

## **POTENCIAIS NECESSIDADES PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO EM CANTEIROS DE OBRAS HABITACIONAIS**

Natasha Ilse Rothbucher Thomas<sup>(1)</sup>, Maria Sacramento Oliveira Guimarães<sup>(1)</sup>, Dayana Bastos Costa<sup>(1)</sup>, Clarice Menezes Degani<sup>(2)</sup>, Elisama Silva Vieira<sup>(1)</sup>

(1) Departamento de Construção e Estruturas e Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica da UFBA, Brasil, e-mail: nashatasha@hotmail.com; mariasoguimaraes@ig.com.br; dayanabcosta@ufba.br (2) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da USP, Brasil, claricedegani@gmail.com.

### Resumo

A etapa de construção responde por uma parcela significativa dos impactos ambientais causados pela construção civil. No canteiro de obras consomem-se diversos recursos, incluindo materiais, água e energia durante as diferentes atividades de produção e nas instalações provisórias. Estas atividades geram emissões e produzem resíduos de diversos tipos, causando uma preocupação em relação à poluição do solo, água e ar. Neste contexto, torna-se necessário identificar práticas sustentáveis que visem diminuir os consumos, os resíduos e as emissões, assim como possam melhorar a qualidade interna e externa nos canteiros de obras de Habitação de Interesse Social. Este artigo tem como objetivo discutir as contribuições das metodologias nacionais e internacionais de avaliação ambiental para formulação de um levantamento de dados (survey) para identificar necessidades de pesquisas para a sustentabilidade ambiental e melhoria das condições de trabalho em canteiros de obra habitacionais. Este levantamento será aplicada em quatro cidades do Brasil: Salvador - BA, São Carlos - SP, São Paulo - SP, e Porto Alegre - RS. A principal contribuição do presente artigo é a definição de potenciais necessidades de pesquisa que serão priorizadas com base no levantamento.

Palavras Chaves: Canteiro de obras, Habitação de interesse social, Sustentabilidade.

### Abstract

The construction phase accounts for a significant portion of the environmental impacts caused by the industry. Large quantities of resources including materials, water and electricity are consumed on construction sites during the different production activities and by temporary facilities. These activities generate waste materials and emissions causing a concern regarding soil contamination and erosion, air and water pollution. It is therefore necessary to identify sustainable practices aimed at reducing resource use, emissions and waste as well as increasing the internal e external quality of low income residential construction sites, given the lack of knowledge within the literature and agents involved within the production chain in Brazil. This work aims to discuss the contributions of the national and international environmental assessment methods to formulate a survey that identifies the primary research needs for improving sustainability and working conditions on residential construction sites. The survey will be applied to construction companies in four cities in Brazil (Salvador-Ba, São Paulo-SP, São Carlos-SP and Porto Alegre-RS). The main contribution of this work is to identify potential research areas that will be prioritized based on results from the survey.

Keyword: Construction Sites, Social Housing, Environmental Sustainability

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é responsável por aproximadamente 50% do CO<sub>2</sub> emitido na atmosfera, 20-30% do consumo dos recursos naturais e 50% de todos os resíduos gerados, grande parte é gerado durante a fase de construção do ciclo de vida de uma edificação (SENAI, 2007; Cardoso et al. 2006). Os impactos resultantes da geração dos resíduos da construção e demolição e sua disposição clandestina têm sido amplamente estudados em todo o mundo, levando à formação da Resolução nº 307/2002 do CONAMA, que regula a gestão e disposição dos mesmos no Brasil. Assim, inúmeros trabalhos foram publicados com o objetivo de desenvolver soluções em reduzir a geração de resíduos, sua gestão, reciclagem e reutilização (Pinto, 1999; John, 2000; Evangelista, 2009; Melo, 2011).

No entanto, as preocupações vão muito além daquelas relacionadas à geração de resíduos, pois existem também as interferências das atividades realizadas no canteiro de obras com os meios físicos, bióticos e antrópico (Cardoso et al., 2006). Até hoje, estas interferências como incômodos visuais e sonoros, poluição do ar, água e solo, erosão, sedimentação e impactos nos ecossistemas e no trânsito, além das consequências do consumo de recursos receberam pouca atenção pelo setor da construção, incluindo profissionais e acadêmicos.

Cardoso et al., (2006) caracterizou os diferentes impactos relacionados a cada serviço realizado no canteiro de obra. Outros estudos também efetuaram previsões de sua magnitude, identificando aqueles que mais urgentemente precisam ser reduzidas, o desenvolvimento de indicadores para monitoramento, além de fornecer orientações para implementação de medidas mitigadoras, muitos dos quais podem potencialmente ser controlados pela equipe do projeto durante a fase de concepção e construção de um edifício (Cardoso, 2006; Araújo, 2008). Assim, considerando a magnitude dos impactos causados pelas atividades de produção nos canteiros de obra, é importante que a indústria da construção civil aborde estas questões visando melhorias de sustentabilidade da fase de execução de uma edificação.

Diferentes metodologias, não obrigatórias, de avaliação ambiental de construções sustentáveis foram desenvolvidas pelo mundo. Tais metodologias fornecem um conjunto de normas e guias de boas práticas visando minimizar os impactos ambientais causados pela edificação durante seu ciclo de vida, que devem ser atendidas para que um empreendimento possa ser certificado como uma construção sustentável. Exemplos destas metodologias são o LEED - Leadership in Energy and Environmental Design, BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method, entre outros métodos específicos de cada país como NABERS e GREEN STAR na Austrália, GREEN GLOBES em Canadá, CASBEE - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency e HQE - Haute Qualité Environnementale na França que foi adaptado para a realidade Brasileira formando o Processo AQUA – Avaliação da Qualidade Ambiental (Araújo, 2008). Estas metodologias de avaliação vão além das obrigações legais de um país, fornecendo assim, um sistema de benchmarking para formulação e adoção de políticas governamentais visando à sustentabilidade.

No Brasil há uma carência de conhecimento sobre as necessidades prioritárias para desenvolvimento de pesquisas e soluções tecnológicas visando à sustentabilidade ambiental e condições de trabalho nos canteiros de obra. Neste sentido, este artigo tem como objetivo discutir as contribuições das metodologias nacionais e internacionais de avaliação ambiental, como LEED, BREEAM, AQUA e Selo Casa Azul. A partir dessas discussões, formulou-se um questionário para levantamento de dados (survey) para identificar as prioridades em pesquisas com foco na sustentabilidade ambiental e melhoria nas condições de trabalho em canteiros de obras.

O presente trabalho faz parte do Projeto em Rede Tecnologias para Canteiros Sustentáveis em Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social, realizado pela UFSCar, USP, UFRGS e UFBA e financiado pela FINEP. Este artigo faz parte do subprojeto Diagnóstico das principais necessidades de soluções tecnológicas em canteiro de obras de empreendimentos de habitação de interesse social, cujo objetivo é identificar e priorizar as necessidades tecnológicas em canteiros de obras visando à sustentabilidade ambiental e à melhoria das condições de trabalho.

## 2. CONTRIBUIÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL PARA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM CANTEIROS DE OBRA

O LEED requer planos que visem reduzir a poluição advinda das atividades da construção, controlando a erosão do solo, a sedimentação e as emissões de partículas. Nesta metodologia, enfatiza-se a necessidade de adotar critérios de seleção de materiais usando materiais regionais e renováveis, além de incorporar materiais reciclados na nova construção. Requer-se ainda a elaboração de um plano de gestão de resíduos e um plano de gestão da qualidade do ar nos ambientes internos da construção, em que é necessário promover a saúde, bem estar e segurança dos trabalhadores e considerar o uso de tratamento de ar nas instalações provisórias de aquecimento e esfriamento durante a construção.

O BREEAM salienta a necessidade de fornecer um acesso seguro e adequado em relação ao estacionamento de carros, as entradas e as saídas, as vias de pedestres, a iluminação das vias públicas, o escoramento, os tapumes e os andaimes e as placas sinaleiras de trânsito. Esta metodologia requer ainda a implementação de boas praticas de vizinhança visando a atenuação de poluição sonora advinda das atividades de produção e a poluição visual e de iluminação. Práticas ambientalmente conscientes devem ser adotadas visando à eficiência energética, redução do consumo de água, recuperação de áreas após derramamento de combustível, adoção de estratégias de escoamento das águas de chuvas, além de usar energias alternativas e armazenar materiais e equipamentos adequadamente. É necessário promover um ambiente de trabalho seguro relacionado às instalações provisórias, EPI's, saúde e segurança dos trabalhadores e dos visitantes. Deve-se minimizar a emissão do CO<sub>2</sub> advinda das atividades de produção e do transporte dos materiais, além de atenuar a poluição do ar, da água superficial e do lençol freático. Deve-se usar uma política de seleção de materiais e um sistema de gestão ambiental.

O processo AQUA estabelece boas praticas no canteiro de obra em relação à seleção dos materiais e produtos e requer elaboração de um plano de gestão dos resíduos, redução dos incômodos sonoros e visuais, poluição da água e do ar e aspectos relacionados ao consumo de recursos nos canteiros para os quais diversas boas práticas são sugeridas.

O Selo Casa Azul requer boas práticas durante a fase da construção de um empreendimento em relação à recuperação de áreas degradadas; conservação de recursos materiais; reuso de tapumes, andaimes e escoramento e implementação de praticas sociais tais como programas educacionais.

Embora cada metodologia apresente diferentes categorias e critérios, percebe-se que as mesmas estão alinhadas a quatro grandes temas, formando um fluxo relacionado às entradas (consumos) e às saídas (resíduos e emissões) dentro do contexto físico, biótico e antrópico do canteiro. Este fluxo está também relacionado ao ambiente externo e a qualidade interna ambiental do canteiro de obras (DEGANI, 2003). Desta forma, os diferentes critérios identificados nas metodologias de avaliação estudadas foram enquadrados em quatro temas genéricos: Consumos, Emissões e Resíduos, Interface com Meio Exterior e Qualidade Intrínseca do Canteiro, conforme mostra o quadro 1.

Observa-se que todas as metodologias tratam de recursos materiais, resíduos e poluição da água e do solo, enquanto os outros aspectos ambientais são mencionados por apenas algumas. As metodologias AQUA e BREEAM consideram a eficiência energética, a poluição sonora e a poluição visual, e todos os métodos (exceto o Selo Azul) concedem créditos ao considerarem a poluição do ar e a qualidade urbana / qualidade do entorno.

Ao adotar as boas práticas estabelecidas pelos métodos de avaliação, observa-se que muitos dos aspectos ambientais e seus consequentes impactos podem ser atenuados.

Temas	Aspectos Ambientais	Método de Avaliação Ambiental			
		Process o AQUA	BREEA M	LEE D	SELO CAIXA AZUL
Consumos	Recursos Materiais	X	X	X	X
	Eficiência Energética	X	X		
	Gestão da Água	X	X	X	
Emissões e Resíduos	Resíduos Sólidos	X	X	X	X
	Poluição do Ar	X	X	X	
	Poluição da Água de Solo	X	X	X	X
Interface com o Meio Exterior	Qualidade Urbana/Qualidade do entorno	X	X	X	
	Poluição Sonora	X	X		
	Poluição Visual	X	X		
Qualidade Intrínseca do Canteiro	Saúde e Segurança		X	X	
	Instalações Provisórias	X			X
	Inovação		X		X

Quadro 1 – Comparação entre as contribuições de cada método de avaliação ambiental para Canteiros de Obra

Os impactos relacionados ao consumo de recursos podem ser reduzidos: pelo uso racional dos recursos, pela adoção de melhores práticas que visem diminuir as perdas de materiais e pela seleção de materiais, produtos e sistemas de construção com baixa energia incorporada durante seu ciclo de vida. A geração de resíduos durante as diferentes atividades de produção pode ser reduzida através de uma gestão e destino adequada. Os resíduos sólidos podem potencialmente ser valorizados como uma matéria-prima ou fonte de energia (Cardoso et al. 2010).

As emissões de partículas durante as atividades desenvolvidas nos canteiros de obras causam uma preocupação em relação à poluição do ar e os riscos de saúde dos trabalhadores e da vizinhança e assim devem também ser considerados. Também é necessária a gestão das águas servidas, que envolve o controle de seus fluxos por meio de infiltração e escoamento superficial para minimizar a poluição de lençóis e cursos d'água e diminuir os riscos de contaminação. As emissões e a produção de resíduos sólidos podem provocar a perda da camada superior e fértil do solo decorrente da erosão, reduzindo a capacidade do solo de sustentar a fauna e a flora local, além de prejudicar a drenagem das águas, levando a possíveis inundações (Resende, 2007; Cardoso et al., 2010; Araújo, 2008).

As atividades de produção nos canteiros de obra têm um impacto sobre a saúde, segurança e bem-estar da vizinhança, bem como os ambientes físicos, bióticos e antrópicos (Cardoso et al. 2010; Gehen, 2008). Assim, é importante controlar esses impactos através da implementação de práticas que melhorem a segurança e minimizem a degradação da qualidade do ambiente e os desconfortos e incômodos direta ou indiretamente resultantes das atividades de produção, bem como os decorrentes do trânsito de veículos no canteiro e da poluição visual e sonora. Os impactos causados na saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores também devem ser considerados. Trata-se da qualidade intrínseca da obra, que também está preocupada com o conforto e desempenho ambiental das instalações provisórias (Araújo, 2008). Assim, as

tecnologias inovadoras são necessárias a fim de proporcionar melhorias significativas no desempenho e soluções sustentáveis nos canteiros de obra.

### 3. POTENCIAIS NECESSIDADES PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO EM CANTEIROS

A partir da análise das metodologias de avaliação e a revisão da literatura nacional (Degani, 2003; Souza, 2005; Cardoso et al., 2006; Resende, 2007; Cardoso e Araújo, 2007; Gehlen, 2008; Araújo, 2009; John, 2010), foi possível identificar potenciais necessidades de pesquisa, conforme quadro 2.

Temas	Possíveis Necessidades Prioritárias em Pesquisa
Construções	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de perdas de materiais na execução dos serviços, no recebimento, no transporte interno, na estocagem e no manuseio de materiais no canteiro de obras</li> <li>• Desenvolvimento de critérios para compra dos materiais, produtos e sistemas construtivos a partir de fontes confiáveis que incluam informações sobre análise do ciclo de vida e propriedades como o desempenho técnico</li> <li>• Desenvolvimento de um sistema de avaliação dos fornecedores de materiais e produtos incentivando a formalização em relação à Receita Federal, licença ambiental, socialmente responsável e normas técnicas.</li> <li>• Aprimoramento das instalações provisórias visando reduzir o consumo de água potável, de energia elétrica e gás, bem como dos equipamentos, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar no canteiro de obras</li> <li>• Aproveitamento de águas pluviais no canteiro de obras.</li> <li>• Aproveitamento de águas cinzas (servidas) no canteiro de obras</li> <li>• Redução do consumo de energia elétrica nas atividades de produção no canteiro de obras</li> <li>• Uso de fontes alternativas de energia para consumo no canteiro de obras, incluindo as renováveis</li> </ul>
Emissões	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de tecnologias e aplicações economicamente viáveis para aproveitamento ou descarte dos resíduos Classe C.</li> <li>• Desenvolvimento de tecnologias de descontaminação e soluções de descarte para os resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (resíduos classe D)</li> <li>• Controle da geração, quantificação, triagem, estocagem e descartes de resíduos em canteiro de obras, incluindo a logística reversa (retorno de resíduos dos produtos aos fabricantes)</li> <li>• Aproveitamento e uso de resíduos de construção em canteiro de obras.</li> <li>• Caracterização, monitoramento e controle das emissões de materiais particulados</li> <li>• Identificação dos riscos decorrentes da emissão de particulados das atividades da produção para os trabalhadores no canteiro de obras.</li> <li>• Controle do nível do lençol freático e da sua contaminação e minimização de riscos decorrentes do seu uso para abastecimento</li> <li>• Sistemas de captação e tratamento de efluentes (esgoto) e minimização de riscos decorrentes do sistema de drenagem no canteiro de obras.</li> <li>• Métodos para preservação de vegetação remanescente em áreas de canteiro de obras</li> </ul>
Interferência com o Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão de acessos e fluxos de pedestres, equipamentos, carga e descarga no canteiro de obras</li> <li>• Interferências do canteiro de obras no trânsito local e conservação das vias e calçadas para garantir acessibilidade.</li> <li>• Processos erosivos e riscos de desmoronamento</li> <li>• Identificação dos riscos decorrentes da emissão de particulados das atividades da produção para a vizinhança</li> <li>• Caracterização das atividades emissoras de ruídos e planos para atenuação de incômodos sonoros.</li> <li>• Processos de demolição e planos de contingência.</li> </ul>
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteções contra quedas de pessoas com diferença de nível</li> <li>• Proteções em equipamentos de movimentação de materiais</li> <li>• Proteções em equipamentos de movimentação de pessoas.</li> </ul>

Temas	Possíveis Necessidades Prioritárias em Pesquisa
e In trín s ec a do C an tei ro	• Proteções contra choques elétricos.
	• Proteções em escavações
	• Proteções em máquinas e equipamentos.
	• Sistema nacional de certificação dos equipamentos de proteção coletiva industrializados, como atualmente realizado para os equipamentos de proteção individual no canteiro de obras
	• Comunicação visual externa e sinalização no canteiro de obras.
	• Melhoria do conforto térmico e acústico nas instalações provisórias no canteiro de obras.
	• Melhoria das condições de iluminação, ventilação e qualidade de ar nas instalações provisórias no canteiro de obras.
	• Melhoria da flexibilidade arquitetônica (layout) das instalações provisórias do canteiro de obras.
	• Mobiliários e equipamentos fixos internos para instalações provisórias do canteiro de obras.
	• Melhoria das condições de segurança do trabalho nos ambientes internos nas instalações provisórias do canteiro de obras.
	• Melhoria das condições de saúde e higiene nos ambientes internos nas instalações provisórias do canteiro de obras
	• Reutilização dos componentes e sistemas construtivos de instalação provisória em outros canteiros de obras.
	• Melhoria da segurança estrutural das instalações provisórias do canteiro de obras
	• Melhoria da segurança contra o fogo nas instalações provisórias do canteiro de obras
	• Melhoria da conectividade das instalações provisórias do canteiro de obras com redes de água, tratamento dos efluentes, energia e comunicação
	• Melhoria das condições de uso e operação e de manutenibilidade das instalações provisórias do canteiro de obras.
	• Melhoria da estanqueidade das instalações provisórias do canteiro de obras
	• Desenvolvimento de soluções de instalações provisórias industrializadas modulares em aço (contêineres).
	• Desenvolvimento de soluções de instalações provisórias industrializadas modulares utilizando madeira e seus derivados (OSB, por exemplo)
	• Desenvolvimento de soluções de instalações provisórias industrializadas utilizando pré-fabricados de concreto.
• Desenvolvimento de soluções de instalações provisórias industrializadas modulares utilizando placas cimentícias em sistemas de vedação	
• Desenvolvimento de soluções de instalações provisórias industrializadas modulares utilizando chapas de gesso acartonado em sistemas de vedação.	

Quadro 2 – Potenciais Prioridades

A partir destas potenciais necessidades, foi elaborado um questionário com perguntas distribuídas dentro dos quatro temas, para as quais o entrevistado deve atribuir um nível de importância para o desenvolvimento de pesquisas de soluções tecnológicas e melhores práticas. Para cada tema há um parágrafo de contextualização para facilitar o entendimento do leitor. Há cinco respostas de múltipla escolha para cada pergunta usando a seguinte escala: 1) Sem importância, 2) Pouca importância; 3) Sem opinião definida; 4) Importante e 5) Muito Importante. Há ainda uma sub-questão que visa identificar se mais de 50% dos canteiros de obras da empresa avaliada já adotam práticas sustentáveis.

#### 4.COMENTÁRIOS FINAIS

O levantamento de dados para identificação das necessidades prioritárias para desenvolvimento de pesquisas e soluções tecnológicas visando à sustentabilidade ambiental e melhoria das condições de trabalho já está em fase de aplicação, sendo realizada via web, para cerca de 200 empresas de habitação, em quatro cidades no Brasil (Salvador - BA, São Carlos - SP, São Paulo - SP e Porto Alegre - RS). Entrevistas também serão realizadas com diretores e

gerentes de empresas de construção para validar os resultados da pesquisa. A partir deste trabalho, pretende-se propor um documento para novas políticas de Ciência e Tecnologia e Sociedade (CTS) com ênfase em projetos de habitação de interesse social.

## 5.REFERÊNCIAS

- Araujo, V.M. Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiro de obras. Ed.rev. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica USP. São Paulo, 2009. 228p.
- BREEAM Europe Commercial 2009 Assessor. Manual . BRE Global Ltd, 2009. 346p BRUNDTLAND, G. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- Cardoso, F. F., Araujo, V. M., Degani, C. M.; Impactos ambientais dos canteiros de obras: Uma preocupação que vai além dos Resíduos. XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: A Construção do Futuro (ENTAC 2006). UFSC/ANTAC, Florianópolis, 23-25 agosto 2006. ISBN 85-89478-18.
- Cardoso, F. F., Araujo, V. M.; Levantamento do estado da arte: Canteiro de obras. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável - Finep 2386/04. São Paulo, 2007
- Cardoso, F. F., e Araújo, V.M.; Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável: Inovações Tecnológicas, p 9-51, 2010.
- FCAV, Referencial técnico de certificação "Edifícios habitacionais - Processo AQUA". – USP – São Paulo, 2010.
- Degani, C.M. Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Escola Politécnica, USP. São Paulo, 2003. 223pp.
- Evangelista, P.P.A. Costa, D.B., Zanta, V.M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.
- GEHLEN, Juliana. Construção da Sustentabilidade em Canteiros de Obras: Um estudo no DF. FAU/UnB, Dissertação Mestrado, Brasília, 2008.
- JOHN, Vanderley Moacyr; PRADO, Racine Tadeu Araújo. Selo Casa Azul - Boas práticas para habitação mais sustentável São Paulo : Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.
- JOHN, Vanderley Moacyr. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Título de livre docente. Departamento de Engenharia Civil. Escola Politécnica USP. São Paulo, 2000.
- RESENDE, Fernando. Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica USP – São Paulo, 2007.
- SOUZA, Ubiraci E.L. Como Reduzir Perdas nos Canteiros - Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil. São Paulo; Editora Pini; 2005. 128p.
- U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. LEED 2009 for New Buildings and Major Renovations Rating System. San Francisco, March 2009.