



GESTÃO AMBIENTAL EM RESÍDUOS SÓLIDOS: CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS E ECOEFICIÊNCIA

Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi

cristina.marchi@pro.ucsal.br
Universidade Católica do Salvador,
Salvador, Bahia, Brasil

Mirela Carvalho Ribeiro Bohana

mirela.bohana@gmail.com
Universidade Católica do Salvador,
Salvador, Bahia, Brasil

José Luiz Borja Fernandez

jose.fernandez@pro.ucsal.br
Universidade Católica do Salvador,
Salvador, Bahia, Brasil

RESUMO

As atividades da indústria da construção civil geram grandes impactos negativos ao meio ambiente. A fim de evidenciar e apontar novas tendências nos processos e materiais utilizados surge o presente artigo, que objetiva identificar aspectos ligados às obras sustentáveis em construções de pequeno e médio porte. Analisa conceitos e novas tendências para o setor construtivo como ferramentas para o atendimento às exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos, no que tange à observação de princípios de sustentabilidade voltados para a aplicação contínua de estratégias ambientais preventivas. Trata-se de um estudo exploratório, bibliográfico, que teve como finalidade ampliar o conhecimento sobre construções sustentáveis, de modo a garantir familiaridade com o tema e difundir informações que possam colaborar com a preservação ambiental. Apresenta e discute os resultados levantados durante visitas técnicas realizadas junto a obras consideradas de cunho sustentável. Conclui que há uma tendência construtiva que visa utilizar técnicas e materiais para a redução da geração de resíduos, reaproveitamento da água e aproveitamento de energia alternativa e da vegetação natural. Embora as ações voltadas para a ecoeficiência na construção civil brasileira comportem valioso potencial no âmbito da prevenção, ainda são insuficientes para solucionar os graves problemas ambientais gerados pelo setor.

Palavras-chave: Construções Sustentáveis; Política Nacional de Resíduos Sólidos; Ecoeficiência.



1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é responsável por movimentar grande parte da economia brasileira. Mesmo com a diminuição do ritmo de crescimento econômico, o setor continua como atividade rentável e permeia o imaginário das diversas camadas da sociedade com o ideal “da casa própria”.

Se, por um lado, o desenvolvimento deste setor traz vantagens econômicas e sociais, como a geração de emprego e de renda, também é responsável por grande parte do consumo dos recursos naturais e pela grande geração de resíduos sólidos urbanos.

O padrão de desenvolvimento em curso, que visa maior produção e lucro, com destaque para o consumo em detrimento da preservação dos recursos naturais, começa a ser questionado. Passa a se perceber, no Brasil, crescente preocupação em cuidar do meio ambiente e uma nova consciência preservacionista emerge da sociedade, modificando (também) o cenário da construção civil, impulsionando um desenvolvimento considerado mais justo e sustentável.

Planejamento, processos e materiais afinados com a sustentabilidade devem estar inseridos no cotidiano das obras de construção civil no Brasil. Neste setor, se torna urgente a busca por produtos e processos que não impactem negativamente o meio ambiente. Neste sentido, surgem práticas ligadas à ecoeficiência, ou seja, técnicas preventivas que evitam ou minimizam impactos ambientais negativos.

Integrar técnicas preventivas às atividades organizacionais perpassa pelas estratégias que compõem o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, Araújo et al. (2015) corroboram com a ideia da adoção e desenvolvimento constante de novos produtos e processos, quando apontam que, desde os anos 1980, as empresas são levadas por pressões sociais e legais para atuarem de forma ambientalmente responsável e, desta forma, incorporam as práticas de responsabilidade social nos seus negócios. Citam alguns fatores como requisitos de sobrevivência das organizações, tais como: melhor utilização dos recursos naturais, descarte correto dos rejeitos operacionais e aplicação de materiais e tecnologias ambientalmente corretas.

A fim de evidenciar e apontar novos rumos nos processos e materiais utilizados em obras de pequeno e médio porte da construção civil, surge o presente artigo, que procura identificar aspectos ligados às obras sustentáveis em construções de pequeno e médio porte na Região Metropolitana de Salvador (RMS), Bahia, Brasil.

Este estudo adotou como premissas o princípio da ecoeficiência, inserido na Política Nacional de Resíduos Sólidos

– PNRS, a Lei nº 12305/2010 e o conceito de construção sustentável preconizado por Kats (2014), que o estabelece como edificações que buscam minimizar os impactos ambientais negativos em sua construção e operação, objetivando tornar o ambiente o mais saudável e produtivo possível para seus ocupantes.

2. A LEI Nº 12305/2010 IMPULSIONANDO A ECOEFICIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente, apesar de estar passando por mudanças, com queda na rentabilidade, a indústria da construção civil ainda é considerada como grande mola propulsora do País, pois é um dos setores mais importantes da nossa economia. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil - CBIC (2012), este setor teve uma participação no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro de 15,5%, com geração de 8 milhões de empregos diretos e indiretos, aumentando a arrecadação de impostos e aquecendo os serviços e setores ligados ao segmento direta e/ou indiretamente.

Entretanto, esse desenvolvimento pode ter consequências maléficas para o meio ambiente, causadas principalmente pela grande produção de resíduos sólidos, utilização de materiais que agredem o meio ambiente, tanto na produção quanto na utilização, alto consumo de água, de energia e de recursos naturais não renováveis.

Cabe ressaltar que a construção civil é responsável pela geração de 50 a 70% dos resíduos sólidos urbanos e consome 75% dos recursos naturais extraídos no planeta, gerando um grande impacto ambiental, principalmente nos centros urbanos, onde vive 85% da população do Brasil (Marques Neto, 2005).

Consciente desta e de outras problemáticas ambientais, em fevereiro de 2011, em Nairóbi, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou um relatório que estimula o mundo a investir 2% do PIB em dez áreas estratégicas. Uma dessas áreas é a de resíduos sólidos. Pretende-se desassociar o crescimento do PIB com a geração de resíduos sólidos. Em vez de aumentar os resíduos sólidos, investir em ações de recuperação e reciclagem.

A PNRS, Lei nº. 12.305/2010, segue a visão do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e determina prazos para que os estados e os municípios brasileiros possam elaborar seus planos de gestão, para o cumprimento das suas determinações. A PNRS estabelece princípios e objetivos para a redução do volume de resíduos gerados, destacam-se, por ordem de prioridade, a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada.



Estas etapas necessitam de instalações e equipamentos públicos, que forneçam suporte para a correta entrega dos resíduos recicláveis e reutilizáveis pela população e pelas empresas, tais como: contêineres e infraestrutura física de pontos de entrega voluntária (PEV); usinas de triagem e reciclagem dos resíduos secos; instalações de tratamento dos resíduos dos serviços de saúde ou de resíduos orgânicos; aterros sanitários e aterros de resíduos da construção civil e inertes, dentre outros, que permitam o manejo diferenciado e integrado dos resíduos gerados.

Entretanto, os municípios brasileiros, principalmente os do Norte e Nordeste têm se deparado com inúmeros desafios que os direcionam no retardo ao atendimento aos serviços adequados de resíduos sólidos. Dentre eles, é possível citar a complexidade e as interconexões da variável ambiental com os problemas sociais, econômicos, espaciais e culturais. Além de outros, como dependência financeira para investir em obras de infraestrutura, descontinuidade política e falta de mão de obra técnica qualificada para a elaboração, acompanhamento e avaliação dos programas que tenham origem nos planos de gestão de resíduos (Fernandes et al, 2012). Esses problemas interferem e desestimulam a aplicação de técnicas de construção sustentáveis no setor da construção civil. Rocheta et Farinha (2007) destacam que em construções sustentáveis se faz necessário o cuidado com a gestão dos resíduos de construção civil, buscando o reuso e minimização dos resíduos. Essa gestão se encontra fundamentada no Princípio da Ecoeficiência, inserido na PNRS.

O Capítulo II, V Princípio, institui a Ecoeficiência como

(...) compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta (Brasil, 2010).

Práticas de conduta que violem este princípio serão consideradas como ilícitas e recaem em outro princípio da PNRS, o do “Poluidor-pagador”, que consiste em obrigar o poluidor a arcar com os custos da reparação do dano por ele causado ao meio ambiente.

Desta forma, as práticas corretas são claramente determinadas pelo marco regulatório, que traz em seu escopo definições importantes, como a gestão integrada e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, deixando deliberadas as ações de gerenciamento dos resíduos para o Governo, empresas e cidadãos, e as ações de fiscalização para os órgãos competentes governamentais municipais, estaduais e federais, além do Ministério Público.

O sistema de fiscalização ambiental no Brasil é complexo e envolve vários órgãos que encontram restrições para atuar de forma conjunta e eficaz. Vários problemas impedem o trabalho da fiscalização, dentre outros: quadro de funcionários insuficiente e falta de recursos para pagar servidores ou qualificá-los. A ausência de aplicações de sanções para casos de empresas envolvidas em práticas incorretas, especialmente às relacionadas ao Princípio do Poluidor-pagador, assim como a falta de cobrança de relatórios de impacto ambiental e social em obras de pequeno e médio porte, desestimulam o desenvolvimento de obras de engenharia sustentáveis.

Paulatinamente, as diretrizes da PNRS vêm assegurando propostas para enquadrar as atividades do setor da construção civil nas diretrizes da Lei. Almeida et Marchi (2016) relatam como se deu a construção de um Eco Ponto no bairro do Itaigara, município de Salvador, Bahia. Este equipamento público de recolhimento de materiais recicláveis e reutilizáveis teve como origem um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC, aplicado pelo Ministério Público da Bahia a três empreiteiros do ramo da construção civil, que depositavam entulho em local inapropriado (Figuras 1.0 e 2.0).



Figuras 1.0 e 2.0. Ecoponto instalado no Bairro do Itaigara – Salvador, oriundo de Termo de Ajustamento de Conduta - TAC

Fonte: Almeida e Marchi (2016)



A redução de desvios de conduta de empreiteiros não é tarefa de fácil solução. O descarte incorreto ainda é uma prática corriqueira sentida pelo cidadão quando observa praças, jardins, ruas e avenidas residenciais, terrenos baldios, margens de riachos, dentre outros. Muito há de se avançar para a aplicação do processo da ecoeficiência nas pequenas e médias obras da construção civil.

Rincón et Wellens (2011) descrevem as origens do instrumento intitulado “ecoeficiência”. Os autores revelam que a ecoeficiência derivou do conceito de desenvolvimento sustentável, apresentado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, durante a Assembleia das Nações Unidas. Posteriormente, se buscou um conceito que nor-teasse os objetivos empresariais visando o desenvolvimento sustentável. O resultado foi a publicação de um livro, intitulado *Cambiando el Curso*, escrito por Stephan Schmidheiny, para o World Business Council for Sustainable Development – WBCSD. Os autores afirmam que o texto deste livro

(...) buscó desarrollar un concepto que, uniendo las mejoras ambientales y económicas, les mostrará a las empresas cual era el reto de la sustentabilidad. Ese concepto fue el de ecoeficiencia (Rincón et Wellens, 2011, p.335).

Sissino et Moreira também apontam para a importância da criação de um conselho de empresas em prol da sustentabilidade. Narram a criação, em 1999, da Rede Brasileira de Produção mais Limpa (RBPL), coordenada pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS). Esta rede vem promovendo e difundindo a ecoeficiência e a metodologia de Produção mais Limpa (P+L) como instrumentos para aumentar a competitividade, a inovação e a responsabilidade ambiental no setor produtivo brasileiro.

Para os autores, é importante o monitoramento permanente do processo de produção durante a implementação do programa de ecoeficiência,

(...) quando são identificadas todas as fontes de uso de água, energia e materiais, em que poderão estar ou não ocorrendo desperdícios ocultos, com consequente aumento no gasto de água e energia e incremento na geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Esses desperdícios estão relacionados a fatores como problemas operacionais, qualidade de materiais e à falta de procedimentos e de treinamento adequado das equipes (Sissino et Moreira, 2005, p. 1.896).

Para uma efetiva redução dos impactos ambientais negativos gerados pela indústria da construção civil, é imprescindível o desenvolvimento de novos processos. No que se re-

fere ao gerenciamento e à tecnologia de novos processos, a Produção Mais Limpa (P+L) vem a ser um dos principais instrumentos para o desenvolvimento sustentável da indústria da construção civil, que visa aumentar a eficiência no uso de matérias primas e insumos, além da redução dos impactos negativos ao meio ambiente.

A Produção Mais Limpa – P+L, segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - UNEP, consiste na aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, que evita a geração, minimiza ou recicla os resíduos gerados pelos processos produtivos, com a finalidade de aumentar a eficiência na utilização das matérias-primas, água e energia e de reduzir os riscos para as pessoas e para o meio ambiente (Pimentel, 2009).

Estimulada pela Lei nº 12305/2010, a indústria da construção civil brasileira vem buscando se adaptar a este modelo, principalmente durante o processo construtivo de grandes empreendimentos, objetivando, dentre outras coisas, minimizar o problema das perdas no setor. Essas perdas são preocupantes,

(...) a maior parte da geração de RCD na fase de construção de uma obra está relacionada com as perdas em seus processos construtivos (principalmente por má gestão, mão de obra desqualificada e pouca tecnologia envolvida) (Fernandez et al., 2015, p. 7).

A adoção de técnicas de construção sustentáveis ainda é vista com certa resistência por parte de alguns construtores devido à preocupação com os custos iniciais de implantação. Embora esse tipo de construção possua maior custo inicial que as tradicionais, em torno de 2%, alguns empreendimentos têm incremento de 0% nos seus custos (Kats, 2014). Além disso, os custos adicionais de implantação poderão ser compensados futuramente com as economias alcançadas a partir das soluções de sustentabilidade adotadas.

De acordo com pesquisa realizada por Gomes (2010) com consumidores de diversos países, 18% dos entrevistados pagariam mais caro para obter produtos sustentáveis. A mesma autora observa que, no Brasil, o cenário é diferente, o custo mais elevado dificulta a aquisição de tecnologias sustentáveis, porém, complementa que se esses consumidores forem sensibilizados e esclarecidos sobre os benefícios estarão mais suscetíveis a mudanças. Nesse sentido, os profissionais envolvidos nos processos da construção têm um importante papel na informação e conscientização dos clientes finais sobre as vantagens da ecoeficiência.

Soluções de sustentabilidade no setor buscam eficiência energética, redução no consumo de água potável, maxi-



mização do planejamento de modo a evitar o desperdício, utilização de tecnologia e materiais de baixo impacto ambiental, ocupação consciente e programada do espaço físico, mitigação das mudanças climáticas, não geração de resíduos e, quando isso não for possível, a reciclagem e o reuso dos resíduos gerados.

Um problema de grande relevância é a alta taxa de consumo de energia do setor. Macedo et al. (2011) afirmam que a construção civil é responsável pelo consumo de 40% da energia do mundo. No Brasil, a maior fonte de energia elétrica é a hidroeletricidade, que apesar de ser uma fonte de energia limpa e renovável, também causa impactos na natureza, uma vez que necessita de grandes extensões, causando alagamento dos espaços, alteração na fauna e flora, desvio do curso dos rios e diminuição do seu volume. Além das questões ambientais envolvidas, surgem as questões sociais, como a desapropriação de imóveis e consequências graves no modo de subsistência das comunidades ribeirinhas, dentre outros.

A adoção de sistemas eficientes, incluindo o sistema de geração própria de energia, aquecimento solar de água e utilização de eletrodomésticos e eletroeletrônicos de baixo consumo energético podem auxiliar para o menor consumo. Kats (2014) aponta alguns elementos que subsidiam estes sistemas,

(...) sistemas eficientes, incluindo bomba de calor, aproveitamento da luz do sol, envoltória isolante, zoneamento de aquecimento e resfriamento e painéis solares fotovoltaicos, espera-se que esse edifício produza mais energia do que consome em um ano (p. 16).

Muitas vezes, os ocupantes destes imóveis podem conseguir até uma receita extra, enviando o excedente para a rede pública e recebendo créditos ou descontos na conta de energia. Esta prática é denominada construção neutra em carbono.

O custo de instalação de placas solares fotovoltaicas ainda é alto, seu retorno financeiro se processa a longo prazo. Entretanto, esses equipamentos, se bem cuidados, têm vida útil média de 25 anos.

Quanto à otimização da iluminação natural, Rocheta et Farinha (2007) citam elementos que promovem “a entrada de luz pela cobertura feita não só através de lanternins e clarabóias (...)” (Rocheta et Farinha, 2007, p. 7), ampliando os elementos que contribuem para minimizar gastos com energia.

Para os governos é mais vantajoso incentivar a implantação de melhorias em eficiência energética do que investir

em ampliação das fontes tradicionais, pois estes sistemas são mais dispendiosos. Com isso, a diminuição da demanda da energia tradicional gera grande economia para os cofres públicos e pode até provocar diminuição no preço final da energia.

Para Kats (2014), em edifícios sustentáveis, vários fatores compõem o quadro de melhoria do desempenho energético, tais como,

(...) o projeto, a construção e a operação com eficiência energética, incluindo a orientação adequada da construção; o dimensionamento correto e o controle de sistemas eletromecânicos de iluminação, aquecimento, resfriamento e sistemas de aquecimento de água eficientes; isolamento térmico e janelas de alto desempenho (p. 28).

A economia de água é outro fator fundamental nas obras sustentáveis. No Brasil houve um aumento de 10% no consumo per capita de água de 2008 a 2013, passando de 151,20 l/hab., em 2008, para 166,30 l/hab., em 2013 (Folha de São Paulo, 2015).

Segundo Kats (2014), edifícios sustentáveis conseguem reduzir, em média, 39% do seu consumo de água quando comparados com os convencionais. Esta economia pode ser dada na forma de sistemas mais eficientes, aparelhos redutores de vazão, aproveitamento das águas pluviais, reaproveitamento das águas servidas e projetos paisagísticos mais eficientes, com utilização de espécies da flora local mais resistentes às condições climáticas, diminuindo o volume de água utilizado para irrigação.

O projeto de um sistema eficiente de uso racional da água potável para uma edificação, além da redução do consumo, impacta significativamente na minimização dos custos ao longo da vida útil do projeto. Já os benefícios indiretos estão relacionados com a diminuição dos custos com infraestrutura, sistema de tratamento e bombeamento da água, além de alívio no sistema de escoamento público de águas pluviais.

Diante do exposto, a Lei nº 12.305, estabelecida em 2010, também vem se apresentando no Brasil com a prerrogativa de impulsionar alternativas construtivas que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais.

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo exploratório, que teve como finalidade ampliar o conhecimento sobre as construções sus-



tentáveis, de modo a garantir familiaridade com o tema, associá-lo aos princípios da PNRS e difundir informações que possam colaborar para a preservação ambiental.

O delineamento utilizado foi a pesquisa bibliográfica, que empregou fontes secundárias, artigos, textos científicos e livros ligados ao tema. Para evidenciar e ilustrar a relação dos aspectos ambientais, técnicas e práticas das obras sustentáveis, foram realizadas visitas técnicas em duas construções consideradas como sustentáveis na Região Metropolitana de Salvador, Bahia. O levantamento fotográfico só foi permitido no estudo de caso 1. Como não foi permitida a captação de imagens durante a visita técnica da construção relativa ao estudo de caso 2, optou-se por utilizar as imagens desta construção que se encontram disponibilizadas no site <https://www.flickr.com/>. Este site autoriza a livre e gratuita reprodução das imagens dos usuários cadastrados, desde que referenciadas.

Quanto aos procedimentos sistemáticos para a descrição e explicação dos eventos relatados, o estudo se desenvolveu num ambiente que preconizou a abordagem qualitativa, pois foram analisados os significados destes eventos, de forma crítica, uma vez que parte das ocorrências não fornece variáveis e indicadores apropriados, nem o apoio de informações estatísticas. Mesmo assim, apontam tendências quando avaliadas em conjunto.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

Nesta seção, buscou-se apresentar e discutir os resultados levantados durante visitas técnicas, realizadas pelos autores, que tiveram como propósito verificar procedimentos e tratamentos desenvolvidos junto às construções, consideradas como sustentáveis.

Diante do panorama da ausência de controle nos canteiros das pequenas obras, aonde ainda não prevalece o reaproveitamento de materiais e a adoção de processos que visem à preservação ambiental e o reaproveitamento de recursos naturais, é possível encontrar alguns casos na Região Metropolitana de Salvador, Bahia, que utilizam alternativas ligadas à ecoeficiência. Como afirmado anteriormente, mas que vale destacar, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define no Artigo 3º, item XIII, padrões sustentáveis de produção e consumo, como produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras (Brasil, 2010).

As construções sustentáveis seguem este objetivo, quando buscam intervenções programadas no entorno, preservando o ambiente natural, reduzindo o consumo de água e energia e minimizando a geração de resíduos.

Para que isso ocorra, é necessário o levantamento de critérios de avaliação. Os princípios inseridos nos sistemas de gestão ambiental indicados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR ISO 14004, recomendam que sejam criados critérios e métodos para a avaliação de quais aspectos ambientais serão considerados significativos dentro de uma organização. Com o propósito de evidenciar a contribuição das construções sustentáveis para proteção ambiental, estes sistemas consideram como aspectos significativos aqueles relacionados a certos detalhes construtivos, como a minimização e reutilização de resíduos da construção civil, a economia de água e de energia (ABNT, 2015).

Ampliando o cenário, a CBIC (2012) propõe o uso do potencial empreendedor e inovador dos profissionais da construção civil para solucionar questões socioambientais relacionadas às suas atividades. Aqui falamos de responsabilidade social, governança corporativa, transparência, pacto global, ISO 14000, ISO 26000, produção mais limpa, saúde e segurança do trabalhador, ecoeficiência, geração de riqueza na base da pirâmide, empreendedorismo social, inovações ambientais, desenvolvimento local, entre outras abordagens e estratégias capazes de tornar as empresas mais sustentáveis (CBIC, 2012, p. 19).

A influência da gestão ambiental no desempenho operacional e ambiental de empresas do setor da construção civil pode resultar em importante efeito benéfico para a preservação dos recursos naturais, ampliando as possibilidades de aplicar os conceitos, abordagens e/ou estratégias ligadas à construção sustentável e ecoeficiência em qualquer etapa da obra. O presente estudo, através da exposição de exemplos, construídos a partir de visitas técnicas a obras sustentáveis, descreve algumas aplicações destes conceitos na prática.

O primeiro exemplo a ser apresentado e discutido se refere à etapa final, ou seja, a de acabamento de uma casa de médio porte, localizada no município de Salvador. A sua principal característica é a concepção incomum do projeto arquitetônico, que prioriza o entorno, adequando o projeto à flora local, preservando as árvores nativas, minimizando os impactos ambientais (Figuras 3 e 4).

A casa possui pé direito alto e janelas amplas, priorizando a iluminação e ventilação naturais, evitando o consumo de eletricidade durante o dia. O uso das largas esquadrias de alumínio e vidro permitem maior ventilação e luminosidade ao ambiente. Rocheta et Farinha (2007) destacam que a ventilação também pode ser conseguida por meio do estudo da compartimentação e da localização de aberturas em fachadas. Focando melhor ventilação, outro elemento utilizado foi a esquadria de vidro e alumínio, devido à sua durabilidade e por se constituir em material reciclável e de baixa manutenção, o que evita gastos com energia durante a extração de matéria prima (Figura 5).



Figura 3. Perspectiva fotográfica da construção integrada ao ambiente

Fonte: Autores (2016)

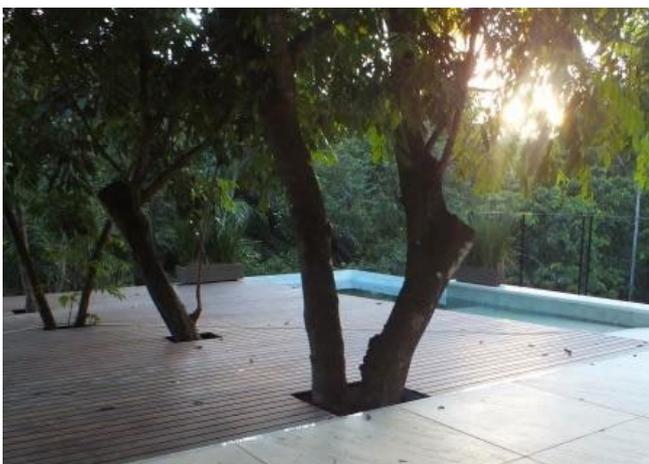


Figura 4. Perspectiva fotográfica da construção integrada à flora

Fonte: Autores (2016)



Figura 5. Perspectiva fotográfica do detalhe da iluminação natural

Fonte: Autores (2016)

A ventilação também pode ser proporcionada pela cobertura sustentável da construção, que mesmo em dias com extrema temperaturas externas do ar, tanto para o frio como para o calor, as coberturas verdes contribuem para a regulação térmica em edificações (Lopes, 2007).

Este tipo de telhado proporciona um melhor conforto ambiental para a casa e reduz o impacto visual da construção no meio ambiente, além da possibilidade de se tornar uma futura área de lazer.

Gomes (2010) chama a atenção para a adoção de coberturas sustentáveis para inúmeras melhorias de condições socioambientais e apoio à infraestrutura urbana. Para a autora, este tipo de construção proporciona o combate às ilhas de calor urbano, melhoria da qualidade do ar nos centros urbanos, tornando-se habitat para pássaros e borboletas, além de diminuir parte das águas de chuva que poderiam alagar bueiros.

O telhado ainda serve para a captação da água da chuva, pois a edificação possui sistema de reaproveitamento das águas cinzas e aproveitamento das águas pluviais, proporcionando economia no uso da água. Rocheta et Farinha (2007) esclarecem a importância da “(...) adoção de sistemas de tratamento que permitam a reutilização das águas pluviais e cinzas nas edificações sustentáveis” (Rocheta et Farinha, 2007, p. 8).

Esse direcionamento foi utilizado na edificação em estudo, que conta com sistema de filtragem e condicionamento destas águas, após coletadas e filtradas, passam por tratamento e são bombeadas para reservatórios que se localizam na parte superior da construção, sendo então distribuídas e reutilizadas para irrigação das áreas verdes e dos vasos sanitários (Figura 6).



Figura 6. Perspectiva fotográfica do telhado verde

Fonte: Autores (2016)



Em relação à produção de energia, a construção prevê autossuficiência, já que painéis solares foram instalados de modo a produzir energia para atender a demanda da residência, lançando o excedente na rede da concessionária, gerando créditos de energia para os proprietários.

O segundo caso analisado foi de uma casa, já construída e habitada, localizada no município de Lauro de Freitas, que pertence a RMS. A casa possui um pavimento e tem como característica principal a utilização de materiais e técnicas alternativas. O projeto foi elaborado de modo que a construção ocupasse o espaço em que não houvesse árvores nativas (Figura 7).



Figura 7. Imagem da vista frontal da casa
 Fonte: Gurgel, 2016

Materiais e elementos de construção à base de terra são mais sustentáveis. Murta et al. (2010) esclarecem esta afirmativa quando explicam que,

“(…) por um lado, porque a terra é natural, reciclável e abundante em qualquer local e, por outro lado, porque as técnicas utilizadas para o fabrico desses materiais e elementos construtivos são normalmente simples, requerem pequena quantidade de energia e emitem uma quantidade inexpressiva de gases nocivos para a atmosfera” (Murta et al., 2010, p. 8).

Kats (2014) ressalta a grande quantidade de energia consumida na extração, fabricação e transporte de materiais de construção, como lajes e tijolos convencionais. Embora construída com infraestrutura e lajes usuais, sem preocupação de sustentabilidade, a casa conta com tijolos ecológicos na constituição de suas paredes. Este tijolo recebe essa denominação por utilizar uma pequena porcentagem de cimento, cerca de 10%, em sua constituição, sendo feito a partir de uma mistura de solo, água e cimento, depois prensados sem a necessidade de queima, como ocorre com

blocos cerâmicos. Além disso, possui função estrutural, evitando a necessidade de pilares, diminuindo o consumo de concreto, madeira, brita, areia e aço, e, por consequência, gerando menos resíduos (Figura 8).



Figura 8. Imagem do tijolo ecológico utilizado na construção
 Fonte: Gurgel, 2016

Nas paredes internas dos quartos foi utilizada tinta mineral ecológica, composta de terra crua, com característica antibactericida, não trazendo risco à saúde humana, pois não contém COV (composto orgânico volátil). Como o primeiro caso apresentado de construção sustentável, o imóvel em análise possui sistema de reaproveitamento de água, tanto das águas cinzas como das águas pluviais. Entretanto, o sistema é diferente do primeiro caso analisado, pois as águas cinzas passam por processo de filtros biológicos, onde as impurezas são retidas, tais como partículas sólidas e sabão. As águas são redirecionadas para o reservatório que armazena, também, água da chuva, captada pelo telhado verde. Posteriormente, é bombeada para um reservatório superior, que abastece os vasos sanitários (Figura 9).



Figura 9. Imagem do reservatório de águas
 Fonte: Gurgel, 2016



Outra técnica alternativa utilizada é a bacia de evapotranspiração, adotada em substituição à fossa séptica. Consiste em sistema que recebe as águas negras da casa e realiza o processo de retenção e decomposição das partes sólidas por bactérias anaeróbicas. Enquanto a água percola por camadas de brita, areia e solo, as raízes das plantas absorvem a água e depois a eliminam para a atmosfera, a partir da evapotranspiração (Figura 10).



Figura 10. Imagem da fossa ecológica de bananeira
 Fonte: Gurgel, 2016

A casa possui, ainda, telhado verde, com plantas da região, e um espaço onde, futuramente, serão colocados os painéis solares. É importante destacar que o projeto arquitetônico inicial já apontava para aspectos de construção sustentável no que se refere à adoção de painéis solares. Assim, ao longo dos anos, reformas e novas instalações são adicionadas, preservando a infraestrutura existente, evitando a retirada de alvenaria e retrabalho de paredes e coberturas (Figura 11).



Figura 11. Imagem do telhado verde
 Fonte: Gurgel, 2016

A casa dispõe de um pé direito alto e uma claraboia, o que permite o aproveitamento da iluminação natural em todos os cômodos (Figura 12). Durante à noite, lâmpadas LED são utilizadas, pois possuem baixo consumo energético e maior vida útil que as tradicionais.



Figura 12. Imagem da construção contendo detalhes sobre iluminação natural
 Fonte: Gurgel, 2016

Diante do exposto, os estudos de caso possibilitaram visualizar, na prática, a aplicação da ecoeficiência e da construção sustentável, sinalizadas pela preocupação com o meio ambiente nestas obras, consideradas de pequeno e médio porte. A seguir, demonstra-se no Quadro 1.0 os principais elementos ligados à ecoeficiência encontrados durante as visitas técnicas e o referencial levantado no estudo bibliográfico.

Nos estudos sobre as construções, observou-se que foram empregadas mudanças desde as mais simples, como coleta de águas pluviais, até as mais elaboradas, como alterações no processo construtivo, que podem servir como exemplo para outras obras, trazendo de forma paulatina e constante mudanças nos atuais procedimentos, considerados nocivos e impactantes ao ponto de gerarem até 70% dos resíduos sólidos urbanos e consumirem 75% dos recursos naturais extraídos no planeta, como informado anteriormente.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo foi identificar aspectos ligados às obras sustentáveis em construções de pequeno e médio porte na Região Metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil, que utilizassem premissas contidas e estimuladas pelos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil.

É importante evidenciar que a maioria dos insumos utilizados pela construção civil é proveniente de fontes



Quadro 1.0. Quadro comparativo entre principais elementos encontrados nas construções e referencial utilizado

REFERENCIAL	ELEMENTOS SUSTENTÁVEIS ENCONTRADOS NAS VISITAS TÉCNICAS
Elementos que propiciam a geração de energia sustentável	
“... sistemas eficientes, incluindo bomba de calor, aproveitamento da luz do sol, envoltória isolante, zoneamento de aquecimento e resfriamento e painéis solares fotovoltaicos, espera-se que esse edifício produza mais energia do que consome em um ano” (Kats, 2014, p. 16).	Os dois projetos adotam o sistema de energia solar, responsável por abastecer a edificação e injetar o excedente na rede da concessionária de energia. Além disso, utilizam mecanismos que evitam o uso de energia elétrica durante o dia.
Quanto à otimização da iluminação natural, Rocheta et Farinha (2007, p. 7) citam a importância da promoção da “(...) entrada de luz pela cobertura feita não só através de lanternins e clarabóias (...)”.	O segundo caso apresentado considerou no projeto o uso de claraboia para aproveitamento inteligente da iluminação solar.
Sistema de ventilação natural	
Rocheta et Farinha (2007, p. 5) destacam que a ventilação também pode ser conseguida “(...) através do estudo da compartimentação e da localização de aberturas em fachadas (...)”.	As amplas esquadrias utilizadas nos dois estudos de caso são recicláveis e compostas de alumínio e vidro, que permitem maior ventilação e luminosidade ao ambiente.
Mesmo em dias com extrema temperaturas externas do ar, tanto para o frio como para o calor, as coberturas verdes contribuem para a regulação térmica em edificações (Lopes, 2007).	As duas edificações contam com telhado verde, técnica que proporciona melhor isolamento térmico, permitindo diminuir a temperatura do local, aspecto importante, pois as casas estão localizadas em região de clima equatorial.
Reaproveitamento de água	
Em relação ao reaproveitamento das águas cinzas e pluviais, Rocheta et Farinha (2007, p. 8) defendem que “A adoção de sistemas de tratamentos prediais permite a reutilização tanto das águas pluviais como das águas residuais domésticas saponadas (provenientes de banheiras, chuveiros, bidês, lavatórios etc.) no local.	Apesar de adotarem sistemas diferentes, as casas dispõem de sistema de coleta, filtragem e reuso da água, possibilitando economia financeira e dos recursos naturais.
Utilização de cobertura verde	
Esse tipo de construção proporciona o combate às ilhas de calor urbano, absorvendo gases do efeito estufa emitidos por veículos e melhorando a qualidade do ar nos centros urbanos; diminui parte das águas de chuva que poderiam alagar bueiros; e torna-se habitat para pássaros e borboletas (Gomes, 2010).	As duas edificações contam com o telhado verde, sistema que permite a drenagem das águas pluviais, minimizando a possibilidade de alagamento de bueiros. Além disso, esse espaço integra a construção à fauna local, servindo de morada de pássaros e borboletas.
Utilização de materiais sustentáveis	
“Os materiais e elementos de construção à base de terra são mais sustentáveis, por um lado, porque a terra é natural, reciclável e abundante em qualquer local e, por outro lado, porque as técnicas utilizadas para o fabrico desses materiais e elementos construtivos são normalmente simples, requerem pequena quantidade de energia e emitem uma quantidade inexpressiva de gases nocivos para a atmosfera” (Murta et al., 2010, p. 8)	Nesse sentido, observa-se que o segundo caso apresentado responde melhor a este requisito, pois utiliza materiais de construção sustentáveis, como tijolos ecológicos e tinta mineral ecológica, feitos com solo, enquanto que o primeiro caso utiliza as técnicas convencionais.
Gerenciamento adequado dos resíduos de construção civil	
“Uma quantidade significativa de energia é consumida na extração, fabricação e transporte de materiais de construção” (Kats, 2014, p. 22).	No segundo estudo de caso, as paredes são constituídas de tijolos ecológicos, que na sua composição utilizam quantidade reduzida de cimento, além de servirem também como elemento estrutural, diminuindo o consumo de cimento, agregados naturais e aço.
Rocheta et Farinha (2007) destacam que em construções sustentáveis se faz necessário o cuidado com a gestão dos resíduos de construção civil, buscando o reuso e minimização dos resíduos.	No primeiro estudo de caso, buscou-se utilizar, sempre que possível, os resíduos no próprio canteiro de obras.

Fonte: Elaboração dos autores.



esgotáveis e alguns, em especial aqueles de melhor qualidade, estão escassos em determinadas regiões do Brasil. Em meio ao cenário da construção civil ligada às médias e pequenas obras, nota-se que existem técnicas, materiais e processos inovadores e criativos, que trazem esperança para futuras transformações no padrão construtivo deste tipo de construção.

É inegável que o setor ainda precisa de muitos investimentos para minimizar os problemas ambientais nas suas atividades. No Brasil, ainda são observadas ações legais e organizacionais insuficientes diante da magnitude dos desafios trazidos pelos rejeitos gerados. Entretanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos vem impulsionando, por meio de instrumentos legais, algumas mudanças na forma de agir das empresas, do poder público e da sociedade. Um exemplo a ser destacado é a condição que o poder público pode se valer para garantir o exigido no princípio do Poluidor Pagador. O Art. 8º, que trata dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, prevê dentre outros, acordos setoriais e revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras.

Os termos de ajustamento de conduta são bons exemplos. A 5ª Promotoria de Justiça de Meio Ambiente do Ministério Público da Bahia vem adotando a prática de ajustes de conduta. A atuação conjunta de vários setores da sociedade revela a possibilidade da adoção de novas posturas, de novos procedimentos e de novos paradigmas, tais como ecoeficiência e construção sustentável.

Conclui-se que há uma crescente tendência construtiva que visa utilizar técnicas para a redução da geração de resíduos, reaproveitamento da água e aproveitamento de energia alternativa e da vegetação natural. Embora as ações voltadas de P+L na construção civil comportem valioso potencial no âmbito da prevenção, ainda são insuficientes para solucionar os graves problemas ambientais promovidos pelo setor, sendo necessárias atuações conjuntas da sociedade, do governo e das organizações, além de maiores investimentos em pesquisa e inovação tecnológica.

REFERÊNCIAS

- Almeida, G; Marchi, C. M. D. F. (2016), O papel do poder público e a atuação do Ministério Público da Bahia para a implantação dos ecopontos no município de Salvador, *Anais... 19ª Semana de Mobilização Científica da UCSAL: Natureza, Ciência e Sociedade*, Salvador, BA, 18-22 out. 2016.
- Araújo, C. L. et al. (2015), "A Agenda Ambiental na Administração Pública: desafios operacionais e estratégicos", *Desenvolvimento em Questão*, Unijuí, Rio Grande do Sul, No. 32, pp. 21-47.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2005), NBR ISO 14004: Sistemas de gestão ambiental – diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio, Rio de Janeiro.
- Brasil (2010), Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm (Acesso em: 19 mar. 2016).
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil – CBIC (2012), "Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da Construção", Fundação Dom Cabral, Nova Lima, disponível em http://www.cbic.org.br/arquivos/Guia_de_Boas_Praticas_em_Sustentabilidade_CBIC_FDC.pdf (acesso em 19 jan. 2018).
- Fernandes, V. et al (2012), "Metodologia de Avaliação Estratégica de Processo de Gestão Ambiental Municipal", *Saúde e Sociedade*, São Paulo, Vol. 21, Supl.3, pp.128-43.
- Fernandez, J. L. B. et al. (2015), Resíduos sólidos da indústria da construção civil: contribuições, ameaças e possibilidades para um crescimento igualitário nas cidades, *Anais... 18ª Semana de Mobilização Científica: Direitos Humanos, Ética e Dignidade*, Salvador, BA, 18-25 out. 2015.
- Folha de São Paulo (2015), "Água no Brasil", disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/infograficos/2015/01/118521-agua-no-brasil.shtml> (acesso em 19 jan. 2018).
- Gomes, V. (2010), "Sustentabilidade na construção civil: benefícios ambientais e econômicos", *ComCiência*, No. 122., entrevista concedida a Carolina Otaviano, disponível em: <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n122/04.pdf>. (acesso em 13 out. 2017).
- Gurgel, Argeu Quariguasi. Album Construções Ecológicas, disponível em: <https://www.flickr.com/photos/phiaraq/albums/72157623438762919> Acesso em 18 mar 2016.
- Kats, G. (2014), *Tornando o nosso ambiente construído mais sustentável: custos, benefício e estratégias*, SECOVI-SP, São Paulo.
- Lopes, D. A. R. (2007), Análise do Comportamento Térmico de uma Cobertura Verde Leve (CVL) e Diferentes Sistemas de Cobertura, Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-11122007-093813/pt-br.php>. (acesso em 14 out. 2017).
- Macedo, L. V. de. et al. (2011) *Construindo Cidades Verdes: Manual de Políticas Públicas para Construções Sustentáveis*, 1 ed., ICLEI-Brasil, São Paulo.
- Marques Neto, J. C. (2005), *Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil*, RIMA, São Carlos.
- Murta, A. (2010), "Benefícios Econômicos e ambientais inerentes ao uso de materiais estruturais naturais em habitações unifamiliares", *Ambiente Construído*, Vol. 10, No. 3, pp. 07-



22, disponível em: <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/12111>. (acesso em 14 out. 2017).

Pimentel, S. R. (2009), Produção Mais Limpa Aplicada à Construção Civil, Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2009-2/SCHEILA%20H.%20PIMENTEL.pdf> (acesso em 22 mar. 2016).

Rincon, E.; Wellens, A. (2011), “Cálculo de indicadores de ecoeficiencia para dos empresas ladrilleras mexicanas”, Revista internacional de Contaminación Ambiental, Vol. 27, No. 4, pp. 333-45, disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000400006&Ing=es&nrm=iso> (accedido en 28 oct. 2016).

Rocheta, V.; Farinha, F. (2007), Práticas de Projecto e Construtivas para a Construção Sustentável, *Anais...* 3º Congresso Nacional de Construção 2007, Coimbra, Portugal, pp. 1-11.

Sisino, C. L. S.; Moreira, J. C. (2005), “Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde”, Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, Vol. 21, No. 6, pp. 1893-1900, disponível em <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2005000600039&Ing=pt&nrm=iso>. (acesso em 28 out. 2016). <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2005000600039>.

Recebido: 16 maio 2017

Aprovado: 15 jan. 2018

DOI: 10.20985/1980-5160.2018.v13n1.1319

Como citar: Fernandez Marchi, C. M. D. F, Bohana, M. C. R., Fernandez, J. L. B (2018), “Gestão ambiental em resíduos sólidos: construções sustentáveis e ecoeficiência”, *Sistemas & Gestão*, Vol. 13, No. 1, pp. 118-129, disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1319> (acesso dia mês abreviado. ano).