

REDUÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL ASSOCIADA ÀS BOAS PRÁTICAS NA ENGENHARIA CIVIL

Elise Oliveira Schweig¹
Marcos Aurélio Rodrigues Santana²
Iury Bispo dos Santos³
Wesmara Barbosa Ramos⁴
Greyce Bernardes de Mello Rezende⁵
Igor Aureliano Miranda Silva Campos⁶
Jackson Antônio LamounierCamargos Resende⁷

Resumo:

É notório que a construção civil é uma indústria cujos impactos das atividades são muito significativos e abrange as esferas econômica, social e ambiental. Desta forma, com o aumento da consciência ambiental e do interesse pela promoção do bem-estar da sociedade, faz-se necessário que seu desenvolvimento se dê de forma sustentável. Em busca desse objetivo, o setor busca por empregar técnicas e métodos que melhor aplicam o conceito de sustentabilidade em suas atividades, desenvolvendo novas tecnologias e materiais e reelaborando os sistemas construtivos e modelos de produção já existentes de forma a inseri-los no contexto atual da indústria. Isto posto, o presente artigo tem por objetivo investigar as principais práticas, técnicas e metodologias aplicadas à construção civil, cujas finalidades são voltadas à redução e não geração de resíduos sólidos, que representam uma grave e relevante problemática ambiental. Por meio de pesquisa bibliográfica, foram explorados fatores como a importância da gestão de Resíduos da Construção Civil (RCC) nas etapas de projeto e execução da obra; a necessidade do planejamento e organização do canteiro de obras para que esse gerenciamento ocorra de forma eficaz; além de conceitos de Produção mais Limpa (P+L) e *Ecodesign*, que representam ferramentas de gestão ambiental que podem ser aplicadas de forma eficiente nos processos industriais e atividades da construção civil. Visto que toda construção é geradora de RCC, pode-se verificar a importância da redução proporcionada por cada um desses procedimentos para o desenvolvimento sustentável do setor.⁸

¹Bacharelado em Engenharia Civil. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: eliseschweig@gmail.com

² Bacharelado em Engenharia Civil. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: marcos_a.thebest@hotmail.com

³ Bacharelado em Engenharia Civil. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: iurybispo@hotmail.com

⁴ Bacharelado em Engenharia Civil. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: wesmara@hotmail.com

⁵ Doutorado em Recursos Naturais. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: greycebernardes@yahoo.com.br

⁶Bacharelado em Engenharia Civil com especialização em Estruturas de Concreto e Fundações. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: igormirandacampos@gmail.com

⁷ Doutor em Química. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: jack.aresende@gmail.com

⁸Os resultados do presente artigo são oriundos do projeto de extensão “Resíduos na Construção Civil: uma abordagem sobre sustentabilidade” desenvolvido em 2017 cujo objetivo foi buscar conscientização ambiental local sobre o manejo adequado do RCC bem como capacitar a mão-de-obra profissionalizante através de palestras e atividades em Barra do Garças-MT.

Palavras-chave:

Resíduos da Construção Civil. Sustentabilidade. Projeto. Canteiro de obras. Gestão ambiental.

THE REDUCTION OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE ASSOCIATED WITH GOOD PRACTICES IN CIVIL ENGINEERING

Abstract:

It is known that civil construction is an industry whose impacts of activities are very significant and covers the economic, social and environmental spheres. In this way, with the increase of the environmental awareness and interest in promoting the well-being of society, it is necessary that its development takes place in a sustainable way. In pursuit of this objective, the sector seeks to employ techniques and methods that best apply the concept of sustainability in its activities, developing new technologies and materials and re-engineering existing construction systems and production models in order to insert them in the current context of industry. That said, this article aims to investigate the main practices, techniques and methodologies applied to civil construction, whose purposes is to reduce and not generate solid waste, which represent a serious and relevant environmental issue. Through a bibliographic research, were explored factors such as the importance of Civil Construction Waste (CCW) management in the stages of project design and execution; the need for planning and organizing the building site so it can be manage effectively; and also, the concepts of Cleaner Production (CP) and *Ecodesign*, which represent environmental management tools that can be applied efficiently in industrial processes and construction activities. Since all construction generates CCW, it is possible to verify the importance of the reduction provided by each of these procedures for the sector's sustainable development.

Key words:

Civil Construction Waste. Sustainability. Project. Building sites. Environmental management.

Introdução

A construção civil é tida como uma das indústrias que mais geram impactos ambientais em decorrência das suas atividades, principalmente no que diz respeito à exploração de matérias-primas naturais e não renováveis, à alta geração de resíduos, ao elevado consumo energético e emissão de poluentes atmosféricos, assim como de agentes contaminantes de solo e corpos hídricos (CALDAS et al., 2015; PROTA, 2014).

Em vista disso, a sustentabilidade tornou-se um fator relevante e decisivo no crescimento do setor, almejando-se o desenvolvimento sustentável da indústria, cuja concepção visa mudanças conceituais e metodológicas na forma de extração e utilização dos recursos naturais, no desenvolvimento tecnológico, na direção dos investimentos e nos valores éticos institucionais e educacionais com o objetivo de conciliar as necessidades da

indústria com as condições ambientais e o bem-estar social (ÂNGULO; ZORZAN; JOHN, 2001; SILVA et al., 2009).

Fernandes e Cândido (2015) afirmam que os conceitos de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade são complementares e de natureza multidisciplinar, sendo que o primeiro é imprescindível para a ocorrência do segundo. De acordo com Guimarães (2003, apud FERNANDES; CÂNDIDO, 2015), a sustentabilidade apresenta uma grande amplitude, relacionando-se com as dimensões ecológicas, que diz respeito à conservação dos recursos naturais; ambiental, que avalia a capacidade de suporte dos ecossistemas e as influências das atividades humanas sobre ele; demográfica, que avalia as condições locais e particularidades regionais; cultural, relacionada à conservação da diversidade de culturas e valores; social, que visa a promoção da qualidade de vida e redução da exclusão social; política, voltada à construção da cidadania da população; e institucional, que busca o fortalecimento e/ou criação de instituições.

Segundo Laruccia (2014), praticamente todas as atividades da construção civil apresentam geração de resíduos, que recebem a denominação de Resíduos da Construção Civil (RCC). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a partir da Resolução nº 307 do ano de 2002, define RCC como todo material residual dessas atividades, sejam elas relacionadas à construção, demolição, manutenção ou reforma, sendo compostos por materiais cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, argamassas, resinas, tintas, solventes, madeira, metais, gesso, vidro, plástico, papel, material betuminoso, etc.

Neste mesmo documento, o órgão estabelece as diretrizes e procedimentos para o gerenciamento de RCC, atribuindo ao gerador a responsabilidade pela separação e destinação ambientalmente correta em aterros sanitários específicos a cada classe desses resíduos. Além disso, CONAMA (2002) recomenda a adoção de ações voltadas a não-geração e redução do volume produzido, assim como a predileção pela reciclagem e reaproveitamento de RCC em detrimento da deposição final por meio de aterramento.

De acordo com Fernandez (2012), o volume gerado de RCC representa uma proporção de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos totais, sendo a maior parte dele composto por resíduos de baixa periculosidade, mas que causam vários distúrbios ambientais devido à sobrecarga de aterros sanitários e áreas licenciadas para a disposição final ou, ainda mais preocupante, pelas deposições irregulares em encostas, terrenos baldios e zonas de “bota-fora” clandestinas. A autora ainda afirma que podem ser encontrados misturados ao RCC resíduos orgânicos, embalagens nas quais pode ocorrer acúmulo de água e

também produtos perigosos ou tóxicos, que agravam ainda mais o risco de contaminações ambientais e proliferação de vetores de doenças.

Carneiro et al. (2010) aponta que esta problemática é ainda mais severa nos centros mais urbanizados, nos quais os transtornos ao saneamento público geram altos custos econômicos e sociais, uma vez que as áreas mais expostas à falta de coleta e transporte de RCC, assim como onde mais frequentemente se observa deposições irregulares, são representadas pelas zonas nas quais residem a população com menor renda. Ainda se têm como consequência do mau gerenciamento de RCC a degradação da qualidade de vida da população em geral, desvalorização estética de zonas urbanas, distúrbios de drenagem e assoreamento de rios (CARNEIRO et al., 2010; FERNANDEZ, 2012).

Segundo Prota (2014), o elevado volume de RCC produzido é diretamente relacionado a erros de projeto e execução, inexperiência do projetista, mudanças de projeto durante a etapa de execução, falha no planejamento das etapas da obra, acondicionamento incorreto dos materiais de construção e mão de obra não qualificada. Dessa forma, com o aumento da consciência ambiental, verifica-se uma maior pressão por parte dos investidores, financiadores e mercado consumidor por um maior controle e minimização dos impactos produzidos pela obra, levando em conta todas as fases da obra, seja projeto, execução, demolição e até mesmo utilização, com o emprego de técnicas e materiais voltados à reutilização de água e economia de energia. A este tipo de empreendimento, costuma-se chamar de “Construção Sustentável” (SILVA et al., 2009).

Outrossim, no que se refere à pesquisa acadêmica, Rocha e Cheriaf (2003) afirmam que os estudos se voltam principalmente para o desenvolvimento de tecnologias, métodos construtivos e materiais que melhor aplicam o conceito de sustentabilidade, reduzindo os impactos ambientais e a geração de resíduos. Também se destaca a busca por formas de reaproveitamento e reciclagem dos RCC já gerados, cujo objetivo é o fechamento da cadeia produtiva dos materiais ao retorná-los para o ciclo industrial como matéria-prima secundária, eliminando a necessidade de aterramento de boa parte do volume produzido (ÂNGULO; ZORZAN; JOHN, 2001; LARUCCIA, 2014).

Dessa forma, o presente artigo tem por objetivo a investigação das principais técnicas e metodologias voltados para as ações de não-geração e redução da produção de RCC.

Metodologia

Este estudo foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, a partir da qual foram explorados os parâmetros a serem considerados durante a fase de projeto da obra, como planejamento e compatibilização de projetos; os métodos e práticas aplicados dentro do canteiro de obras durante a execução; assim como modelos sustentáveis de gestão industrial, como Produção mais Limpa e *Ecodesign*.

Fundamentação Teórica:

Planejamento da obra

Para que haja uma perfeita integração dos serviços desenvolvidos na construção civil, necessita-se de um planejamento prévio. Segundo Mattos (2010), o planejamento da obra é um dos principais sistemas para o seu gerenciamento, envolvendo também orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações, etc.; podendo-se acompanhar os serviços, comparar o estágio da obra com o cronograma previamente criado, tendo o gestor maior facilidade em tomar decisões rápidas em tempo hábil quando houver algum desvio detectado beneficiando o andamento da obra e evitando situações de perdas.

O planejador deve ter um conhecimento global e seguro de toda a obra. Com isso, cria-se a oportunidade de se fazer um estudo dos projetos para determinar o melhor método construtivo, a produtividade, o orçamento e o período trabalhável, permitindo mais eficiência ao empregar técnicas construtivas ágeis, econômicas e que gerem o mínimo de resíduos. Pensando de uma maneira estratégica o planejamento vem como uma ferramenta de monitoramento dentro do canteiro, proporcionando maior controle no desempenho da produção, visto que a baixa produtividade e os altos índices de perdas do setor podem estar relacionados com a falta de planejamento ou mesmo por um planejamento deficiente como apontam estudos realizados (MATTOS, 2010).

Destarte, o planejamento tem como principal característica a definição e otimização do sistema a ser empregado no empreendimento eliminando as perdas que podem ser consideradas evitadas, podendo o mesmo ser de curto, médio e longo prazo. Matias et al. (2012), aponta que, uma vez que o gestor possua um cronograma físico financeiro bem detalhado, ele consegue potencializar a execução da obra, ganhando tempo e diminuindo o desperdício de material dado ao seu maior controle.

Mattos (2010) ressalta que na obra deve-se existir uma padronização das ideias, podendo ser transmitidas através de uma boa comunicação tornando consensual o plano de ataque estabelecido no planejamento, além de que empresas que se planejam antecipadamente passam mais credibilidade e comprometimento aos clientes.

Um bom planejamento é capaz de identificar antecipadamente possíveis problemas que se identificados tardiamente poderão ser irreversíveis. Borges (2012, Apud CHIAVENATO, 2005) observa que a função do planejamento implica em projetar com antecedência a produção da empresa, preocupando-se com os materiais necessários, a quantidade de mão de obra, maquinários e equipamentos, assim como o estoque de materiais disponíveis.

As causas das maiores ineficiências quanto ao planejamento estão ligadas a negligência na elaboração do planejamento, sendo este trabalho muitas vezes destinado apenas a um setor isolado da empresa, possuindo informações inconsistentes sem atualizações constantes, ou mesmo não sendo utilizado na obra (MATTOS, 2010). A falta de controle e planejamento nas obras podem ocasionar baixa produtividade, desperdícios de materiais, furos no orçamento causando situações desastrosas para as obras e por extensão para as empresas que as executam. Quanto melhor for desenvolvido o planejamento, maior será seu grau de qualidade na execução e economia de materiais.

Importância dos projetos na construção civil

Tendo em vista a importância de se ter um bom planejamento para se obter melhores resultados, os projetos se tornam indispensáveis uma vez que ajudam a manter o controle da obra. Borges (2012, apudRUSSOMANO, 2000) entende-se que o planejamento é necessário para que se atinja os resultados de produção almejados, em termos de qualidade, quantidade, prazo e lugar.

Para tanto, Borges (2012) aponta a fase do projeto como sendo finita e singular, com objetivos bem definidos obtendo-se maior qualidade quanto a sua execução. Ainda segundo Borges (2009) caracteriza o projeto como sendo um conjunto de informações base, que servirão como atribuições na obtenção de soluções para dada construção, abordando aspectos legais, formas construtivas, materiais e tecnologias empregados, estética, bem como custos orçamentários, entre todos os outros quesitos importantes, seguindo-se um cronograma predeterminado.

As perdas são inerentes a qualquer processo de produção, mas pode-se dizer que quanto maior sua quantidade menos eficiente será o sistema. O objetivo dos projetos é a melhoria da performance desse sistema, identificando as falhas em sua origem antes de serem executadas, evitando futuros retrabalhos e desperdícios de materiais. Borges (2012) destaca a importância das grandes alterações, sejam em sua fase inicial ou final de produção, realizadas para a resolução de futuros problemas no início do planejamento e no momento da execução do produto que, caso não sejam feitas, o projeto estará fadado ao fracasso.

Seja qual for o porte do empreendimento, este advém de uma demanda criada pelo incorporador, que terá como referência básica as exigências do mercado e a obtenção de lucros, tendo em vista a diminuição dos custos e do tempo de produção. A elaboração de projetos estabelece procedimentos a serem seguidos nas diversas etapas de execução de uma construção, dado que o planejamento preliminar antevê situações adversas eliminando possíveis retrabalhos (AVILA, 2011).

O gestor de projetos tem como objetivo administrar os problemas e conflitos encontrados no planejamento usando de muita responsabilidade, competência, em caso de descuidos inconclusivos poderá ocasionar uma oneração exagerada de custos que ocasionara em um dimensionamento errôneo dos recursos necessários para produção da obra (BORGES, 2012). Os softwares disponíveis no mercado auxiliam quanto a produção dos projetos tornando mais simples sua elaboração.

Compatibilização do projeto e redução de perdas

Em relação à perdas na construção civil frequentemente associa-se unicamente aos desperdícios de materiais, mas, segundo Formoso et al. (1998), o conceito de perda estende-se muito além, podendo ser entendida como qualquer ineficiência que se reflita no uso superior àquele necessário à produção da edificação, seja ele pelo uso inadequado de materiais, capital, mão de obra e equipamentos.

A racionalização nas obras tem sido fator de sobrevivência e competitividade das empresas no atual cenário do mercado da construção, fazendo-se necessária a gestão coordenada da obra, buscando por resultados satisfatórios ao longo de suas fases, utilizando-se da compatibilização como mecanismo para racionalização e melhor construtibilidade (NASCIMENTO, 2015). Silva e Guimarães (2006), explica o conceito de construtibilidade, uma vez que se tenha definido as técnicas a serem adotadas no empreendimento faz-se necessário ter seu pleno conhecimento para sua execução, adequando-se o projeto a realidade

da construção visando a simplificação das operações, envolvendo a todos os profissionais durante todas as fases da obra: concepção, planejamento, projeto e execução.

O conceito de compatibilização de projetos advém da correção prévia de interferências encontradas nesses projetos, que possivelmente iriam acarretar em perdas e retrabalhos, elevação de custos e um produto final de qualidade deficiente. Segundo Nascimento (2013 apud CALLEGARI, 2007), quando não se valoriza a elaboração dos projetos, estes são entregues à obra repleto de erros e lacunas, ocasionando perdas e ineficiências nas atividades de execução, bem como um produto final de baixa qualidade, atribuídos pelo grande número de problemas patológicos referentes às falhas do projeto.

Apesar do avanço tecnológico que o setor da construção civil vem passando no decorrer dos anos, Ávila (2011, apud TAVARES JÚNIOR et al., 2003), destaca a prática comum entre empresas de pequeno porte em não se utilizar da prática de compatibilização dos projetos, gerando fatores negativos a suas obras.

De acordo com o SEBRAE (1995), a compatibilização pode ser definida como uma atividade de gerenciamento e integração dos projetos correlatos, buscando pelo perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para a obtenção dos padrões de controle e qualidade da obra. E ainda segundo Ávila (2011 apud PICCHI 1993), a compatibilização de projeto entende-se pela sobreposição dos vários projetos buscando identificar as interferências, bem como programar reuniões entre os projetistas e a coordenação, com o objetivo de solucionar os conflitos encontrados.

Segundo Nascimento (2013), grande parte das perdas nas obras são provenientes dos problemas de compatibilização de projetos, relacionados com a falta de detalhamento dos projetos, que em sua maioria não possuem detalhes necessários à sua execução.

Ávila (2011) relata outro motivo causador de conflitos nos projetos, trata-se do uso de programas conflitantes utilizados pelos projetistas, seguindo um modelo sem padronização utilizam-se de parâmetros diferentes nas escolhas de *layers* e nomenclaturas podendo haver dificuldades na compreensão quanto as informações e à sua apresentação aumentando as chances de ocorrer interferências.

A competitividade do setor fez com que as empresas passassem por um processo de mudança, adotando critérios que assegurem obras mais racionalizadas de maneira que para tal exige-se que os projetos tenham mais harmonias entre si, evitando conflitos e alcançando padrões de qualidade almejados pelo mercado (ÁVILA, 2011 apud ADESSE e MELHADO, 2003). A compatibilização surge como um meio primordial na detecção e eliminação de falhas ainda na fase de concepção, tal ação aumentará a competitividade da

obra frente ao mercado, visto que reduzirá em custos da construção, retrabalhos, diminuição de prazos e aumento em qualidade e desempenho (AVILA, 2011).

Ressalta-se também que ao se ponderar sobre redução das perdas através da compatibilização de projetos, a tecnologia traz grandes avanços no combate aos desperdícios, softwares como o AutoCAD ou modelos da plataforma BIM, conseguem reunir todas as informações necessárias à elaboração do projeto, permitindo organizar em um mesmo arquivo eletrônico um banco de dados de todo o projeto, permitindo o acesso à todos os agentes envolvidos garantindo uma maior integração, aumentando a produtividade e o controle do processo.

Gestão de RCC no canteiro de obras

Em obras dos mais variados portes, faz-se necessário o gerenciamento dos resíduos sólidos nos canteiros de obras, para que facilite a qualidade da gestão ambiental nos centros urbanos. Os entulhos, como são chamados os resíduos sólidos, são descartados de forma inadequada gerando vários transtornos, desde ambientais até à saúde humana, e com o emprego de técnicas em todas as fases de um projeto, que visam reduzir e tornar eficiente o uso dos materiais na construção civil, além de reduzir custos.

Segundo Blumenschein (2007) o “entulho” é todo o material que não possui mais serventia na própria cadeia produtiva, ou seja, são as sobras das construções, de processos construtivos e de demolições, e devem ser gerenciados do projeto à sua destinação final, para que minore os impactos ambientais.

A elaboração dos projetos de gestão de resíduos é de responsabilidade das empresas e dos profissionais, nos quais (onde é para lugar, não para coisas) devem ser incluídos um Plano de Redução de Resíduos, um Plano de Reutilização de Resíduos e um Plano de Gestão de Resíduos nos Canteiros de Obras. Este último é o mais importante, pois ele afetará diretamente na qualidade e na eficácia da reciclagem dos resíduos da construção.

O Programa de Gestão de Resíduos é um processo de implantação que contempla o desenvolvimento de um conjunto de atividades realizadas dentro e fora dos canteiros, no qual pode ser caracterizado em algumas etapas, como: treinamento inicial, planejamento, implantação e monitoramento (LORDÊLO; EVANGELISTA; FERRAZ, 2007).

Os autores Lordêlo, Evangelista e Ferraz (2007) definem as etapas citadas, sendo o treinamento inicial é a capacitação preliminar que deverá ser realizada com a presença da direção da empresa e da equipe que gerencia as obras (engenheiros, mestres, encarregados

administrativos, responsáveis pela qualidade, segurança do trabalho e suprimentos) onde o programa deverá ser implantado. O objetivo dessa etapa é sensibilizar a equipe quanto aos impactos ambientais, apresentar o ganho de qualidade na obra que o programa pode proporcionar e ensinar como e quais serão as alterações e ações a serem implantadas. Na fase de planejamento do projeto, as empresas buscam caracterizar a obra, fazendo um levantamento de dados de todos os materiais que serão utilizados e informações como disposição do terreno, quantidade de funcionários e etc.; com base nessas informações é elaborado o Plano para Gestão de Resíduos que irá contemplar propostas para aquisição e distribuição de dispositivos de coleta, além da sinalização do canteiro; definição do fluxo dos resíduos nos locais de acondicionamento inicial e para os locais de armazenamento final; elaboração da rotina para o registro da destinação dos resíduos e uma prévia da caracterização dos resíduos que poderão ser gerados pela obra com base na fase de execução em que ela se encontra.

Ao final dessa etapa é gerado um plano e um orçamento para que as empresas possam providenciar os recursos necessários para a implantação do programa, como:

a) Bombonas: são reservatórios plásticos resistentes, como apresentados na Figura 1, que são utilizados para armazenagem de diversos tipos de produtos. Também são utilizados como depósitos de coleta seletiva na obra, a fim de todos materiais que comumente são utilizados pelos trabalhadores e que possuem pequenas dimensões possam ser separados de forma adequada.

Figura 1 – Coletores seletivos feitos de bombonas recicladas



Fonte: Mf rural (2017)

b) *Big-Bag*: são contentores flexíveis, como ilustrados na Figura 2, usados para transporte e armazenamento de qualquer tipo de líquidos, granulados ou produtos em pó. Possuem dimensões maiores que as das bombonas, com o intuito de armazenar e realizar a

separação adequada dos RCC gerados na obra, de forma a não ocorrer a mistura entre os materiais e facilitar a coleta posterior. Os *big-bags* são econômicos e de fácil manuseio.

c) Baias: da mesma forma do big-bag, realiza o acondicionamento e separação de RCC, facilitando até mesmo a reciclagem e reaproveitamento do material no próprio canteiro, quando este ocorre. Também pode ser usado para o armazenamento dos materiais de construção, como, por exemplo, dos agregados, evitando desperdícios e espalhamento do mesmo. Além disso, apresenta um custo reduzido, precisa apenas de um espaço definido e limitado para colocação dos materiais, como representado na Figura 3.

Figura 2 – Big Bag para coleta de resíduos



Fonte: Projeto competir (2004)

Figura 3 – Baias para separação de materiais



Fonte: Frank e sustentabilidade (2016)

Programa brasileiro da qualidade e produtividade do habitat – PBQP-H

Com o intuito de fomentar iniciativas de melhoria no setor de construção civil e o tornar mais competitivo, reduzir os custos, aumentar a qualidade das construções e buscar uma confiabilidade maior dos agentes financiadores e do consumidor final, o Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Habitação criou um conjunto de ações, chamado de Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que tem como principal propósito, organizar o setor de construção civil em torno de duas questões principais, ligadas à melhoria da qualidade do habitat e à modernização produtiva.

Segundo o Ministério das Cidades, uma das grandes virtudes do PBQP-H é a criação e a estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor, no qual os agentes podem pautar suas ações específicas visando à modernização, não só em medidas ligadas à tecnologia no sentido estrito (desenvolvimento ou compra de tecnologia; desenvolvimento de processos de produção ou de execução; desenvolvimento de procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados), mas também em tecnologias de organização, de métodos e de ferramentas de gestão (gestão e organização de recursos humanos; gestão da qualidade; gestão de suprimentos; gestão das informações e dos fluxos de produção; gestão de projetos).

Segundo Andrade (2014), no programa PBQP-H a própria empresa estabelece uma lista de serviços que deverão ser controlados, essa lista deve conter no mínimo 25 itens, e a cada conclusão dos itens há uma auditoria para regulamentação do nível que a empresa atende. Estes níveis estão relacionados com a porcentagem de controle de serviços alcançados, que é realizado através de registros com fichas de inspeção que são elaborados para a auditoria, sendo que, ao se autodeclarar, a empresa adquire o nível D, com 66% atinge o nível C, com 77% o B e 100% o nível A.

O objetivo do programa é que em um longo prazo é de criar um ambiente de isonomia competitiva no mercado, propiciando soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país, atendendo, em especial, a produção habitacional de interesse social (PBQP-H, 1998).

Produção mais limpa (P+L)

O crescimento acelerado das zonas urbanas provoca um aumento considerável no volume de resíduos gerados da construção civil. Como interromper o processo construtivo na organização da sociedade é no mínimo irracional, novas práticas são desenvolvidas para solucionar tais problemas e conter os impactos ambientais diretos, não apenas com medidas corretivas que têm pequeno alcance na preservação do meio. A Produção Mais Limpa é um aglomerado de conceitos práticos que desenvolve ações preventivas para a problemática referida.

O Ministério do Meio Ambiente reporta que o conceito de Produção mais Limpa surgiu em meados da década de 90 e foi difundido na Rio 92 pela Organização do Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (UNIDO) e pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (PNUMA) com a intenção de aumentar a ecoeficiência e reduzir riscos à saúde e ao meio ambiente. Estabeleceram-se instituições responsáveis pela aplicação do conceito em mais de 30 países. No Brasil, conta-se com a representatividade do Centro Nacional de Tecnologias Limpas do Senai do Rio Grande do Sul (CNTL/Senai-RS).

As atribuições do CNTL, conforme a própria instituição define, visam:

“facilitar a transferência de informações e tecnologia às empresas, permitindo a incorporação da Produção mais Limpa e outras técnicas de prevenção da poluição em seus sistemas de gestão ambiental e apoiando a sustentabilidade dos negócios.”

O instituto propõe novas práticas para o processo produtivo, sendo adequadamente aplicáveis ao setor da construção civil, como:

- a) Técnicas de *housekeeping*: limpezas periódicas do ambiente de trabalho, otimização dos produtos envolvendo cuidado com manejo de matéria-prima, alteração do layout físico tornando o serviço prático e evitando complicações no processo.
- b) Substituição de matérias-primas: optar por materiais de melhor qualidade o que reduz o desperdício descontrolado e que não emitam tanta poluição ao meio.
- c) Mudanças tecnológicas: utilização de ferramentas que garantam um controle de produção e eficiência no processo.

Em 2002 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) instituiu a Resolução nº 307, tratando da reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil, incitando mudanças no prejuízo gerado pelo setor ao meio ambiente. A proposta de conceitos como P+L, além de reforçar a Resolução, atinge problemas inerentes do setor construtivo, que é a origem dos resíduos, incentivando à geração zero dos mesmos.

A preservação de recursos é de extrema relevância principalmente para o setor da construção civil, devido à quantidade exorbitante de resíduos que produz. A melhor estratégia para atender aos requisitos legais referentes à problemática supracitada é associar gerenciamento financeiro e conscientização ambiental. A aplicação da P+L garante economia no custeio da obra, atendimento à legislação, competitividade da empresa e conforto ao cliente.

Ecodesign

Na tentativa de conter os estragos desenvolvidos pela construção civil ao meio ambiente, têm-se utilizado mais uma ferramenta inovadora. Dentre elas, destaca-se o *ecodesign*, também conhecido por *green design* (design verde) ou ainda *Design for Environment* (DfE), que vem tomando espaço na demanda de mercado. Conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o *ecodesign* é definido como:

“Todo o processo que contempla os aspectos ambientais onde o objetivo principal é projetar ambientes, desenvolver produtos e executar serviços que de alguma maneira irão reduzir o uso dos recursos não-renováveis ou ainda minimizar o impacto ambiental dos mesmos durante seu ciclo de vida.”

Apesar de ser um termo que engloba serviços, o *ecodesign* está mais relacionado ao produto que ao processo construtivo. Contemplando todas as etapas da fabricação como: matéria prima utilizada, manufatura, distribuição, aplicação e fim da vida, sendo a pré-produção, fator determinante no desenvolvimento de material que esteja enquadrado no conceito de DfE.

Para analisar o desempenho ambiental do produto, Yarwood e Eagan (1998) elaboraram uma matriz de DfE que quantifica o potencial sustentável do material em cada etapa de sua fabricação e ciclo de vida. O sistema de pontuação da tabela, como apresentado na Tabela 1, é direcionado por 100 perguntas respondidas com “SIM” ou “NÃO” equivalente à determinado valor de pontos para cada alternativa, dispostas nos assuntos das linhas referentes ao processo produtivo, como por exemplo: “Se solventes perigosos ou óleos são usados, foram testadas alternativas para evitar o uso dessas substâncias?”. A pontuação máxima é de 125 pontos considerando os fornecedores (pré-manufatura). Quanto maior a nota obtida, melhor o desempenho ambiental do produto.

Reportando produtos utilizados no setor construtivo, surgem os materiais não convencionais, que são fabricados utilizando recursos do meio ou reciclados, exigindo menor quantidade de energia no processo de fabricação e eliminando menos poluentes. Em oposição, os convencionais da construção civil são aço e cimento, sendo não-renováveis além de emitirem alto teor de CO2 na atmosfera durante sua fabricação e transporte.

O recomendado para conciliar produtos de qualidade sem comprometer seu desempenho ambiental é fazer uma análise prévia utilizando ferramentas como a matriz de *Design for Environment*, na etapa de projeto que antecede o início da obra. Bambu, tijolos ecológicos, látex para isolamento térmico e lãs de PET são alternativas para atender a proposta do *ecodesign*.

Tabela 1 – Design for Environment Matrix

		Aspecto Ambiental					Total
		1	2	3	4	5	
Fases do Ciclo de Vida		Materiais	Consumo de Energia	Resíduos Sólidos	Efluentes Líquidos	Emissões Gasosas	
A	Pré-manufatura	(A.1)	(A.2)	(A.3)	(A.4)	(A.5)	
B	Manufatura	(B.1)	(B.2)	(B.3)	(B.4)	(B.5)	
C	Distribuição e Embalagem	(C.1)	(C.2)	(C.3)	(C.4)	(C.5)	
D	Uso do Produto e Manutenção	(D.1)	(D.2)	(D.3)	(D.4)	(D.5)	
E	Fim de Vida	(E.1)	(E.2)	(E.3)	(E.4)	(E.5)	
Total							

Fonte: Yarwood e Eagan (1998)

Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentados os tópicos abordados ao longo deste estudo, relacionando-os às ações a serem implantadas em cada um deles e os resultados consequentes de sua aplicação.

Nota-se que o emprego de técnicas e materiais ecoeficientes, aos quais se obtêm redução de RCC pelo seu design e/ou processo de execução, são de grande valia e se inserem no contexto da construção civil como possíveis soluções para a problemática dos RCC.

Estes fatores, quando aliados ao projeto otimizado e compatibilizado, planejamento bem elaborado da obra e boas práticas de organização e operação dentro do canteiro de obras, potencializam ainda mais os efeitos positivos consequentes, não só do ponto de vista ambiental, mas também econômicos e técnicos, ao minimizar perdas, reduzir custos, atender aos prazos e aumentar a qualidade da edificação como um todo.

Tabela 2 – Ações e produtos relacionados às ferramentas abordadas e fases da obra.

FASE DA OBRA	FERRAMENTA	AÇÕES	PRODUTOS
PROJETO	PLANEJAMENTO	Elaboração do cronograma da obra e do layout do canteiro; Escolha do sistema construtivo e técnicas sustentáveis; Quantificação materiais e mão-de-obra.	Fornecer todas as informações e orientações relacionadas a materiais, métodos e técnicas a serem empregadas na construção. Influência diretamente na eficiência das próximas etapas e no resultado final da obra.
	COMPATIBILIZAÇÃO	Identificação de inconsistências na integração entre os projetos da edificação; Solução dos erros de projeto antes da execução da obra.	Evita erros de projeto ou alterações emergenciais durante a etapa de execução, causados por incompatibilidade entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, sanitário, etc. de uma mesma obra.
EXECUÇÃO	CANTEIRO DE OBRAS	Organização física e logística de fluxo para a realização das operações; Acondicionamento correto dos materiais; Controle das etapas de execução por meio do cronograma; Separação seletiva dos RCC; Práticas de segurança no trabalho.	Maior eficiência na execução, com menos perdas relacionadas a desperdício de materiais por acondicionamento inadequado e falta de logística no transporte dentro do canteiro.
	PBQP-H	Controle mais rigoroso das etapas da execução; Aplicação de técnicas voltadas à sustentabilidade; Treinamento e capacitação da mão-de-obra; Maior agilidade na tomada de decisão para solução de problemas.	Maior qualidade da obra como um todo, com menor geração de resíduos, menores custos e atendimento aos prazos.
MODELO DE GESTÃO	P + L	Foco no processo industrial; Escolha de materiais e tecnologias apropriadas; Ordem de prioridade das ações relacionadas à RCC: Não gerar; minimizar; reciclar dentro do processo construtivo; reciclar fora do processo produtivo; tratar e dispor.	Processo industrial mais eficiente, produtivo e ergonômico, com menos resíduos e maior controle da qualidade do produto final.
	ECODESIGN	Foco na escolha do tipo e design do	Material alcança eficiência

material; Análise da cadeia produtiva do material desenvolvido; Redução do consumo de energia e emissão de poluentes; Facilitar de reaproveitamento e reciclagem; Facilitar o descarte e a disposição ambientalmente correta.	ecológica, gerando menos impactos ambientais em todas as fases de concepção, desde a extração das matérias-primas, produção, execução, utilização e destinação ambientalmente adequada.
---	---

Fonte: Os autores, 2017.

Além disso, ao se aplicar ferramentas de gestão ambiental como Produção mais Limpa e *ecodesign*, pode-se abranger ainda mais a diminuição dos impactos ambientais ao se analisar a cadeia produtiva de todos os materiais e os procedimentos utilizados para a realização da obra.

Apesar da existência dessas técnicas, metodologias e materiais, é notável uma resistência a suas aplicações, dado que boa parte das construções ainda é realizada sem uma gestão de RCC eficiente, não apresentando nem ao menos as etapas de projeto, planejamento e execução adequados, as quais representam conceitos básicos para a realização de qualquer obra com o mínimo de qualidade técnica necessária.

A este fato, pode-se relacionar à baixa educação ambiental dentre os profissionais da construção civil. Isto porque, apesar da sustentabilidade ganhar cada vez mais relevância, a maior parte desses profissionais ainda não os aplica em suas atividades cotidianas, sendo o interesse pela implantação de técnicas sustentáveis, gerenciamento de RCC eficiente e controle de qualidade da obra, são limitados às empresas com obras de grande porte ou com processos repetitivos, pressões por parte do mercado consumidor e órgãos financiadores, ou ainda apenas para fins de propaganda ou diminuição exclusivamente dos custos.

Considerações finais

Tendo-se em vista os grandes impactos ambientais provocados pela indústria da construção civil, um dos pontos mais críticos a respeito da introdução do conceito de sustentabilidade nas atividades do setor é a geração de RCC, cuja problemática envolve desde o enorme volume produzido, ao manejo e gerenciamento ineficaz do mesmo, além de transtornos à saúde pública, índice extremamente baixo de reaproveitamento e reciclagem e deposição final frequentemente em desacordo com a exigida pela legislação. Desta forma, é

correto afirmar que a minimização ou eliminação destes distúrbios iniciam-se, essencialmente, pela não geração e redução da produção de RCC.

Sendo toda edificação geradora de resíduos, seja em sua fase de construção, manutenção ou demolição, o uso de técnicas, materiais e tecnologias que melhor empregam o conceito de sustentabilidade, assim como a utilização de ferramentas e modelos de gestão ambiental, são práticas não apenas recomendadas, mas também necessárias ao desenvolvimento sustentável da indústria.

As boas práticas de planejamento, compatibilização de projeto e organização do canteiro de obras são imprescindíveis ao sucesso técnico e econômico de qualquer obra, independentemente do tipo de material ou sistema construtivo empregado.

O PBQP-H, assim como as ferramentas de gestão ambiental apresentadas (P+L e *ecodesign*), potencializam ainda mais a eficiência e qualidade da construção como um todo, agregando de forma mais intrínseca a sustentabilidade à obra, reduzindo de perdas e custos, otimizando o manejo de RCC, promovendo a qualificação da mão-de-obra e oferecendo maior ergonomia e harmonia no fluxo das atividades durante a execução.

Desta forma, pode-se concluir que a problemática relacionada à produção de RCC poderia e deveria estar mais avançada no que diz respeito a sua solução, pois as ferramentas apresentadas são eficazes para a minimização dos impactos ambientais provenientes das atividades da construção civil.

Além disso, a busca pelo desenvolvimento sustentável da construção civil é interminável, impulsionando sempre o surgimento de novos métodos construtivos, modelos de produção e materiais sustentáveis ou a reformulação e otimização dos já existentes, de maneira a tornar os sistemas construtivos tradicionais eficientes do ponto de vista ecológico.

Visto que já existem ferramentas eficazes para a redução da geração de RCC, e outras ainda estão em desenvolvimento, é perceptível a necessidade de uma maior educação ambiental na capacitação e formação dos profissionais da construção civil, assim como um maior comprometimento para com a sustentabilidade por parte dos que já estão no mercado de trabalho; afim de que estes se utilizem dessas ferramentas e boas práticas em todos os seus trabalhos com o objetivo de reduzir os impactos ambientais causados por suas atividades.

Referências

ADESSE, E.; MELHADO, S. B. **Coordenação de Projetos Externa em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Portes**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos – São Paulo. 2003.

ALVES, I. J. B. R.; FREITAS, L. S. Análise comparativa das ferramentas de gestão ambiental: produção mais limpa x ecodesign. In: LIRA, WS., and CÂNDIDO, GA., orgs. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

ANDRADE, M. A. C. S. **Análise da Aplicação da ISO 9000 E PBQPH nas Empresas Construtoras do Distrito Federal**. Trabalho de Conclusão de Curso. UniCEUB, Brasília/DF, 2014.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações, IBRACON, 4, São Paulo - SP, 2001.

ÁVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. Monografia apresentada ao curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. 2011.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. SEBRAE-DF, 2007.

BORGES, J. F. B. **Gestão de projetos na construção civil**. MBA Gestão de Projetos em Engenharias e Arquitetura. IPOG. Goiás. 2012.

CALDAS, L. R.; SPOSTO, R. M.; PAULSEN, J. S.; SANTOS FILHO, V. M. **Emissões de CO₂ no Ciclo de Vida de Habitações de Interesse Social: Estudo de Caso para o DF-Brasil**. SIBRAGEC – ELAGEC, 2015.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2007.

CARNEIRO, P. A.; LIMA, H. Q.; MORETTI, R. S.; COMARÚ, F. A. **Análise do Aspecto Energético, Econômico e Ambiental da Reciclagem dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD): Santo André-SP**. Anais: 5º Congresso Internacional de BIOENERGIA, Curitiba - PR, 2010.

CHIAVENATO, I. **Administração dos materiais: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier. 3ª edição. 2005.

COBRA, R. L. D. B. **Roteiro para Aplicação da Matriz DfE – Ferramenta de Ecodesign**. USP, 2012. Disponível em: <<http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/Roteiro-para-aplicacao-da-Matriz-de-DfE-Ferramenta-de-Ecodesign>>. Acesso em: 02/11/2017

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução N° 307 de 05/07/2002**– Resíduos da Construção Civil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2002.

FERNANDES, P. A. A.; CÂNDIDO, G. A. **Da Sustentabilidade à Competitividade: Um Caminho Viável?** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v.4 n.1. Florianópolis – SC, 2015.

FERNANDEZ, J. A. B. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, 2012.

FORMOSO, C. T. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor.** Porto Alegre. Rio Grande do Sul. 1998.

GUIMARÃES, M. Sustentabilidade e educação ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

Instituto SENAI de Tecnologia em Couro e Meio Ambiente e Centro Nacional de Tecnologias Impas. Disponível em: <<http://institutosenai.org.br/conteudo/cnt1>>. Acesso em: 01/11/2017.

LARUCCIA, M. M. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil.** Revista ENIAC PESQUISA, vol. 3 n°1, 2014.

LORDÊLO P. M.; EVANGELISTA, P.P.A.; FERRAZ, T. G. A. **Programa de Gestão de Resíduos em Canteiros de Obras: Método, Implantação e Resultados.** ELECS, 2007.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: Pini. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL – MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/do-conceito-de-pl-para-o-conceito-de-pcs>>. Acesso em 01/11/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL – MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/component/k2/item/7654-ecodesign>>. Acessado em: 02/11/2017.

NASCIMENTO, J. M. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura. IPOG. Goiás. 2013

NASCIMENTO, R. L. **Compatibilização de projetos em edificações.** Tese de Conclusão de Curso. UFRJ – Escola Politécnica. Rio de Janeiro. 2015.

PICCHI, F. A. [Entrevista] **Revista Técnica.** São Paulo. Março/Abril, 1993

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H, 1998. Disponível em: <<http://pbqp-h.cidades.gov.br/estrutura.php>>. Acesso em: 30/10/2017.

PROTA, Lygia. **Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Construção Civil.** Revista Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, vol. 21 n° 28, 2014.

QUEIROZ, G. A.; RAZZINO, C. D. A.; BIANCHINI, V. K.; SALOMAO, S.; OLIVEIRA, A. F. L. D. O. **Aplicação da matriz DFE (Design For Environment Matrix) na Análise do**

Projeto e Desenvolvimento de um Produto do Setor Calçadista.In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2012.

REZENDE, G. B. M.; BRITO, A. L. C.; Freitas, L. S. **A Prática do Ecodesign na Construção Civil e a Busca pelo Direito Fundamental ao Meio Ambiente e Ecologicamente Equilibrado.**Revista Holos, vol.04, 2017.

ROCHA, J. C.; CHERIAF, Malik. Aproveitamento de Resíduos na Construção.In:**Utilização de Resíduos na Construção Habitacional.**Coletânea Habitare, Vol. 4 –, 2003.

RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e controle da produção.** São Paulo: 2000.

SEBRAE/ SINDUSCON – PR.**Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos.** Curitiba – Paraná. 1995, 120p.

SILVA, C. E. S; GUIMARAES, S. M. **A importância da construtibilidade na gestão de projetos de construção civil.**In: XIII SIMPEP. Bauru – São Paulo. 2006.

SILVA, I. G. P.; RODRIGUES, D. F.; PINHEIRO, N. V. **Cadeia Produtiva da Construção Civil:Uma Análise sobre a Sustentabilidade.** Anais: XI Encontro de Iniciação à Docência, UFPB-PRG, 2009.

TAVARES JÚNIOR, W.; BARROS NETO, J. de P.; POSSAMAI, O.; MOTA, E. M. **Um modelo de registro das tecnologias para uso na compatibilização de projetos de edificações.** In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos – São Paulo. 2003.