INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION
"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Aplicando a Sustentabilidade e a Produção Limpa aos Canteiros de Obras

J. Gehlen [a]

a. *Universidade de Brasília, Brasília, jugehlen@gmail.com*

Resumo

Este artigo aborda a aplicação do conceito da sustentabilidade e de produção mais limpa nos canteiros de obras. Mostra-se o papel das construtoras enquanto agentes vetores de mudanças na cadeia produtiva da construção civil. Ainda que o foco principal das iniciativas de sustentabilidade na construção tenha sido no escopo do projeto arquitetônico, o canteiro de obras — a área onde as empresas construtoras têm mais poder de decisão — pode contribuir significativamente para a redução dos passivos da indústria.

O canteiro de obras sustentável pode ser atingido de diversas maneiras por meio da aplicação de ações estratégicas, que são divididas nos seguintes temas: Compra responsável; Relação com a comunidade; Gestão de saúde e segurança ocupacional; Projeto de gestão da qualidade; Redução das perdas de materiais; Gestão de resíduos sólidos; Uso e ocupação do solo (implantação do canteiro); Consumo de água; Consumo de energia e transporte; Conservação de fauna e flora local; e Educação dos colaboradores.

Tendo como premissa que a sustentabilidade só será alcançada através do fortalecimento do sistema de aprendizado das empresas construtoras, são abordadas as certificações dos sistemas de gestão (ISO 9001, PBPQ-H, ISO 14001, OHSAS 18000, SA 8000), as certificações de edifícios verdes (LEED e AQUA) e os programas locais (PGM e PRAS) sob a perspectiva de suas respectivas contribuições para o desenvolvimento de canteiros de obras sustentáveis.

Palavras-Chave: Construção sustentável, canteiro de obras, certificação.

1 Introdução

A indústria da construção civil é tida como uma das mais conservadoras e inerte a mudanças devido a fatores tais como demora na absorção de novas tecnologias, resistência à alteração dos seus processos e baixa retroalimentação de informações e conhecimentos adquiridos em obras e experiências anteriores (Yin, Tserng et al. 2008). Entretanto, a necessidade de adaptação à nova realidade, que inclui escassez de recursos naturais, mudança climática, crises sociais, movimentos de valorização das culturas tradicionais, valorização de eco-produtos e necessidade de minimizar e controlar impactos ambientais, requer a busca por instrumentos de melhoria que auxiliem na mudança de comportamento que aos poucos vem crescendo no setor.

Considerando o tamanho e a importância dos seus impactos, a indústria da construção pode e deve contribuir com a busca de um desenvolvimento sustentável. Onde tradicionalmente tem sido considerado apenas o tripé tempo,

custo e qualidade, deve-se passar a considerar também os aspectos ambientais como relevantes (Blumenschein 2004).

Considerando-se ainda que o exercício da sustentabilidade só se concretiza através da ação responsável de cada um perante o todo, a indústria da construção deve exercer as suas responsabilidades em cada uma de suas atividades (Kibert 2005). Contudo, dada a sua complexidade, faz-se necessária a subdivisão das responsabilidades entre os diversos atores e etapas envolvidos para tornar a sustentabilidade aplicável (Bakens 2003).

Dentre as diversas etapas de um empreendimento, a etapa de execução de obras, atividade principal das empresas construtoras, deve ser o foco destas no exercício de suas responsabilidades sociais, ambientais, econômicas e culturais, que resultam na sustentabilidade aplicada nos canteiros de obras.

Esse artigo é parte da dissertação de mestrado Construção da Sustentabilidade em Canteiros de Obras – Um Estudo no DF, defendida em 2008 pela autora na Universidade de Brasília.

2 Metodologia

O presente trabalho privilegia uma visão holística do canteiro de obras. Estuda-se a literatura existente sobre sustentabilidade e os programas de gestão ambiental sempre do ponto de vista da etapa de produção das edificações. Nesse processo, procura-se adotar uma desvinculação das posturas dominantes que fazem das políticas globais e do projeto os focos da sustentabilidade, explorando, ao contrário, a importância das decisões tomadas no canteiro.

Aborda-se esse processo decisório do ponto de vista do conceito de sistema de aprendizado, o qual sugere que melhorias nos processos ocorrem graças à criação de condições para que os agentes envolvidos aprendam e internalizem as boas práticas desejadas. Estas, por sua vez, não devem ser vistas como um marco estático mas como um objetivo móvel, o qual deve ser continuamente aprimorado à medida que a indústria for atingindo patamares mais satisfatórios.

3 A etapa de Execução de Obras

Dentre as diversas etapas do processo construtivo, a execução de um edifício ou empreendimento merece especial atenção por sintetizar a sua concepção e projetos, ser o momento onde os maiores impactos são gerados[1] (demanda pela extração de recursos[2], geração de resíduos, geração de renda) e o momento e local onde os diversos componentes da indústria da construção mais interagem entre si. Por ter essas características que a etapa de construção, o canteiro de obras, é o momento chave para disseminar os princípios da sustentabilidade por toda a cadeia, por meio do fortalecimento das ferramentas de aprendizagem que contribuem para a mudança de paradigma.

As ações a serem realizadas pelas construtoras para promover o desenvolvimento sustentável devem ter o seu foco na sua própria área de atuação e possuir relação com o seu negócio, que no caso são as atividades ligadas aos canteiros de obras. Esse é o ambiente onde são realizadas as suas atividades principais e onde estão os

[1] Os impactos podem ser positivos e negativos e classificados em ambientais, sociais, econômicos ou culturais.

[2] Como exemplo de recursos pode-se citar a extração de areia, brita, calcário e terra.

seus principais recursos financeiros e humanos, merecendo, portanto, maior atenção e onde as ações surtirão maiores efeitos (Porter e Herzog 2007).

Outro aspecto importante para focar a atuação sustentável das empresas construtoras nos seus canteiros de obras é o fato destas nem sempre serem as responsáveis pelos projetos executados. Com exceção das incorporadoras, que influenciam diretamente as decisões de projeto e podem modificá-lo, as demais construtoras são contratadas somente para a etapa de execução e possuem autonomia apenas para modificar o seu processo de produção, desde que essas modificações no processo não alterem o projeto ou as características do produto final.

Ambrozewicz (2003) e Yin (2008) salientam que o setor da construção civil apresenta uma série de peculiaridades que o diferencia dos demais setores industriais, dentre as quais se destacam o caráter nômade, com dificuldade de constância de materiais e processos; produtos geralmente únicos e não seriados; produto fixo e operários móveis, ao contrário da produção em cadeia (produtos móveis e operários fixos), dificultando a organização e o controle; indústria muito tradicional, com grande resistência às alterações; uso de mão-de-obra pouco qualificada, com escassas possibilidades de promoção; trabalho sujeito às intempéries; longo ciclo de aquisição, uso, reaquisição, com pouca repercussão posterior da experiência do usuário; emprego de especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas; responsabilidades dispersas e pouco definidas; grau de precisão quanto a orçamento, e prazos e características muito menores do que em outras indústrias.

O canteiro de obras é onde os recursos transformadores (pessoas e instalações) processam os recursos a serem transformados (matéria-prima, água, energia, meio ambiente, informações) em produtos (bens e serviços). Entretanto, além do produto, o processo de transformação também gera impactos ambientais (resíduos, efluentes, emissões), sociais (renda, relação com a comunidade, acidentes de trabalho) e educacionais (desenvolvimento técnico, melhoria contínua), que são genericamente chamados, junto com o produto, de saídas do processo de transformação, conforme a Figura 1.

Um processo de transformação sustentável é atento tanto às suas entradas quanto às suas saídas, por meio de ações do seu processo interno (Nascimento, Lemos et al. 2008). Em relação às entradas, deve-se atentar para a origem dos seus recursos de modo a garantir a sua qualidade, procedência ambiental e legal. Em relação às saídas deve-se atentar para a qualidade final do produto, reduzir os seus impactos ambientais, aprimorar a renda dos trabalhadores, garantir boas relações com a comunidade vizinha da obra, diminuir os acidentes de trabalho, aprimorar o desenvolvimento técnico, e gerar conhecimento que retroalimente o processo de melhoria contínua.

Assim como a realização de um empreendimento como um todo possui diversas etapas, a etapa de execução da obra também possui as suas sub-etapas do processo. A execução da obra compreende: planejamento, início das atividades, realização dos serviços (execução dos projetos), e entrega da obra, conforme mostra a Figura 2.

A etapa de planejamento da obra é primordial para a qualidade do empreendimento e deve atender aos prazos e custos, prever os impactos ambientais, elaborar diretrizes e padrões a serem seguidos durante a execução dos projetos. Esse planejamento é realizado basicamente com o estudo e análise crítica dos projetos, elaboração dos cronogramas financeiros, de atividades e treinamentos, e estudo do layout do canteiro de obras de modo a aperfeiçoar a realização das atividades

previstas.

Figura 1- Modelo de transformação nos canteiros de Obras

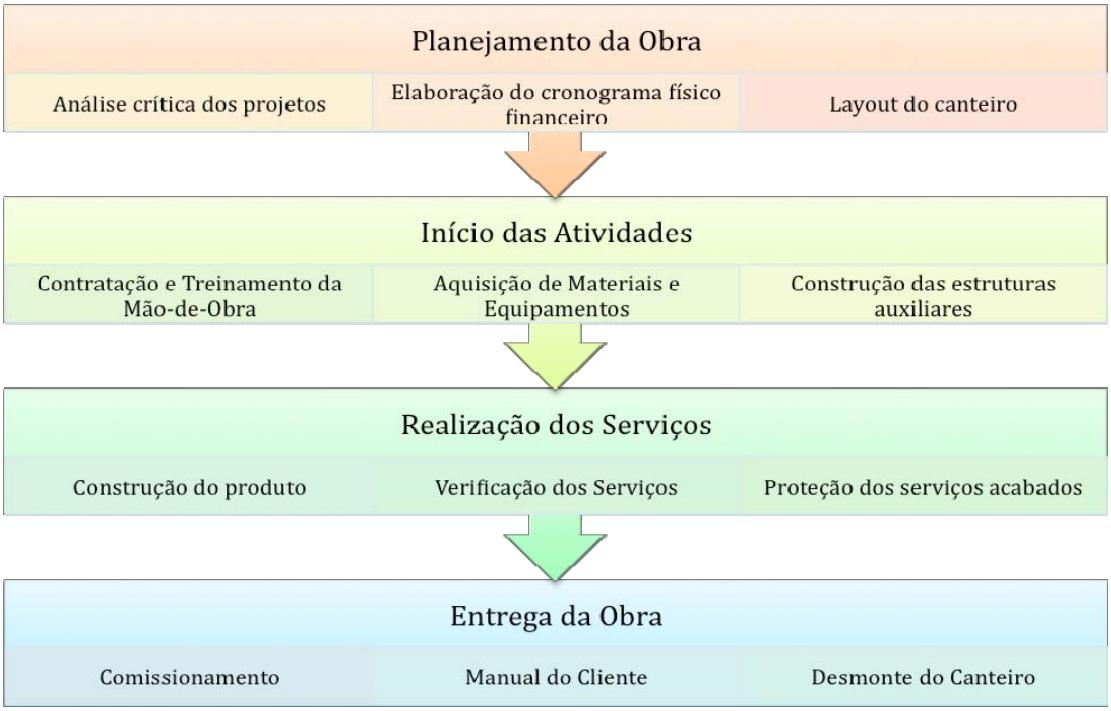

Figura 2 - Principais etapas de execução da obra

O início das atividades é marcado pela contratação da mão-de-obra e seu treinamento, aquisição dos recursos (materiais e equipamentos), e construção das estruturas auxiliares essenciais para a realização dos serviços, tais como vestiários, refeitório, ferramentaria, carpintaria, escritório, e almoxarifado. O planejamento da obra e o início das atividades são aquilo que na Figura 1 é chamado de entradas do processo.

A realização dos serviços é a etapa onde se executam os projetos em si. Além de se

construir as estruturas. Nessa etapa a atividade de verificação dos serviços é essencial para garantir a qualidade das tarefas realizadas e a sua rastreabilidade. Também deve ser realizada a proteção dos serviços para evitar que atividades e serviços subseqüentes os danifiquem ou os intoxiquem.

A etapa de entrega da obra é marcada pelo comissionamento das estruturas de acordo com as exigências dos clientes, pela elaboração do Manual do Cliente que facilita a manutenção posterior das estruturas pelos usuários, e pelo desmonte do canteiro de obras. As etapas de realização dos serviços e de entrega da obra correspondem juntas à fase de transformação da Figura 1.

Para um canteiro de obras ser sustentável é necessário que as dimensões econômica, ambiental, social, educacional e cultural da sustentabilidade estejam incorporados em cada etapa de execução da obra. (Quelhas e Lima 2006). Ao considerar-se esses diversos aspectos da sustentabilidade e a complexidade da sua prática, é preciso compreender que não é possível materializar todos os aspectos de uma só vez pelas empresas (Safatle 2007). Assim, faz-se necessário estabelecer quais ações devem ser implantadas e quais são os seus respectivos objetivos.

3.1 Ações estratégicas

A definição de pontos de ação é essencial para que as empresas construtoras possam começar a agir de modo mais estratégico rumo à sustentabilidade (Iseppe, apud Safatle 2007). As ações destacadas podem ser colocadas em prática em qualquer canteiro de obras, independentemente do projeto do empreendimento como um todo. De qualquer modo, é inegável o conhecimento da necessidade e da importância de um bom projeto de arquitetura para se alcançar uma construção sustentável, uma vez que esse deve ser o ponto de partida.

As ações que contribuem com a implantação de um canteiro sustentável podem ser divididas por temas e práticas específicas: Projeto de gestão ambiental; Compra responsável; Relação com a comunidade; Gestão de saúde e segurança ocupacional; Projeto de gestão da qualidade; Redução das perdas de materiais; Gestão de resíduos sólidos; Uso e ocupação do solo (implantação do canteiro); Consumo de água; Consumo de energia e transporte; Conservação de fauna e flora local; e Educação dos colaboradores (intrínseco aos demais itens).

O projeto de gestão ambiental é o mecanismo de prevenção e minimização dos impactos ambientais no processo como um todo. Consiste em um documento que deve avaliar o programa de execução da obra em todas as suas etapas em relação aos seus aspectos ambientais de forma integrada, estabelecer metas e padrões de conduta a serem seguidos e possibilitar a avaliação contínua dos serviços verificando a eficácia das soluções adotadas, gerando registros, e possibilitando um melhor monitoramento para a prevenção de acidentes ambientais.

Compra responsável é o comprometimento da empresa em exercer a sua responsabilidade e influência para garantir a compra de materiais de fornecedores e prestadores de serviço que não utilizem em seu processo mão-de-obra infantil, ou escrava, que utilizem processos de fabricação mais limpos, e materiais de jazidas licenciadas.

Durante o processo construtivo a empresa deve procurar não causar transtornos para a vizinhança, com o controle da emissão de ruídos, da geração de poeira e lama, ou de problemas de tráfego causados pela entrega de materiais e concretagens. Apesar de serem impactos ambientais de curta duração, eles causam transtornos e estresse à vizinhança durante o período da obra, e afetam a imagem das empresas envolvidas no processo construtivo.

O projeto de gestão de saúde e segurança ocupacional é o mecanismo de prevenção de acidentes com os colaboradores. O documento avalia o programa de execução de obra em todas as suas etapas em relação aos seus riscos e perigos potenciais de forma integrada. Nele ficam registrados o comprometimento da empresa com os colaboradores e subcontratados de garantirem um ambiente de trabalho mais saudável e seguro, com fornecimento dos EPIs[3] necessários, e garantir total assistência em caso de acidentes.

O projeto de gestão da qualidade é o mecanismo de verificação de execução dos serviços de acordo com as normas, de modo a garantir a qualidade do produto final. O documento deve expressar o comprometimento dos construtores com a qualidade da execução dos produtos, e viabilizar a rastreabilidade das falhas e permitir melhor monitoramento das atividades realizadas nas obras como um todo. Esse monitoramento contínuo do canteiro é o que garante a retroalimentação do sistema, possibilitando o aprendizado por meio da repercussão posterior da experiência do usuário.

Minimizar as perdas de materiais resulta em diversos benefícios, pois reduz o montante de resíduo, e no longo prazo, os resíduos de demolição. Resulta também na redução do consumo global da obra (menor uso de recursos naturais) em menores custos (John e Csillag 2006).

A gestão de resíduos sólidos da obra consiste na separação, quantificação, armazenamento e destinação correta pelos seus geradores de acordo com as definições da resolução 307/ 2002 do CONAMA.

Os cuidados relativos ao uso e ocupação do solo, apesar de inerentes à construção, devem na etapa de execução dar-se através de procedimentos que assegurem o seu melhor aproveitamento e a minimização dos impactos ambientais. Como exemplos, tem-se: o estudo da implantação do canteiro; evitar o desmoronamento de taludes; realizar contenção de águas para evitar assoreamento à jusante do terreno; minimizar de acordo com o projeto a compactação do solo para possibilitar a infiltração das águas; as escavações, compactação, aterros e cortes no terreno devem priorizar o manejo interno do solo, evitando a retirada ou o empréstimo desse material de outras regiões com um melhor aproveitamento in loco.

Na análise dos impactos da construção civil na água devem ser considerados três aspectos: os impactos nos recursos aqüíferos (incluindo consumo na fase de execução e durante operação das estruturas), proteção contra poluição e assoreamentos, e a recuperação ou melhoria da qualidade dos corpos d'água (CEQUAL, 2007). Entre as principais Ações destacam-se: combate aos vazamentos, aproveitamento das águas das chuvas e prevenção contra poluição dos corpos d'água e aqüíferos.

As instalações da obra devem fazer uso de tecnologias que reduzam o consumo energético com utilização de equipamentos mais eficientes e melhor aproveitamento da luz natural. As instalações provisórias devem garantir o conforto dos seus usuários, tanto em relação à iluminação suficiente para a realização das atividades, quanto em relação à temperatura e renovação do ar. Instalações bem projetadas podem garantir melhor aproveitamento da luz natural, melhorar a renovação natural do ar e minimizar o uso de ar condicionado (LAMBERTS et al, 2004).

[3] Equipamentos de Proteção Individual como capacete, óculos de proteção, luvas, cinto de segurança, entre outros.

Para garantir a proteção da flora e da fauna local é necessário que todas as pessoas na obra sejam conscientizadas sobre a questão e treinadas nos procedimentos de proteção à natureza, devendo esse compromisso ser comunicado e devidamente expresso pela construtora.

A implantação das ações estratégicas requer o comprometimento e treinamento constante das equipes e é estimulada e exigida pelas diversas ferramentas e certificações voltadas para a indústria da construção, podendo ser realizada paulatinamente à medida que a empresa incorpora as mudanças de comportamento.

4 Ferramentas e Certificações

Os meios de induzir uma mudança no comportamento das empresas são basicamente de três tipos: os mecanismos de comando e controle, os instrumentos econômicos, e a auto-regulação (Bezerra 1996).

A auto-regulação inclui as iniciativas tomadas espontaneamente pelas empresas para reduzir o impacto negativo de suas ações, aproximar-se dos stakeholders e monitorar o seu próprio desempenho. Dentre as iniciativas adotadas pelas construtoras, neste trabalho foram analisadas aquelas que regulam os sistemas de gestão dos processos internos das empresas; as de certificação do produto, no caso, as certificações de edifícios verdes; e programas locais de gestão voltadas para as construtoras desenvolvidas em parceria com as universidades.

Dentre as certificações dos sistemas de gestão desenvolvidas por organismos de normatização internacional, os mais difundidos e conhecidos no Brasil são as séries ISO 9001 (gestão da qualidade), ISO 14001 (gestão ambiental), o PBPQ-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), SA 8000 (gestão de resposabilidade social), e OHSAS 18001 (gestão de saúde e segurança ocupacional).

Dentre os sistemas desenvolvidos por organizações não-governamentais internacionais voltadas para certificações do produto, no caso as certificações de edifícios verdes. Foram analisadas aquelas que foram importadas pelo mercado imobiliário brasileiro e vêem se consolidando como diferencial competitivo de mercado nos grandes centros: o LEED e o AQUA (HQE).

Dentre os sistemas criados por organismos não-governamentais nacionais, os programas locais de gestão voltados para as construtoras desenvolvidos pelas universidades, serão analisados aqueles do Laboratório do Ambiente Construído, Inclusão e Sustentabilidade (LACIS) da Universidade de Brasília: PRAS (Programa de Responsabilidade Ambiental e Social), e o PGM (Programa de Gestão de Materiais).

A implantação dos programas e certificações analisados é importante na obtenção de um sistema e processos construtivos mais sustentáveis, pois a gestão da qualidade dos processos na construção civil implica a diminuição de erros e retrabalhos, menos desperdícios, mais qualidade, mais durabilidade e menos manutenção, resultando assim na menor utilização dos recursos naturais (Blumenschein 2007). Dessa forma, pode-se dizer que a adoção de certificações e programas de gestão e qualidade na construção civil é um passo importante para as empresas construtoras no complexo caminho rumo à sustentabilidade do setor.

Entretanto, é importante atentar para o fato de que a incorporação dessas boas práticas pelas empresas construtoras não significa o alcance da sustentabilidade

plena, mas são importantes como ferramentas de transformação da realidade vigente (Leff 2006).

Assume-se ainda que a adoção das referidas normas é uma etapa importante para a mudança de paradigma e o fortalecimento do sistema de aprendizado da indústria da construção, uma vez que prepara e capacita as empresas e seus colaboradores para um novo cenário de exigências legais, comerciais e ambientais, voltados para o desenvolvimento sustentável, conforme resumido na Fig. 3.

Uma empresa ao implementar uma norma como a ISO 9001 ou o SiaC do PBQP-H absorve conceitos que ampliam a sua capacidade de atender a novas certificações, particularmente aquelas voltadas para a construção sustentável. Ao passar pelo processo e perceber os seus efeitos positivos em suas rotinas, a empresa aprimora o seu sistema de aprendizagem e torna-se propensa a adotar as melhores práticas do mercado.

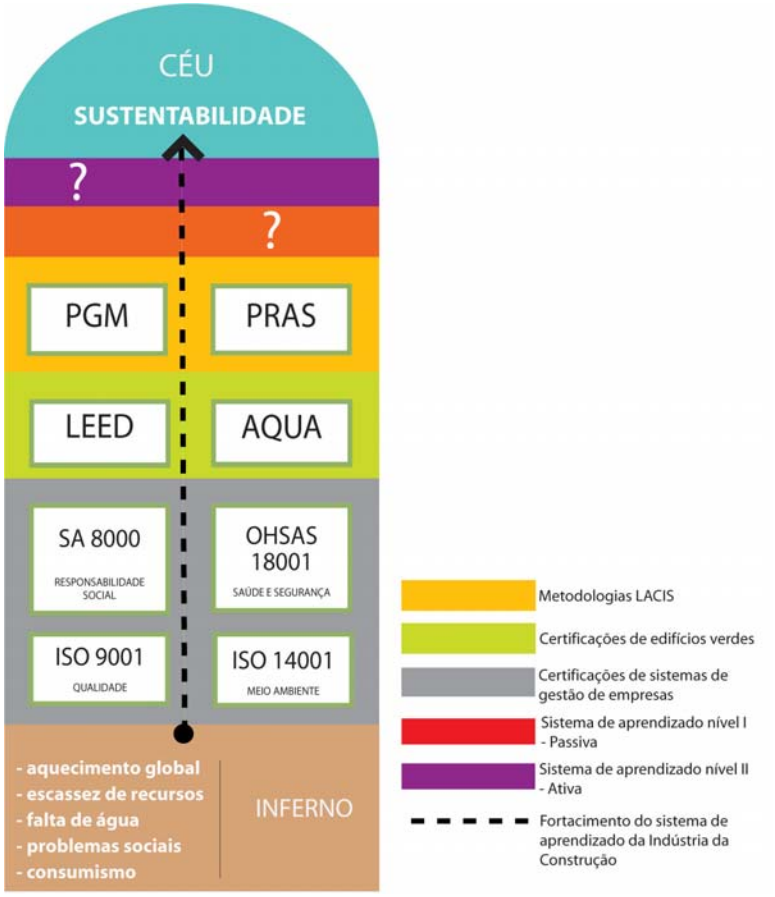

Figura 3 - Caminho para a sustentabilidade

5 Conclusão

Considerando que a atividade principal das construtoras é realizada na etapa de construção, o enfoque nos canteiros de obras é fundamental para a disseminação das práticas ao longo da cadeia e da capacidade de gerenciar os conflitos resultantes do início da aplicação das boas práticas.

O canteiro de obras é o local do processo de transformação e dessa forma as dimensões da sustentabilidade devem ser aplicadas tanto nas suas entradas (recursos transformadores e recursos a serem transformados) quanto nos produtos

resultantes do processo: econômicos (bens e produtos), ambientais (resíduos, efluentes e emissões), sociais (renda, relação com a comunidade e acidentes de trabalho), e de aprendizagem (desenvolvimento técnico e melhoria contínua).

A realização de ações voltadas para a sustentabilidade aplicadas nos canteiros de obras depende de ações estratégicas e a execução de sua totalidade requer que os preceitos da sustentabilidade estejam incorporados no dia-a-dia das empresas. Porém, nada impede que as ações sejam adotadas paulatinamente de modo a adaptar o processo às novas exigências para o setor e entre as maneiras de garantir que as boas práticas sejam seguidas pelos construtores cita-se a exigência de contrato entre cliente e empresa.

A implantação das ações estratégicas requer treinamento da mão-de-obra e a construção de uma visão mais humanizada do processo uma vez que, apesar das atividades nos canteiros serem temporárias, os seus resultados (suas saídas) persistem ao longo do tempo. Um canteiro de obras sustentável transforma permanentemente não apenas a paisagem da cidade, mas também as pessoas que nele trabalharam. Uma vez implantada parte das mudanças como produzir da maneira antiga após ter vivenciado a possibilidade de realizar as tarefas de um modo novo e melhor?

A adoção das ações estratégicas traz diversos benefícios para as empresas, sendo necessária uma maior divulgação das práticas e seus benefícios para incentivar o setor nesse sentido. Dentre as vantagens obtidas destacam-se: reduzir os custos e aumentar a lucratividade e o desempenho financeiro; reduzir os riscos e os passivos legais; através da prevenção de acidentes ambientais, como vazamento de óleo e erosão e prevenção de acidentes com trabalhadores, evitando encargos futuros; diminuir a emissão de gases causadores do efeito estufa; atrair e reter os melhores talentos; melhorar a capacidade de inovar; melhorar a produtividade no trabalho, preocupando-se com a saúde e segurança dos trabalhadores; aumentar a participação no mercado, melhorando o valor da marca; diferenciar o produto no mercado; e assegurar as cadeias de abastecimento e o gerenciamento dos investidores.

6 Referências Bibliográficas

Ambrozewicz, P. H. L. 2003. Metodologia para capacitação e implantação de gestão da qualidade em escala nacional para profissionais e construtora baseada no PBQP-H e em Educação à Distância. Tese de Doutorado. Programa de Pós -Graduação em Engenharia da Produção. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

Bakens, W. 2003. Realizing the sector's potential for contributing to sustainable development. UNEP Industry and Environment: 9 -12.

Bezerra, M. d. C. 1996. Planejamento e Gestão Ambiental: uma abordagem do ponto de vista dos instrumentos econômicos. Tese de Doutorado. Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, Universidade de São Paulo.

Blumenschein, R. N. 2004. A sustentabilidade na cadeia produtiva na indústria da construção. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sistentável. Universidade de Brasília, Brasília.

Blumenschein, R. N. 2007. Construindo a sustentabilidade na indústria da construção. Simpósio de administração da produção, logística e operações internacionais. IX_SIMPOI_FGV_EAESP. Brasília.

John, V. M. and Csillag, D. 2006. Análise das práticas da construção sustentável na América Latina XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis.

Kibert, C. J. 2005. Sustainable Construction: green building design and delivery. Hoboken, John Wiley & Sons.

Lamberts, R. , Dutra, L., Pereira, F. O. R. 2004. Eficiência Energética na Arquitetura. 2ª Edição Revisada. São Paulo: Pro Livros.

Leff, E. 2006. Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira.

Nascimento, L. F., Lemos, Â. D. de C., Mello, M. C. A. d. 2008. Gestão socioambiental estratégica. Porto Alegre, Bookman.

Porter, M. and Herzog, A. L. 2007. Parem de gastar tanto dinheiro. Guia Exame - Sustentabilidade: 86 - 89.

Quelhas, O. L. G. e Lima, G. B. A. 2006. "Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional: fator crítico de sucesso à implantação dos princípios do desenvolvimento sustentável nas organizações brasileiras " Interfacehs.

Safatle, A. , 2007. Sustentabilidade S/A. Página 22: 18 - 27.

Yin, S. Y. L., Tserng, H. P., Tsai, M. D. 2008. "A model of integrating the cycle of construction knowledge flows: Lessons learned in Taiwan." Automation in Construction 17: 536-549.