

Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil

Environmental certifications: contribution to sustainability in construction in Brazil

Vanessa de Conto¹ - Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
Marcos Lucas de Oliveira² - Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
Janis Elisa Ruppenthal³ - Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

RESUMO O crescimento das atividades industriais contribuiu para o surgimento de debates, teorias e estudos sobre os riscos ambientais e sua relação com a indústria. Nesse âmbito, a construção civil como geradora de grandes impactos ambientais, tem sido foco de estudos em importantes eventos e convecções mundiais. Para tanto, cresce a adesão e desenvolvimento de selos e certificações ambientais como meio de mitigar ações e impactos da cadeia produtiva da construção civil. Nesse aspecto, a metodologia utilizada para o desenvolvimento desse trabalho foi a pesquisa documental. Como resultados, o estudo constata as principais certificações e selos utilizados no Brasil e sua crescente adesão.

Palavras-chave: Construção Civil. Certificações e selos ambientais. Sustentabilidade.

ABSTRACT *The growth of industrial activities contributed to the emergence of debates, theories and studies on the environmental risks and their relationship with industry. In this context, the construction industry, as a generator of large environmental impacts, has been the focus of studies on important events and global conventions. Therefore, the development of seals and environmental certifications as a means of mitigating the impacts of the construction production chain has been growing. The methodology used for the development of this work was documentary research. As a result, the study examined the main certifications and seals used in Brazil and their accession in the country.*

Keywords: *Construction. Certifications and environmental seals. Sustainability.*

1. Avenida Roraima, nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, CEP: 97105-900, vanedeconto@hotmail.com;

2. eng.marcos.lucas@gmail.com; 3. janis.rs.br@gmail.com

CONTO, V.; OLIVEIRA, M. L.; RUPPENTHAL, J. E. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, nº 4, out-dez/2017, p. 100-127.

DOI: 10.15675/gepros.v12i4.1749

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem grande participação no desenvolvimento econômico e social através da criação de infraestrutura, redução do déficit habitacional, geração de emprego e renda. Esse setor também é responsável por sérios impactos ambientais ligados ao consumo de recursos naturais, energia, poluição e geração de resíduos. Aproximadamente 35% do total dos recursos naturais consumidos pelo setor produtivo são associados à construção. Dessa forma, cresce gradativamente a procura por empreendimentos mais sustentáveis, movimentando toda a cadeia da construção civil (GREEN BUILDING COUNCIL, 2015).

Edificações sustentáveis podem ser definidas como aquela que promove melhorias na qualidade de vida de seus usuários e no desenvolvimento econômico, social e cultural da região ao qual está inserida (VERAS, 2013). Corroborando com isso, os objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, (Organização das Nações Unidas no Brasil, 2016), enfatiza que a proteção do planeta contra a degradação está atrelada a um conjunto de atitudes, a fim de que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras. Entre elas, o consumo e a produção sustentáveis, a gestão sustentável dos seus recursos naturais e as medidas urgentes sobre as mudanças climáticas.

Nesse contexto, a expansão de estratégias construtivas sustentáveis está alterando o modelo de gerenciamento dos empreendimentos habitacionais no Brasil. Dentre esses, apresenta-se a inserção da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575/2013, ao qual seu escopo destina-se a redução do impacto da construção civil no meio ambiente. O setor da construção civil, por sua vez, vem gradativamente buscando maior sustentabilidade, não apenas com a intenção de cumprir os aspectos legais, mas sim como meio de aprimorar seus processos gerenciais e responsabilidade ambiental (OLIVEIRA, J. A. et al., 2012). Dessa forma, construtoras do país vem aderindo as certificações ambientais como meio de agregar valor aos seus empreendimentos, tornarem-se mais competitivas no mercado e para emergir em uma estratégia sustentável de longo prazo (OTOBO; SANTANA; COSTA, 2016).

Segundo Ekincioglu (et al., 2013), três bilhões de toneladas de matérias-primas, o que corresponde a 40-50% do fluxo total na economia global, são utilizados na fabricação de produtos de construção e seus componentes em nível mundial a cada ano. Essa cadeia de processos inclui a extração, processamento, transporte e sua eliminação (RUSSELL-SMITH; LEPECH, 2015). Esse aumento da demanda de recursos naturais para fabricação de bens e serviços está atrelado a diferentes fatores, tais como: o crescimento populacional e suas mudanças no padrão de vida, ao qual exigiram mudanças na cadeia produtiva para suprir às suas novas necessidades (CONDEIXA; HADDAD; BOER, 2014).

Nesse viés, o desenvolvimento de novas técnicas construtivas e a crescente adesão de certificações ambientais vem contribuindo para um maior desempenho do ambiente construído, o que contribuí diretamente na redução dos resíduos gerados e na preservação dos recursos naturais (VILLORIA SÁEZ et al., 2014). No Brasil, os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) são destinados, quase que exclusivamente, para aterros e manutenção de ruas. O que indica um mau gerenciamento desses materiais, isto é, desperdício econômico de resíduos passíveis de reciclagem. Além disso, evidencia-se que não há uma destinação correta ou um reaproveitamento eficiente dos materiais utilizados nos canteiros de obras da construção civil (ABELPRE, 2014).

Em vista disso, esse trabalho propõe-se fazer um levantamento dos selos e certificações ambientais mais utilizados no Brasil, através de um levantamento documental. Dessa forma, a preocupação com o meio ambiente, a redução no consumo de recursos naturais e a devida destinação dos resíduos da construção civil, são pontos relevantes para justificar esse estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A consciência ambiental e as convenções mundiais

A Revolução Industrial, a partir do século XIX, foi um dos maiores marcos quanto às transformações naturais causadas pelo homem. Nesse período, questões ambientais ainda não eram consideradas relevantes para debates e estudos mais aprofundados (ANTÓN; DÍAZ, 2014). No passar dos anos, o crescimento das atividades industriais contribuiu para o surgimento de debates, teorias e estudos sobre os riscos ambientais e sua relação com a indústria (ZHONG; WU,

2015). A sociedade, portanto, iniciou um processo de conscientização, a fim de compreender e reduzir os efeitos nocivos da industrialização (BORK; BARBA JUNIOR; GOMES, 2015).

Segundo Fencker et al. (2015) a preocupação com o meio ambiente surge a partir do momento que o homem percebe que a exploração dos recursos naturais passa a ser maior do que a capacidade natural de regeneração e a geração de resíduos maior do que a natureza consegue absorver. Consequentemente a isso, as décadas posteriores foram marcadas pelo aumento da preocupação humana com o meio ambiente, podendo ser divididas em três fases: (i) preocupação com a poluição – décadas de 1970 e 1980, (ii) preocupação com a biodiversidade – década de 1990, e (iii) preocupação com as mudanças climáticas e aquecimento global – século XXI (VERBINNEN et al., 2015).

As catástrofes ambientais que transformaram a década de 1980 serviram de exemplo aos conceitos teóricos sobre a intervenção humana e suas consequências no meio ambiente (CESTARI e MARTINS, 2015). Desse modo, os preceitos do Relatório de Brundtland, foram transformados em propostas, expostas na Convenção Quadro das Nações Unidas (COP), sobre as mudanças climáticas, conhecida também como Rio-92, Eco-92, UNCED 92 ou ainda Cúpula da Terra, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1992 (VASCONCELLOS, 2011).

Vinte anos após a Rio 92 o Brasil volta a sediar mais uma conferência, a Rio+20, Rio de Janeiro – 2012. Baseada em três pilares, econômico, social e ambiental – ou *triple bottom line*, a conferência tratou de dois temas: (i) economia verde e sua contribuição na erradicação da pobreza, e (ii) a estrutura de governança para o desenvolvimento sustentável no âmbito das Nações Unidas (BRASIL, 2016b).

Posteriormente, no ano de 2015 os países signatários reuniram-se em Hamburgo, Alemanha –2015 para debater as premissas de um novo acordo com viés na mitigação das emissões de CO₂ e das alterações climáticas, COP 21 (ALEMANHA, 2016). Nessa convenção, os países tiveram a oportunidade de elaborar uma nova agenda de desenvolvimento sustentável e chegar a um acordo global sobre as mudanças climáticas. Dessa forma, as ações tomadas em 2015 resultaram em novos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), baseados nos oito objetivos do milênio (ODM). Nesse contexto, a agenda para o desenvolvimento sustentável pós-2015, agora chamada Agenda 2030, corresponde a um conjunto de programas, ações e diretrizes para orientação dos trabalhos das Nações Unidas e de seus países membros rumo ao desenvolvimento sustentável do planeta (ONUBR, 2016).

2.2. Desenvolvimento sustentável e a construção

Wong e Zhou (2015) definem desenvolvimento sustentável como um consenso global no que tange a satisfação simultânea do *triple bottom line*. Visto que o desenvolvimento sustentável deve ser acompanhado da valorização dos aspectos não materiais, como a democracia, igualdade de direitos, valorização dos direitos humanos e a biodiversidade (OTOBO; SANTANA; COSTA, 2016). Vasconcellos (2011) enfatiza a importância da Agenda 21 na aplicação desses conceitos. Segundo ele, a equidade social e a inserção de práticas sustentáveis nos assentamentos humanos foram determinantes na oferta de habitações adequadas e na crescente conscientização quanto a essas atividades na construção civil.

Camargo, Capobianco e Oliveira (2015), argumentam que um dos maiores desafios da construção civil, consiste na busca por equilíbrio do *triple bottom line* e sua aplicação conforme os conceitos de desenvolvimento sustentável. O equilíbrio desses três pilares deve resultar na diminuição do impacto ambiental, responsabilidade sócio empresarial e melhorias das condições climáticas.

Nesse sentido, a indústria da construção civil, tem sido um importante indicador quanto aos impactos ambientais e à sustentabilidade do planeta. Ela é responsável pela geração de grande parte dos resíduos industriais, do ar, consumo de recursos naturais não renováveis, consumo de água e energia elétrica, poluição de efluentes, entre outros danos a natureza (AZZI; DUC; HA, 2015). Além de grande consumidora de recursos naturais, estima-se que esse setor consuma em torno de 9,4 ton/hab. ano de materiais de construção.

Os avanços econômicos proporcionaram mudanças no estilo de vida humano, degradando a natureza de maneira inconsequente. Dessa forma, os compromissos firmados no ano de 2015, representaram um marco na tentativa de reverter os danos ambientais, garantindo qualidade de vida para as gerações futuras. Nesse contexto, o setor civil exerce papel fundamental para a realização dos objetivos globais para o desenvolvimento sustentável, pois, representa 40% da economia mundial, ao qual influencia o meio ambiente e a sociedade (FENCKER, 2015).

A geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos tem sido um dos principais fatores a serem discutidos em todo o mundo (AZZI; DUC; HA, 2015). Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. No Brasil, a indústria da construção foi influenciada positivamente na última década por diversos fatores relacionados ao aquecimento do mercado. Conseqüentemente, obteve-se um aumento do consumo de matéria prima, ao qual gerou altas taxas de resíduos, consumo de energia elétrica e água. Esses indicadores contribuem para os impactos ambientais do setor (IBGE, 2010).

Investimentos na fase de construção de uma edificação são primordiais para que no futuro os custos em manutenção e habitabilidade sejam menores (ZHONG; WU, 2015). Soluções construtivas que priorizem a reutilização de água, exploração de luz natural e matéria prima reciclada impactam diretamente na vida útil de uma edificação. A preocupação com essas questões, também contribuem para diminuição do consumo de mais matéria prima, geração de resíduos e diminuição nas taxas de CO₂ (RUSSELL-SMITH; LEPECH, 2015). Ekincioglu et al. (2013), destaca que a eficiência energética e o desempenho ambiental devem ser vistos como fatores de soluções sustentáveis. Para tal, os impactos de uma edificação na natureza devem ser avaliados quanto às suas implicações nesse meio, gerando soluções inovadoras e menos poluentes.

A segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos – Habitat II em 1996, já chamava a atenção quanto o desenvolvimento dos aspectos sociais, culturais e econômicos e sua ligação com a indústria da construção e o desenvolvimento de um país. Para Vasconcellos (2011), a construção sustentável deve ser um agente de transformação, contribuindo para a erradicação da pobreza, criando ambientes saudáveis e seguros, distribuindo equitativamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios e melhorias para comunidades, independentemente de sua localização geográfica (FORTUNATO, 2014).

2.3. Programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat (PBQP-h)

O PBQP-h é um instrumento do Governo Federal que objetiva avaliar a conformidade de sistemas de gestão da qualidade em empresas do setor de serviços e obras atuantes na construção civil, contribuindo para a evolução da qualidade no setor (BEURER; FLORIANO; HEIN, 2014). Diversas entidades englobam os objetivos do PBQP-h, representando diferentes segmentos da cadeia produtiva, incluindo: construtores, projetistas, fornecedores, fabricantes de materiais e componentes, bem como a comunidade acadêmica e entidades de normalização, além do Governo Federal (BRASIL, 2012).

Essa iniciativa federal possui como meta organizar o setor da construção civil quanto a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. Os objetivos do programa são relacionados a um conjunto de ações: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, inovação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos (BRASIL, 2016a).

Dessa forma, com a utilização do PBQP-h, prospecta-se um aumento na competitividade do setor, melhoria na qualidade de produtos e serviços, redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. Além disso, o programa presa por um cenário de isonomia competitiva, promovendo soluções mais atrativas economicamente que contribuam para a redução do déficit habitacional do país (BEURER; FLORIANO; HEIN, 2014).

2.3.1. Indicadores para avaliação do desempenho sustentável em edificações

O PBQP-h trabalha com indicadores da qualidade, caracterizados como instrumentos de acompanhamento e medição que devem ser utilizados pelas empresas ligadas a construção civil para avaliação do desempenho de seus empreendimentos. O programa estabelece três indicadores obrigatórios: (i) consumo de água, (ii) energia, e (iii) geração de resíduos. O PBQP-h juntamente com esses indicadores servem como base para avaliação de desempenho em qualquer edificação que aderir a selos e certificações ambientais (BRASIL, 2016a).

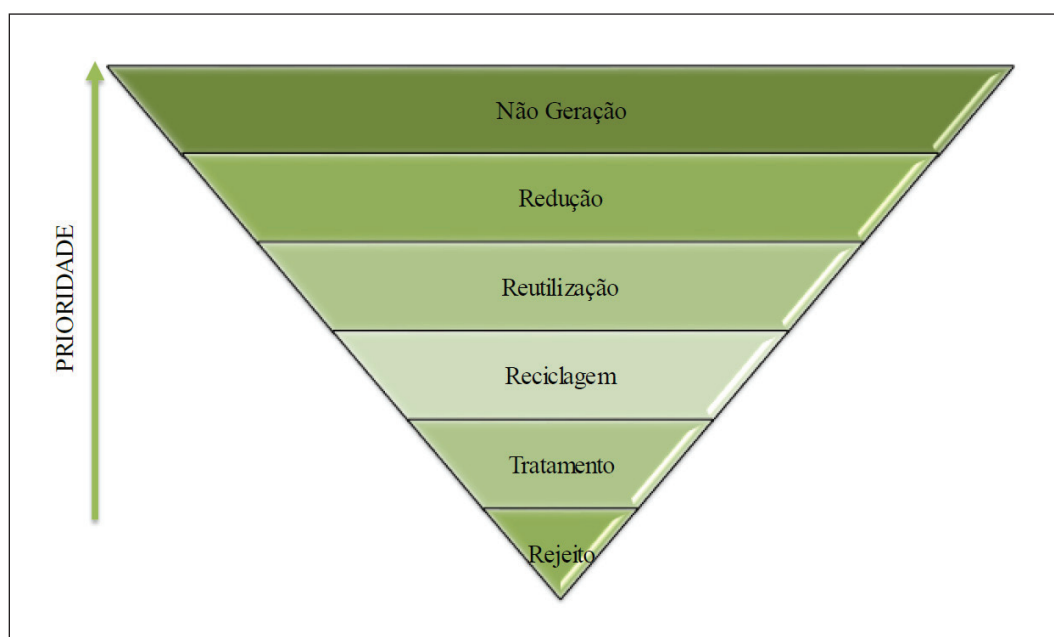
2.3.1.1. Resíduos da construção e demolição – RCD

O crescimento populacional e as mudanças no seu padrão de vida aumentaram a demanda por recursos naturais para a fabricação de bens e serviços que suprissem as novas necessidades sociais criadas (CONDEIXA; HADDAD; BOER, 2014). Bork, Barba Junior e Gomes (2015), argumentam que a apropriação de recursos naturais está diretamente ligada à geração de resíduos sólidos em todas as suas origens: urbana, industrial, construção civil ou em entre outros setores (VILLORIA SÁEZ et al., 2014). Ressalva-se ainda, que a cadeia de geração de resíduos inclui a extração, processamento, transporte e eliminação (RUSSELL-SMITH; LEPECH, 2015).

Na construção civil, o maior fluxo de produtos classificados como pós-consumo possui sua origem no canteiro de obras. Os chamados resíduos de construção e demolição (RCD) ou resíduos da construção civil (RCC), constituem mais de 50% da massa de resíduos urbanos (CAO et al., 2015). Dentro dessa classificação, é considerado como RCD todo resíduo gerado em construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, além dos resultantes da preparação e escavação de terrenos para essas obras (VILLORIA SÁEZ et al., 2014; DAHLBO et al., 2015).

Nesse contexto, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2016), criou uma pirâmide de priorização na gestão de resíduos sólidos, Figura 1. Essa transcreve a inversão da pirâmide de produção e consumo, ao qual introduz a necessidade da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e da logística reversa.

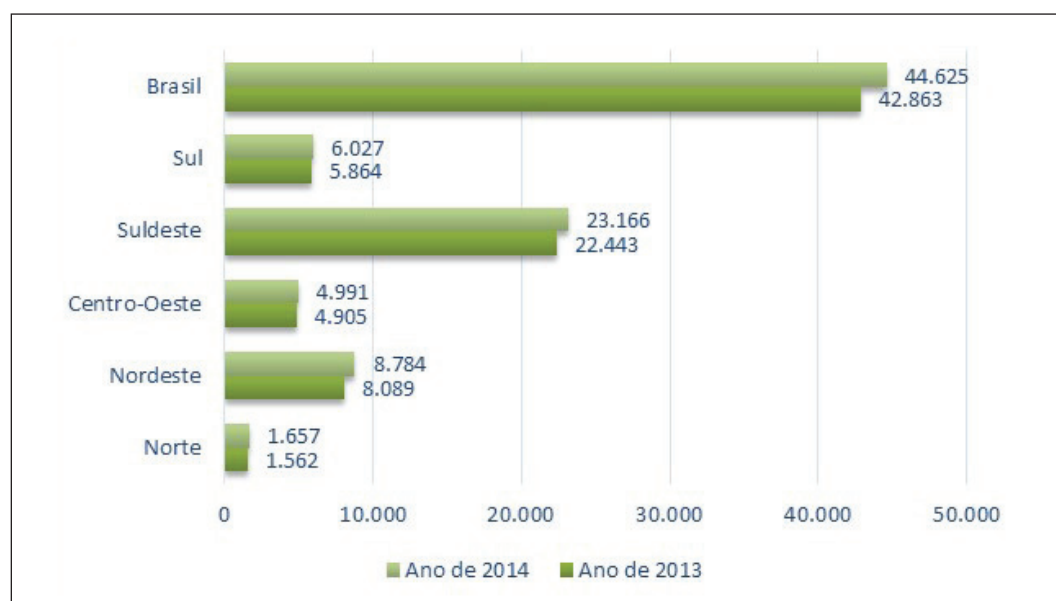
Figura 1 - Priorização na gestão de resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado de Pnuma (2016).

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2014), os municípios brasileiros coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de RCD em 2014, Figura 2. Correspondendo a um aumento de 4,1% em relação ao ano de 2013. Ao pensar na parcela de responsabilidade individual do cidadão, esse percentual equivale a 122.262 toneladas/dia ou 0,603 kg/habitantes/dia.

Figura 2 - Total de RCD coletados Brasil e regiões (t x 1000/ano).



Fonte: Adaptado de Abrelpe (2014).

Nesse cenário, ao pensar na destinação final do RCD, a ABRELPE (2014) esclarece que seu montante é ainda maior, considerando que os municípios, via de regra, recolhem apenas os resíduos lançados em logradouros públicos. Portanto, as projeções sobre tais resíduos não incluem os RCD oriundos de demolições e construções coletados por serviços privados.

Em geral, o setor da construção não está familiarizado com a quantidade de resíduos gerados em um projeto, ou como ele deve ser gerenciado (VERBINEN et al., 2015). Desse modo, o planejamento das empresas ligadas a construção, em sua maioria, tem ficado restrito à estimativa da quantidade total de resíduos gerados, e somente alguns vão mais longe, classificando o RCD de acordo com a atividade de construção.

Além disso, o mesmo sistema de gestão é utilizado para todos os projetos, sem levar em consideração as características particulares da edificação (FIORANTINO et al., 2015). Uma das maneiras de resolver essas questões tem sido pela adoção de um sistema de gestão ambiental (SGA) que planeje antecipadamente os tipos de RCD que aquela obra pode gerar e suas devidas destinações (RUSSELL-SMITH; LEPECH, 2015).

2.3.1.2. Consumo de água

Apesar de sua riqueza hídrica do Brasil, o país vem enfrentando problemas quanto a sua escassez. Segundo Goldemberg e Lucon (2011), a disponibilidade hídrica do país é suficiente para atender as atividades industriais, irrigação e abastecimento doméstico. Entretanto, a ausência de saneamento e o lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento, implicam na qualidade dessas águas, contribuindo para o quadro de escassez.

O consumo de água nas últimas décadas cresceu duas vezes mais do que a população e com estimativa de crescimento em seu consumo de até 55% até 2050 (BRASIL, 2016a). Nesse contexto, o processo de urbanização deve estar associado a um planejamento de infraestrutura. Carmo, Dagnino e Johansen (2014), argumentam que a falta de planejamento fica evidenciado pela qualidade da água dos mananciais próximo a ocupações humanas. Dessa forma, a conservação da água no meio urbano traz benefícios diretos aos agentes consumidores através da diminuição de tarifas e, indiretos, através da captação, tratamento e distribuição.

A adesão de certificações ambientais (CA) e selos são uma forma eficiente de diminuir o consumo de água, principalmente em residências. Nesse contexto, a conservação da água em edifícios residenciais refere-se ao desperdício e ao re-uso. Com a preservação da água toda a sociedade é beneficiada, pois, implica diretamente na diminuição dos gastos públicos com energia, mais oferta de água e mais beneficiados (CAMARGO; CAPOBIANCO; OLIVEIRA, 2015).

Além de ser um dos setores com maior consumo, a construção civil aparece como uma das atividades que mais interferem no ciclo da água. Essa interferência pode ser direta, através da criação de infraestrutura, como barragens e transposições, ou indireta, através da impermeabilização do solo, alterando o escoamento superficial e a drenagem das águas pluviais. Rebouças (2008) soma a esses fatores os resíduos descartados sem tratamento, além dos provenientes de tintas e solventes. Desse modo, a adesão de CA, Selos e o PBQP-h, contribuem para a conscientização ao uso racional desse recurso (BARBA JUNIOR; GOMES; LACERDA, 2015). Todas as certificações procuram a otimização do uso da água potável e reuso da água não potável. Essa estratégia visa a redução do desperdício, economia, diminuição de efluentes, entre outras ações benéficas (GBC, 2015).

2.3.1.2. Consumo de energia

A eletricidade é uma forma de energia com maior diversidade de aplicações no mundo, desempenhando um papel importante no desenvolvimento econômico e social. Segundo Niu et al., 2013, quanto maior o desenvolvimento e a renda de uma população, maior será o seu consumo. Desse modo, decisões na fase projetual de uma edificação contribuem na substituição de soluções tecnológicas provenientes de fontes não renováveis (BRASIL, 2015a).

Em 2015, a ONU o proclamou como sendo o Ano Internacional da Luz. Essa iniciativa visava sensibilizar os governantes quanto a falta de acesso à energia elétrica, atingindo 1,5 bilhão de pessoas no mundo. No Brasil, o programa Luz para Todos tenta universalizar seu acesso, porém, estima-se que 10 milhões de pessoas ainda vivam no escuro (EBC, 2015; UNESCO, 2015).

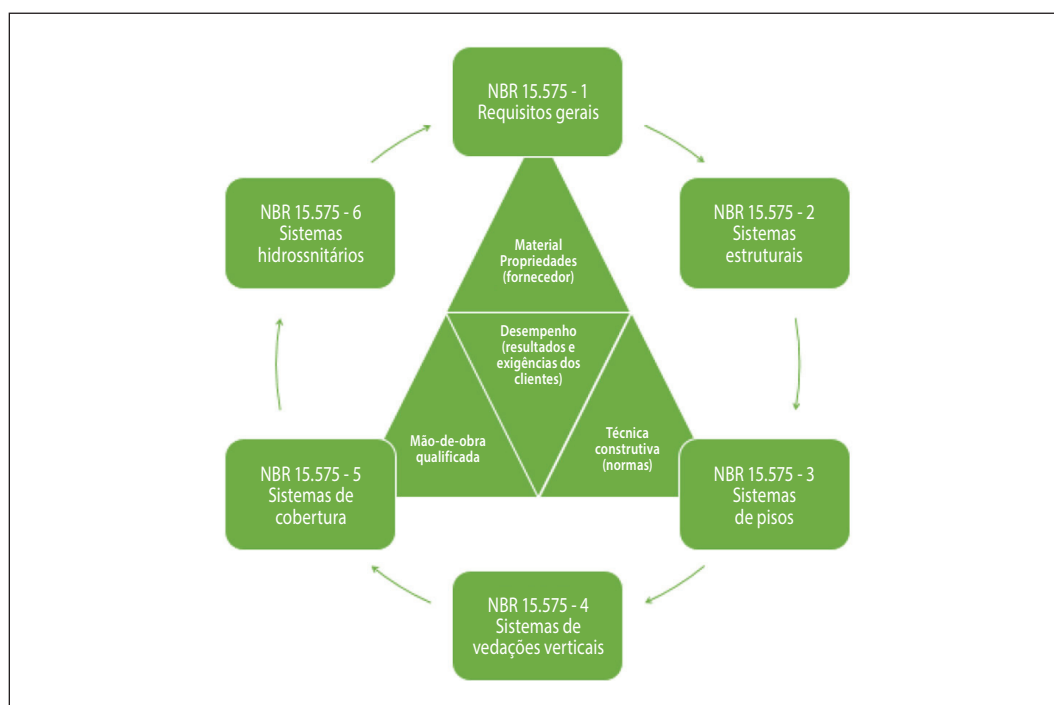
O consumo de energia tem aumentado em todo o planeta e está ligado a diferentes fatores: aumento populacional, mudanças climáticas, busca por qualidade de vida e migração para áreas urbanas. Segundo Goldemberg e Lucon (2011), entre os gastos residenciais de energia, chuveiros e iluminação aparecem entre os três mais representativos. Soluções na etapa de projeto podem substituir o aquecimento elétrico pelo solar, além da valorização da luz natural, implicando em um menor consumo de energia. Desse modo, as preocupações ambientais resultantes das construções são consequência das tendências pelo maior uso de equipamentos elétricos, aumento do tamanho das habitações e casas individuais, instalação de ar condicionado e aquecimento. As edificações induzem vários tipos de impacto ambiental pelo uso de materiais, geração de resíduos e mudanças permanentes no uso do solo. Além disso, há a poluição ocupacional, como a síndrome do edifício doente (PROCEL, 2016).

2.4. NBR 15.575

O processo de produção do ambiente construído necessita de conhecimento pleno de todas as suas etapas, desde as atividades pré-projeto, projeto, construção, uso e ocupação, até o final da vida útil do edifício. Haddad e Boer (2014) argumentam que esse cenário implica em um ciclo retroalimentado, responsável pela melhoria da qualidade de cada etapa, redução de erros, menor custo de projeto, uso e manutenção, até o descarte ou reuso dos resíduos de demolição (VERAS, 2013).

No Brasil, o aquecimento do setor da construção civil, impulsionado pelos programas governamentais de incentivo a moradia, evidenciou a necessidade de melhorias nas edificações construídas. Nesse contexto, foi desenvolvida a NBR 15.575, conhecida como norma de desempenho (Figura 3). Essa norma, inicialmente na versão de 2008 e, posteriormente, na versão de 2013, foi adotada como guia para definir os requisitos iniciais a serem atendidos pelas edificações. Dessa forma, a NBR 15.575 também presou pela sinergia entre as demais normas ligadas ao setor, definindo os critérios técnicos de avaliação de desempenho em uso de diversos aspectos da edificação habitacional (ABNT, 2013).

Figura 3 - Visão holística da norma de desempenho.



Fonte: Adaptado de Sessegalo (2016).

Sua criação objetiva nivelar a qualidade das edificações habitacionais, quanto ao seu comportamento e uso, através de definições de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação que permitam a mensuração e conferência do cumprimento (OLIVEIRA, 2014). Nesse contexto, a avaliação de desempenho busca analisar a adequação ao uso de um sistema ou um processo construtivo destinado a cumprir uma função que independe da solução técnica adotada (ABNT, 2013). Esse processo avaliativo deverá prever o comportamento do edifício, seus elementos e componentes durante sua vida útil, ou seja, o período de tempo no qual a edificação e seus sistemas deverão manter o desempenho mínimo esperado.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A atividade de pesquisa torna possível a obtenção de resultados através da investigação científica. A utilização de técnicas e ferramentas auxilia na busca por referências e informações sobre o assunto abordado. Dessa forma, o uso de critérios metodológicos torna-se imprescindível para a validação de informações e coerência dos resultados (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Para Miguel (2012), deve-se primeiramente definir um referencial conceitual teórico, ao qual tem por objetivo mapear a literatura disponível sobre o assunto abordado. Nesse contexto, esse estudo compreende em uma pesquisa qualitativa teórica conceitual, ao qual Gil (2010), caracteriza como sendo uma pesquisa de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com o objetivo da pesquisa. Nesse aspecto, para a construção desse estudo foi realizada uma pesquisa documental baseada em publicações nacionais e internacionais, normas e legislações que envolvem o assunto abordado.

Esse trabalho foi dividido em uma etapa preliminar e outras cinco grandes etapas. A etapa preliminar consiste no entendimento das normas e critérios que compõem as certificações ambientais e os indicadores de sustentabilidade. A primeira etapa consiste na introdução dos assuntos a serem abordados nesse estudo. A etapa dois apresenta um breve aporte teórico sobre: (i) a consciência ambiental e as convenções mundiais; (ii) desenvolvimento sustentável e a Construção; (iii) resíduos da construção e demolição, e (iv) PBQP-h. A etapa três descreve a metodologia. A etapa quatro descreve os resultados e para a última etapa são apresentados a conclusão do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

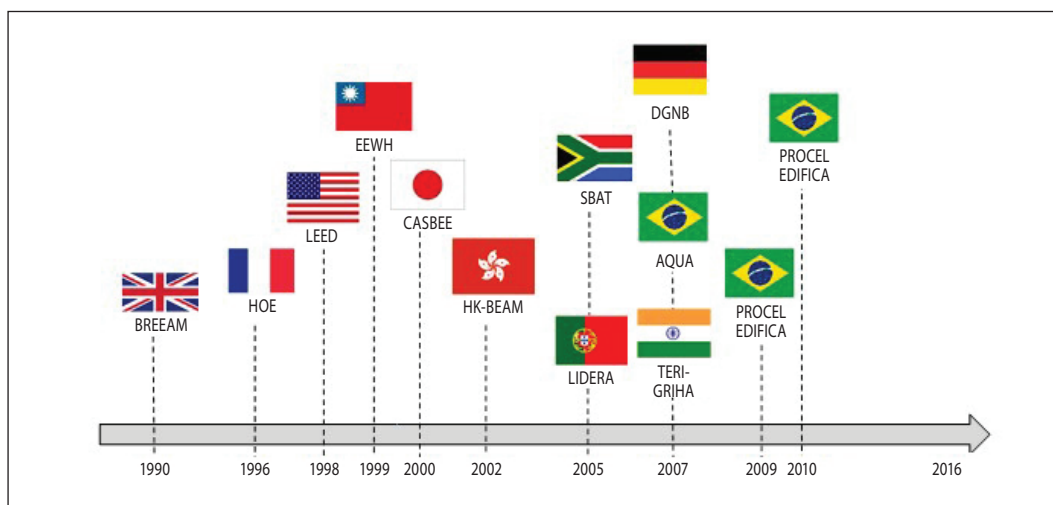
4. RESULTADOS

4.1. Certificações para construções sustentáveis

O crescente aumento da degradação ambiental fez com que a indústria passasse a intervir diretamente nos processos envolvidos, implicando na redução dos impactos ambientais gerados. Dessa forma, com a necessidade de prover melhores resultados, as organizações têm aderido aos sistemas de avaliações ambientais, tais como certificações e selos (LU; ZHU; CUI, 2012). Nesse contexto, a Figura 4 apresenta os principais sistemas de certificações ambientais e selos desenvolvidos ao longo do tempo em diferentes países.

As certificações funcionam por adesão, nos mesmos moldes dos instrumentos de avaliação da sustentabilidade. Em síntese, todos os sistemas de certificação são compostos por critérios de avaliação organizados em categorias. As edificações recebem o certificado ambiental, ao atingirem o desempenho mínimo de acordo com os critérios pré-estabelecidos (RÓMERO; REIS, 2012).

Figura 4 - Certificações ambientais e Selos para Edificações sustentáveis.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Rómero e Reis (2012), as ações adequadas a cada empresa dependem dos possíveis problemas ambientais oriundos de suas operações e da relação entre as atividades desenvolvidas por ela. As certificações ambientais buscam otimizar processos dentro da cadeia produtiva da engenharia civil, tais como: (i) redução do consumo de energia elétrica, (ii) consumo de água, (iii) redução de resíduos, e (iv) otimização de serviços. No Brasil, dentre as certificações mais utilizadas estão a LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), AQUA (Alta Qualidade Ambiental), Procel Edifica e o Selo Casa Azul Caixa (TABORIANSKI; PRADO, 2012; BORK; BARBA JUNIOR; GOMES; LACERDA, 2015).

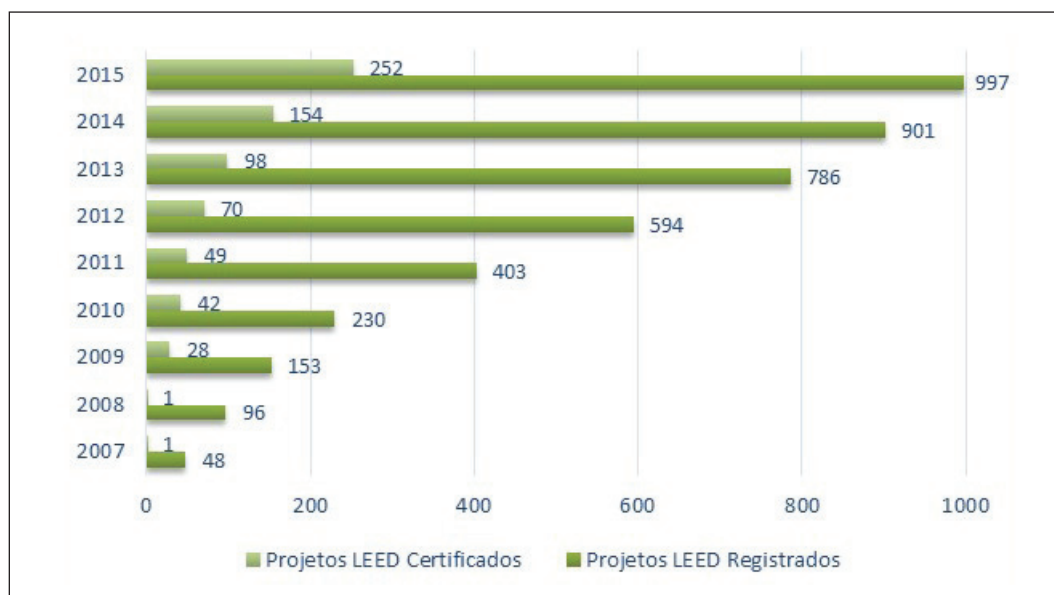
4.2. Leadership in energy and environmental design (LEED)

O sistema de certificação e orientação ambiental internacional LEED, está presente em 143 países e garante os critérios que caracterizam um prédio como sendo ambientalmente sustentável (GBC, 2015). Para a obtenção do selo, sete dimensões devem ser avaliadas nas edificações: (i) implantação sustentável, (ii) eficiência hídrica, (iii) energia e atmosfera, (iv) materiais e recursos, (v) conforto ambiental, (vi) inovação e projeto e por fim, (vii) créditos regionais.

O nível da certificação é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos - nível certificado, a 110 pontos - nível platina. Desse modo, o LEED consiste em um sistema global, regional e local de certificação de edifícios verdes verificando a inserção de métricas e práticas. Nesse contexto, essa certificação engloba desde a conceituação, projeto e construção da edificação. Adicionalmente o LEED também possui ferramenta de certificação própria de readequação de edificações existentes, operação e manutenção (CHANG; TSAI, 2015).

Segundo informações da GBC (2016), todos os dias cerca de 158.000 metros quadrados são certificados no mundo. Nesse ranking, o Brasil encontra-se entre os cinco com maior número de projetos registrados e certificados. Isso comprova que o país se encontra em um crescente processo de conscientização, como mostra a Figura 5, buscando qualidade e economia em suas edificações.

Figura 5 - Registros e certificações LEED no Brasil.



Fonte: Adaptado de Gbc (2016).

Atualmente o Brasil conta com 252 edificações certificadas e 11 edificações certificadas pelo Selo Procel Edificações. De acordo com dados da GBC Brasil, considerando uma média de economias comprovadas nessas edificações, somente em energia elétrica houve uma redução de aproximadamente 30% (GBC, 2016).

4.3. Alta qualidade ambiental (AQUA)

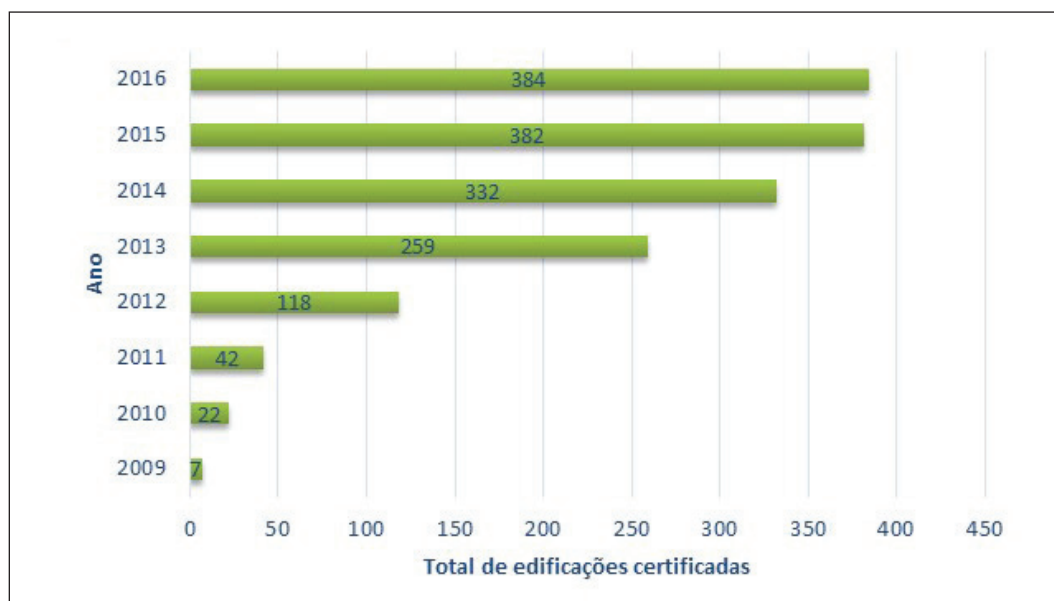
O processo AQUA consiste em uma certificação internacional da construção sustentável desenvolvido a partir da certificação francesa Démarche HQE (*Haute Qualité Environnementale*) e aplicado no Brasil exclusivamente pela Fundação Vanzolini. Seu principal diferencial está na sua adaptação à realidade brasileira, levando em consideração a cultura, clima, normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil, buscando sempre uma melhoria contínua de seus desempenhos (PORTAL VANZOLINI, 2016).

A metodologia da certificação AQUA garante o controle total do projeto, a fim de obter a alta qualidade ambiental do empreendimento. Além disso, a normatização prevê a criação da estratégia ambiental global do empreendimento, a partir da preservação dos recursos, redução da poluição e da geração de resíduos, gestão dos recursos naturais durante a operação (água e energia), gestão patrimonial (durabilidade, adaptabilidade, conservação, manutenção, custos de uso e operação), conforto (dos usuários, da vizinhança, dos operários de obra), saúde (dos usuários, da vizinhança, dos funcionários de obra) (PORTAL VANZOLINI, 2016).

Nesse sentido, a metodologia do sistema estrutura-se em dois pilares principais: o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), que avalia o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor, e a Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), que avalia o desempenho arquitetônico e técnico da edificação (OLIVEIRA, 2014).

Diferentemente da certificação LEED, a avaliação para a obtenção da certificação AQUA-HQE é baseada em desempenho, não existindo o sistema de pontuação. A avaliação da QAE é feita para cada uma das 14 categorias de preocupação ambiental, aos quais, os empreendedores são classificados nos níveis base, boas práticas ou melhores práticas, conforme o perfil ambiental definido pelo empreendedor na fase pré-projeto, como pode ser observado na Figura 6. Os critérios de sustentabilidade AQUA-HQE abrangem as fases de desenvolvimento: programa, concepção, realização e operação para toda e qualquer tipologia de empreendimento; residencial, comercial, institucional, esportivo, entre outros (PORTAL VANZOLINI, 2016).

Figura 6 - Adesão AQUA-HQE no Brasil.



Fonte: Adptado de portal Vanzolini (2016).

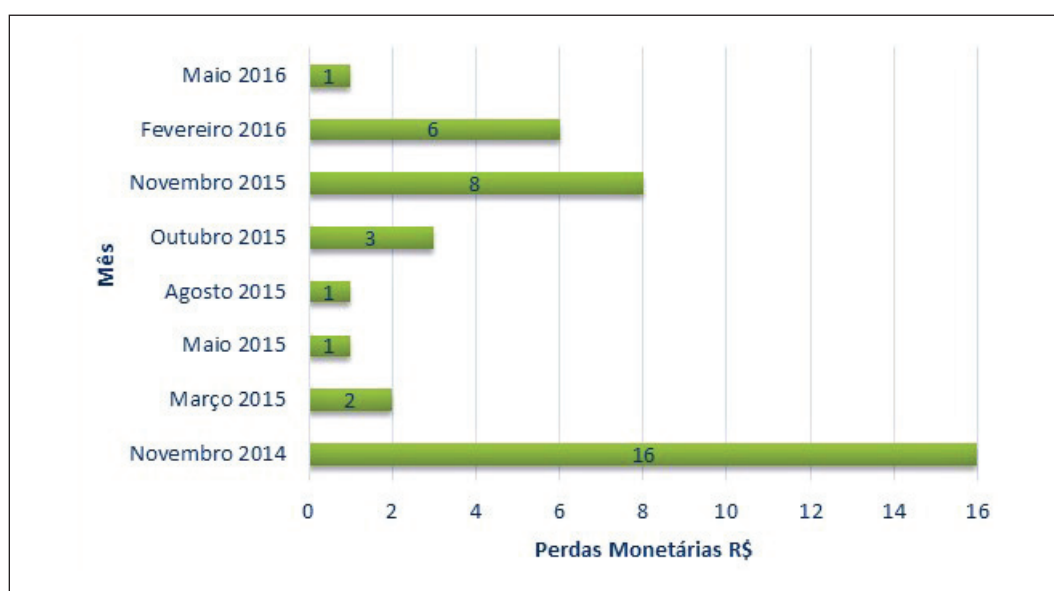
A análise da QAE, realizada pelo próprio empreendedor, deve ser conduzida visando à implementação da sustentabilidade em todas as etapas do processo. Nesse viés, para o empreendimento alcançar a certificação, o empreendedor deve alcançar no mínimo um perfil de desempenho com três categorias no nível melhores práticas, quatro categorias no nível boas práticas e sete categorias no nível base (PORTAL VANZOLINI, 2016).

4.4. Procel Edifica

O Procel Edifica promove o uso racional da energia elétrica em edificações desde a sua fundação através de ações que incentivem a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações, reduzindo desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente (OLIVEIRA, 2014). Estima-se que o consumo de energia elétrica nas edificações corresponde a 45% do consumo faturado do Brasil.

A aplicação dos critérios de etiquetagem, o selo Procel objetiva uma redução no consumo de 50% em novas edificações e 30% para as provenientes de reformas. Essa estimativa de redução do consumo de energia elétrica é garantida pelos cinco níveis de gradação: A, B, C, D e E. No entanto, a etiquetagem pode ser aplicada separadamente, por ambiente ou por sistema individual, no qual compreende a envoltória, sistema de iluminação e condicionamento de ar, ou a edificação como um todo (PROCEL, 2016). Na Figura 7 é representado um parâmetro da adesão ao selo Procel Edifica no Brasil.

Figura 7 - Adesão selo Procel Edifica no Brasil.



Fonte: Adaptado de Procel (2016).

A etiqueta também incentiva outras ações sustentáveis, tais como: (i) aquecimento solar de água, (ii) utilização de fontes renováveis de energia, e (iii) co-geração e inovação que promovam a eficiência energética e uso racional da água. Essas medidas reforçam o comprometimento do país quanto à preservação dos recursos naturais (PROCEL, 2016).

4.5. Selo casa azul Caixa Econômica Federal

A criação do Selo Casa Azul Caixa, objetiva incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, redução nos custos de manutenção dos edifícios, despesas mensais de seus usuários, bem como promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis (CAIXA, 2010). Essa iniciativa também busca reconhecer os projetos de empreendimentos engajados na redução de impactos ambientais, avaliados a partir de critérios vinculados aos seguintes temas: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais (VERAS, 2013). O Selo Casa Azul foi criado no ano de 2010 pela Caixa Econômica Federal e, conforme dados cedidos por essa, todos os empreendimentos do país estão graduados com o selo prata e ouro (Figura 8). Evidenciando que os empreendedores que optam por essa certificação estão comprometidos em atingir o nível máximo do programa, superando as expectativas do nível mínimo, isto é, o bronze.

Figura 8 - Adesão e Gradação Selo Casa Azul.



Fonte: Adaptado de Caixa (2016).

Ao total, são 53 critérios de avaliação, divididos em seis categorias: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão de água e práticas sociais. Para sua obtenção o empreendimento deve cumprir 19 critérios obrigatórios e, de acordo com o número de critérios opcionais atendidos, o projeto ganha o selo nível bronze, prata ou ouro (CAIXA, 2010).

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento sustentável consiste em um dos maiores desafios da contemporaneidade, principalmente para as áreas de arquitetura e construção civil. Esse desafio evidencia-se no século XXI através das tentativas de conciliação dos imperativos ambientais e sociais. Desse modo, a conquista desse equilíbrio tem sido fundamental para assegurar a biodiversidade e a sobrevivência de comunidades, seja ela localizada em países ricos, pobres ou em desenvolvimento (BENEVOLO, 2009; VASCONCELLOS, 2011).

Os países mais ricos do mundo (EUA, Japão, Canadá, Alemanha, França, Reino Unido e Itália), reuniram-se em Hamburgo, Alemanha – 2015, e firmaram um acordo histórico. O documento intitulado “G7-Iniciativa para a Segurança de Energia Sustentável” expunha o compromisso desses países com princípios para a segurança energética. Segundo ele, tecnologias que proporcionem a geração de energia limpa são necessárias para o desenvolvimento econômico e social (ALEMANHA, 2016).

Nesse quesito, as certificações ambientais em países desenvolvidos são amparadas por sistemas de certificações e classificação que servem de parâmetro para a criação de selos e práticas sustentáveis em todo mundo (FORTUNATO, 2014). Segundo Oliveira (2014), nos países em desenvolvimento, como o Brasil, os sistemas de certificação e avaliação ambiental devem levar em consideração não apenas os aspectos ambientais, mas também as questões do *triple bottom line*.

Diante disso, o país desenvolveu normas, certificações e selos ambientais adaptados para a realidade brasileira, sem deixar de conter os requisitos internacionais. Por sua vez, as certificações ambientais mais utilizadas no Brasil são: (i) LEED, (ii) AQUA, (iii) Procel Edifica, e, (iv) Selo Casa Azul Caixa. Sem deixar de considerar os requisitos da Norma Brasileira de Desempenho – NBR 15.575.

Para tanto, na busca da otimização dos recursos e da proveniência da redução dos impactos ambientais causados pela operação empresarial e industrial, os certificados ambientais visam promover ações adequadas à realidade de cada instituição. Para tanto, no âmbito da competitividade internacional, potencializar medidas sustentáveis conjuntamente com o comprometimento dessas, mediante as certificações, tornaram-se fundamentais na proveniência de resultados e transcendem a um caminho organizacional eficiente, com parâmetros estratégicos de longo prazo (RAZZOTO, 2009; FORTUNATO, 2014; FENCKER 2015).

Esse estudo revelou que o desenvolvimento de novas técnicas construtivas e a crescente adesão de certificações ambientais vem contribuindo para um maior desempenho do ambiente construído. No entanto, há empreendedores, mais conservadores, que ainda não aderiram a essas certificações por falta de uma análise de custo, das dificuldades de implementação das certificações e do resultado financeiro desse investimento. Portanto, para trabalhos futuros, sugere-se uma análise de viabilidade econômica de implementação das certificações descritas nesse estudo. Além disso, recomenda-se que a aplicação desse futuro trabalho ocorra em empreendimentos de características construtivas iguais ou equivalentes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 16, fev. 2016.

ALEMANHA. **Federal ministry for economic affairs and energy**. G7 energy Ministerial in Hamburg. 2015. Disponível em: <<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energieministertreffen-hamburg-kommunique-englische-sprachversion,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>> Acesso em: 12, dez. 2015.

ANTÓN, L. Á.; DÍAZ, J. Integration of Life Cycle Assessment in a BIM Environment. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 26-32, 2014.

AZZI, M.; DUC, H.; HÁ, Q. P. Toward sustainable energy usage in the power generation and construction sectors – a case study of Australia. **Automation in Construction**, v. 59, p. 122-127, 2015.

BENEVOLO, L. **História da cidade**. 3 ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 728 p. 2009.

BEURER, I. M.; FLORIANO, R.; HEIN, N. Indicadores de inovação nas empresas de construção civil de Santa Catarina que aderiram ao programa brasileiro de qualidade e produtividade no habitat (PBQP-H). **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 4, p. 161-178, 2014.

BORK, C. A. S.; BARBA JR, D. J. D.; GOMES, J. O. Social Life Cycle Assessment of three Companies of the Furniture Sector. **Procedia CIRP**, v. 29, p. 150-155, 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa brasileiro da qualidade e produtividade do habitat**. 2016a. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php>. Acesso em: 01, mar. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. **SIAC**. Sistema de avaliação da conformidade de empresas e serviços e obras da construção civil. PBQP-H Habitat. 2012. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_siac.php>. Acesso em: 03, jan. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. Cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento e políticas internas correlatas. Capítulo 2. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo casa azul**: boas práticas para habitação mais sustentável. Caixa econômica federal, São Paulo, v. 1, p. 1-204, jan. 2010. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_azul/Selo_Casa_Azul.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo casa azul**: Projetos reconhecidos. 2016. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, R. P. J.; OLIVEIRA, P. A. J. **Meio ambiente Brasil**: avanços e obstáculos pós-Rio-92. 2 ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2015. 471 p.

CAO, X.; LI, X.; ZHU, Y.; ZHANG, Z. A comparative study of environmental performance between prefabricated and traditional residential buildings in China. **Journal of Cleaner Production**, v.109, p.131-143, 2015.

CARMO, R. L.; DAGNINO, R. S.; JOHANSEN, I. C. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 31, p-169-190, 2014.

CESTARI, W.; MARTINS, C. H. Política Nacional de resíduos sólidos e logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo: estudo de caso. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 11, n. 1, p. 29-44, 2016.

CHANG, A. S.; TSAI, C.Y. Sustainable design indicators: Roadway Project as an example. **Ecological Indicators**, v. 53, p. 137-143, 2015.

CONDEIXA, K.; HADDAD, A.; BOER, D. Life Cycle Impact Assessment of masonry system as inner walls: A case study in Brazil. **Construction and Building Materials**, v. 70, p. 141- 147, 2014.

DAHLBO, H.; BACHER, J.; LAHTINEN, K.; JOUTTIJARVI, T.; SUOHEIMO, P.; MATTILA, T.; SIRONEN, S.; MYLLYMAA, T.; SARAMAKI, K. Construction and demolition waste management – a holistic evaluation of environmental performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 107, p. 333-341, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE COMUNICAÇÕES. EBC. Tecnologia. No ano internacional da luz, 1,5 bilhão de pessoas vivem no escuro no mundo. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/tecnologia/2015/06/no-ano-internacional-da-luz-15-bilhao-de-pessoas-vivem-no-escuro-pelo-mundo>>. Acesso em: 07, dez. 2015.

EKINCI OGLU, O.; GURGUN, A. P.; ENGIN, Y.; TARHAN, M.; KUMBARA-CIBASI, S. Approaches for sustainable cement production – A case study from Turkey. **Energy and Buildings**, v. 66, p. 136-142, 2013.

FENCKER, E. A.; DIEHL, A. C.; ALVES, T. W. **Gestão ambiental: incentivos, riscos e custos**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2015. 232 p.

FIorentino, G.; RIPA, M.; PROTANO, G.; HORNSBY, C.; ULQIATI, S. Life Cycle Assessment of Mixed Municipal SolidWaste: Multi-input versus multi-output perspective. **Waste management**, v. 46, p. 559-611, 2015.

FORTUNATO, R. A. **A Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social: Estudos de Caso em Reassentamentos do Programa Minha Casa, Minha Vida no Núcleo Urbano Central da Região Metropolitana de Curitiba – municípios de Curitiba e Fazenda Rio Grande.** 2014. 402 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificado leed: gráficos de crescimento no Brasil.** 2016. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/graficos-empresendimentos.php>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

GREEN BUILDING COUNCIL. Anuário 2015: certificações. **Revista GBC Brasil**, v. 2, n. 4, 2015. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/revistas.php>>. Acesso em: 27. fev. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 200 p. 2010.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento.** 3 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011. 400 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2010.** Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/pp-ts/00000008473104122012315727483985.pdf>>. Acesso em: 12, jan. 2016.

LU, Y.; ZHU, X.; CUI, Q. Effectiveness and equity implications of carbon policies in the United States construction industry. **Building and Environment**, v. 49, p. 259-269, 2012.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 320 p. 2010.

MIGUEL, P. A .C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

NIU, S.; JIA, Y.; WANG, W.; HE, R.; HU, L.; LIU, Y. Electricity consumption and human development level: a comparative analysis based on panel data for 50 countries. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**, v. 53, p. 338-347, 2013.

OLIVEIRA, J. A. C.; SPOSTO, R. M.; BLUMENSCHNEIN, R. N. Ferramenta para avaliação da sustentabilidade ambiental na fase de execução de edifícios no Distrito Federal. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 7, n. 2, p. 11-21, 2012.

OLIVEIRA, V. M. **Sistemas de Certificação Ambiental e Norma Brasileira de Desempenho**. 2014. 220f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

OTOBO, A. O.; SANTANA, A. C.; COSTA, C. F. Índice De Responsabilidade Socioambiental Empresarial No Distrito Administrativo De Icoaraci (Daico), Belém – Pará. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, 2016. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2131>>. Acesso em: 15 maio. 2016

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Guia PCS – Produção e Consumo Sustentáveis**, 2016. Disponível em: <<http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/assets/conteudo/uploads/dma-guia-pcs-web.pdf>>. Acesso: 07 mai 2016.

PORTAL VANZOLINI. **Processo Aqua**. O processo aqua em detalhes. 2016. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/o-processo-aqua-em-detalhes/>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

PROGRAMA NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Procel info: centro brasileiro de informações de eficiência energética**. 2016. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE-2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PT-BRIE.htm>>. Acesso em: 18, fev. 2016.

RAZZOTO, E. **Eco sustentabilidade: dicas para tornar você e sua empresa sustentáveis**. 1 ed. Curitiba: Absoluta, 2009. 137 p.

RÓMERO, A. M; REIS, B. L. **Eficiência energética em edifícios**. 1 ed. Barueri – São Paulo: Manole, 2012. 208 p.

RUSSELL-SMITH, S. V.; LEPECH, M. D. Cradle-to-gate sustainable target value design: integrating cycle assessment and construction management for buildings. **Journal of Cleaner Production**, v. 100, p. 107-115, 2015.

SESSEGOLO, R. A. Importação de maça ameaça avanços técnicos da produção brasileira. **Conselho em Revista, CREA**, v. 113, p. 48, 2016.

TABORIANSKI, V. M.; PRADO, R. T. A. Methodology of CO₂ emission evaluation in the life cycle of office building façades. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 33, n. 1, p. 41-47, 2012.

UNESCO. **Organização das nações unidas para a educação, a ciência e a cultura**. 2015 – o ano internacional da luz. 2015. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>>. Acesso em: 07. dez. 2015.

VASCONCELLOS, B. C. **A construção de um método para avaliação do ambiente construído**. 2011. 221f. Tese (Doutorado em engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

VERAS, M. R. **Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social na Cidade de São Paulo: análise de obras**. 2013. 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, 2013.

VERBINNEN, B.; BLOCK, C.; VAN CANEGHEM, J.; VANDECASTEELE, C. Recycling of spent adsorbents for oxyanions and heavy metal ions in the production of ceramics. **Waste Management**, v. 45, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15300192>>. Acesso em: 16, jan. 2016.

VILLORIA SÁEZ, P.; MERINO, M. D. R.; AMORES, C. P.; GONZÁLES, A. S. A. Assessing the accusations of construction waste generation during residential building construction works. **Rasoures, Conservation and Recycling**, v. 93, p. 67-74, 2014.

WONG, J. K.; ZHOU, J. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. **Automation in Construction**, v. 57, p. 156-165, 2015.

ZHONG, Y.; WU, P. Economic sustainability, environmental sustainability and constructability indicators related to concrete and steel projects. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 748-756, 2015.