Universidade de Pernambuco
Escola Politécnica de Pernambuco
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

PETRONIO ROCHA DE ARAÚJO LIMA

DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL BASEADAS NO REFERENCIAL AQUA.

Recife, PE
2010

Universidade de Pernambuco
Escola Politécnica de Pernambuco
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

PETRONIO ROCHA DE ARAÚJO LIMA

DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL BASEADAS NO REFERENCIAL AQUA.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Júnior

Recife, PE
2010

Lima, Petronio Rocha de Araújo
L732d Diretrizes para a implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental baseadas no referencial AQUA / Petrônio Rocha de Araújo Lima. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2010.

134 f.

Orientador: Dr. Alberto Casado Lordsleem Júnior
Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, 2010.

1. Construção civil. 2. Certificação. 3. Sustentabilidade I. Lordsleem Júnior, Alberto Casado (orient.). II. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. III. Título.

CDU 624

PETRONIO ROCHA DE ARAÚJO LIMA

DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL BASEADAS NO REFERENCIAL AQUA.

BANCA EXAMINADORA:

Orientador:

_____
Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Júnior
Universidade de Pernambuco

Examinadores:

_____
Prof. Dr. José Jéferson do Rêgo Silva
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Prof. Dr. Arnaldo Cardim de Carvalho Filho
Universidade de Pernambuco

Recife, PE
2010

A minha família pelo apoio incontestável.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado o dom da vida e por tudo de bom que proporcionou e vem proporcionando em minha caminhada.

Ao meu filho Vinícius Dellalibera de Araújo Lima, maior motivação que possuo para enfrentar qualquer missão, por mais árdua que ela pareça ser.

Aos meus Pais Romeu Vieira de Araújo Lima e Maria Dulce Rocha de Araújo Lima, que são os grandes responsáveis pela formação do meu caráter e que me ensinaram o significado das palavras que se confundem: Deus, amor e família.

Aos meus irmãos Michelle Rocha de Araújo Lima e Romulo Rocha de Araújo Lima, que mais que irmãos sempre foram meus amigos.

A minha noiva Simone Gomes Barboza, que me ensinou que a pessoa que mais perdoamos na vida é aquela a que mais amamos.

A mãe de meu filho, Edileine Dellalibera, pelo apoio e incentivo no período em que estivemos juntos e por ter me dado o presente mais valioso do mundo, nosso filho Vinícius.

Ao Professor Alberto Casado, que além de ser um exemplo de profissional mostrou-se capaz de me entender e me apoiar até mesmo com os problemas não acadêmicos, sem sua compreensão, disposição e atenção este trabalho não teria sido concluído.

Aos amigos Ana Emília de Oliveira Borba e Lutemberg Florêncio de Araújo que me deram apoio acadêmico, profissional e pessoal, principalmente nos momentos mais difíceis, antes e durante toda a realização do curso, sem o apoio deles tudo teria sido muito mais difícil.

Ao Banco do Nordeste do Brasil S.A., que propiciou através dos meus gestores e amigos Suenize Maria Soares e Marcos Renê Teixeira Azeredo todo apoio e flexibilidade necessários para meu desenvolvimento profissional.

A toda equipe da Central de Apoio Operacional de Recife, em especial Bernardo Vinhas, Efren Giorge Girão peixinho, Flávia Araújo Bandeira, Leila Maria Barros, que se desdobraram para suprir minha ausência no período de licença concedido pelo Banco do Nordeste do Brasil S.A.

Aos amigos de sala Bianca Maria Vasconcelos da Silva, Luiz Fernando Bernhoeft e Marcelo Luiz Gonçalves de Freitas, pelas críticas construtivas ao meu trabalho ao longo de todo curso, assim como pela amizade demonstrada através do carinho e da atenção.

Aos profissionais Daniel Onhuma, Jéssica Levorlino, Manuel Martins, Cecília Rocha, Marcio Emery, Andrea Abreu, Jucélia de Souza e Arthur de Carvalho, que possibilitaram a realização das entrevistas.

A todos os professores da Escola Politécnica de Pernambuco, do Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz, da antiga Escola Técnica Federal de Pernambuco, do Colégio de Aplicação da UFPE, do Colégio e Curso Walt Disney, do Colégio e Curso Bandeirantes e da Escolinha Recanto Infantil, pela contribuição a minha formação acadêmica e pessoal.

Aos demais amigos, familiares e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

“Um país se faz com homens e livros”
Monteiro Lobato

RESUMO

A construção civil é um setor que causa elevado impacto ao meio ambiente. Gerir os recursos naturais de forma responsável, atendendo as necessidades do presente, sem comprometer o desenvolvimento das gerações futuras é responsabilidade de todos. A engenharia de construção civil pode e deve adotar práticas voltadas a uma maior sustentabilidade em todas as etapas do processo de produção de uma obra.

Particularmente, o presente trabalho objetiva propor diretrizes para a implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental, tomando por base o referencial técnico AQUA.

Através de pesquisa de estudos de caso em quatro empresas do setor produtivo da construção civil, sendo duas sediadas na cidade de Recife e as outras duas em São Paulo, buscou-se verificar as ações adotadas para uma maior sustentabilidade dos canteiros de obras, a partir das quais foi possível descrever os principais elementos necessários à implantação do AQUA.

Desta forma, espera-se contribuir para a consecução de canteiro de obras com menor impacto ao meio ambiente, atendendo ao escopo de uma referência técnica e ressaltando o quanto se tem a avançar no que diz respeito à sustentabilidade.

Palavras-chave: sustentabilidade, meio ambiente, canteiro de obras, AQUA.

ABSTRACT

The building construction is a sector that cause high impact on the environment. Managing natural resources in a responsible manner, attending the needs of the present, without compromising the development of future generations is everyone's responsibility.
The engineering of building construction can and should adopt practices intended at greater sustainability in all stages of production of a construction.
Particularly, this work aims to propose guidelines for implementation of construction sites with less environmental impact, based on the technical reference AQUA.
Through research of case studies in four companies in the productive sector of the construction industry, two being located in the city of Recife and the other two in São Paulo, we sought to verify the actions taken to improve the sustainability of the construction sites, from which was possible to describe the key elements needed for establishing the AQUA. Thus, it is expected to contribute to the attainment of the construction site with less impact to the environment, according the scope of a technical reference and emphasizing how much we have to advance with respect to sustainability.

Keywords: sustainability, environment, construction sites, AQUA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - fluxo de matéria (e energia) para cada sistema.....29

Figura 2 – Etapas do ciclo de vida. 29

Figura 3 – Estrutura da avaliação do ciclo de vida.....30

Figura 4 - Diferentes fases de um empreendimento x ocorrência de perda de matérias.....60

Figura 5 – Blocos moduláveis disponíveis no Brasil.....85

Figura 6 – Selo FSC.....86

Figura 7 – Selo Cerflor.....87

Figura 8 – Material para revestimento de piso paletizado.....88

Figura 9 - Modelo de CTR – Controle de Transporte de Resíduos, utilizado no município de São Carlos-SP.....92

Figura 10 - Modelo de CTR – Controle de Transporte de Resíduos, sugerido pela Metodologia Obra Limpa.....93

Figura 11 – Serra circular localizada em setor acusticamente protegido.....95

Figura 12 – Serra circular localizada em setor acusticamente protegido.....95

Figura 13 – Tapume em condição ruim de conservação.....99

Figura 14 – Tapume em ótimo estado de conservação.....99

Figura 15 – Exemplo de canteiro com área interna para carga e descarga.....102

Figura 16 – Banheiros químicos.....106

Figura 17 – Banheiros químicos.....106

Figuras 18 – Lavadoras de pressão.....107

Figura 19 – Calha para recuperação de água de lavagem de rodas e de ferramentas.....107

Figura 20 – Árvore preservado no canteiro de obra.....109

Figura 21 – Comparação do consumo de água entre equipamentos convencionais e equipamentos economizadores.....111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Famílias e categorias do AQUA.....47

Quadro 2 – Aspectos ambientais do canteiro de obras.....56

Quadro 3 - Impactos ambientais causados aos meios físico, biótico e antrópico.....57

Quadro 4 – Temas e subtemas que abrangem ações voltadas a um canteiro de obras com menor impacto ambiental.....71

Quadro 5 – Respostas obtidas através da aplicação dos questionários compiladas.....75

Quadro 6 – Contagem geral das respostas com relação à adoção de ações voltadas a uma maior sustentabilidade do canteiro de obras.....80

Quadro 7 - Contagem geral das respostas com relação à adoção de ações voltadas ao tema “otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras”.....81

Quadro 8 - Contagem geral das respostas com relação à adoção de ações voltadas ao tema “redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras”.....82

Quadro 9 - Critérios adotados nos check-lists.....91

Quadro 10 – Procedimentos para manutenção de máquinas e equipamentos industriais.....96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....14
1.1 Justificativa.....14
1.2 Objetivos.....16
1.2.1 Objetivo geral.....16
1.2.2 Objetivos específicos.....17
1.3 Metodologia do trabalho.....17
1.4 Estruturação do trabalho.....18
2. A SUSTENTABILIDADE EM CANTEIROS DE OBRAS.....20
2.1 Sustentabilidade.....20
2.2 Avaliação do ciclo de vida x sustentabilidade.....26
2.3 Construção mais sustentável.....32
2.4 Projeto mais sustentável.....35
2.5 Sistemas de avaliação de sustentabilidade.....38
2.5.1 Sistemas de avaliação de sustentabilidade internacionais.....39
2.5.1.1 LEED - Leadership in Energy and Environmental Design.....39
2.5.1.2 BREEAM - Building Establishment Assessmente Method.....40
2.5.1.3 CASBEE - Comprehensive Assessement System for Building Environmental Efficiency.....40
2.5.1.4 HQE - Haute Qualité Environnementale.....41
2.5.1.5 SB Method - Sustainable Building Method.....42
2.5.2 Sistemas de avaliação de sustentabilidade nacionais.....42
2.5.2.1 LEED® Brasil.....42
2.5.2.2 AQUA – Alta Qualidade Ambiental.....43
2.5.2.3 Referencial AQUA.....44
2.5.2.3.1 Contexto geral.....44
2.5.2.3.2 Estrutura do sistema de gestão do empreendimento (SGE).....45
2.5.2.3.3 A qualidade ambiental do edifício (QAE).....46
2.5.2.3.4 Limitações da certificação AQUA.....47
2.5.3 Importação e adequação de sistemas de avaliação de sustentabilidade.....48
2.6 O setor da construção civil e a sustentabilidade.....49
2.6.1 Visão geral no Brasil.....49
2.6.2 Visão geral em Pernambuco.....50

2.7 Canteiros de obras.....52
2.8. Canteiros de obras com menor impacto ambiental.....54
2.8.1 Otimização da gestão dos resíduos.....58
2.8.1.1 Minimização da produção de resíduos.....59
2.8.1.2 Beneficiamento de resíduos na obra.....60
2.8.1.3 Destinação final dos resíduos.....61
2.8.2 Redução dos incômodos.....62
2.8.2.1 Sonoros.....62
2.8.2.2 Visuais.....63
2.8.2.3 Circulação de veículos.....64
2.8.2.4 Material particulado.....64
2.8.3 Redução da poluição.....64
2.8.3.1 Água, solo e subsolo.....64
2.8.3.2 Ar.....65
2.8.4 Redução do consumo de recursos.....66
3. PESQUISA DE ESTUDOS DE CASO.....67
3.1 Metodologia da pesquisa.....67
3.2 Caracterização das empresas.....69
3.3 Realização das entrevistas.....70
3.4 Apresentação e análise de resultados.....73
4. DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRA COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL.....83
4.1 Diretrizes voltadas à otimização da gestão dos resíduos.....83
4.1.1 Diretrizes voltadas à minimização da produção de resíduos.....84
4.1.2 Diretrizes voltadas ao beneficiamento de resíduos na obra.....89
4.1.3 Diretrizes voltadas à correta destinação final.....91
4.2 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos.....94
4.2.1 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos sonoros.....94
4.2.2 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos visuais.....98
4.2.3 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos devido à circulação de veículos.....100
4.2.4 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos devido ao trânsito de pedestres.....101
4.2.5 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos devido ao material particulado, lama e sobras de concreto.....103
4.3 Redução da poluição.....104

4.3.1 Água, solo e subsolo.....105
4.3.2 Ar.....108
4.4 Redução do consumo de recursos.....110
4.4.1 Redução do consumo de água.....110
4.4.2 Redução do consumo de energia elétrica.....111
4.4.3 Redução das perdas incorporadas.....112
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....114
REFERÊNCIAS 119
ANEXO - Questionário aplicado na pesquisa.....128

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor que causa muitos impactos ao meio ambiente, principalmente face à grande utilização de matérias-primas não renováveis, grande consumo energético e expressiva geração de resíduos.

Existe uma tendência de parâmetros de sustentabilidade serem incorporados cada vez mais nas edificações, como forma de minimizar os impactos ambientais e de aumentar a competitividade das empresas do setor. Esta também será uma contribuição bastante importante no que diz respeito ao bem estar da sociedade.

Algumas empresas adotam práticas isoladas e de forma não sistematizadas que contribuem positivamente com a sustentabilidade das edificações. Porém não existe um diagnóstico mais apurado mostrando o impacto que estas boas práticas promovam, tão pouco diretrizes a se adotar visando empreendimentos que gerem menor impacto ambiental. Ressalte-se que edifícios que causem menos impactos ambientais estarão mais suscetíveis a receberem certificações voltadas à sustentabilidade, quando for o interesse do interesse do proprietário do empreendimento.

Nesse contexto será apresentado o referencial técnico AQUA, primeira ferramenta desenvolvida no país para a aferição de sustentabilidade das edificações, enfatizando-se a categoria “canteiro de obras com baixo impacto ambiental”, através de pesquisa de campo em empreendimentos de edifícios não residenciais nas cidades de Recife e São Paulo, visando identificar as ações que vêem sendo adotadas e propor diretrizes que possam contribuir para a redução do impacto ambiental dos canteiros de obras.

Por fim, espera-se contribuir para incentivar as práticas mais sustentáveis na cadeia produtiva da construção civil.

1.1 Justificativa

De acordo com JOHN (2000), considera-se a cadeia produtiva da construção civil como a maior consumidora de recursos naturais de qualquer economia mundial, a qual utiliza de 20%

a 50% de todos os recursos naturais consumidos pela sociedade. Isto se deve por este setor ser responsável pela produção dos bens físicos de grandes dimensões.

De acordo com Lamberts e Westyphal (2000) apud Vazquez, Rossi e Bozzetti (2008), a indústria da construção civil junto aos seus produtos é responsável pelo consumo de cerca de 40% da energia e dos recursos naturais, além de gerar 40% dos resíduos produzidos pelas atividades humanas.

Por outro lado, segundo Gusmão (2008), a construção civil é um dos setores econômicos que mais proporciona o desenvolvimento e crescimento da sociedade, haja vista que se destaca a importância da integração e interação do ser humano com o meio ambiente através das suas construções, desde os primórdios das civilizações antigas.

Percebe-se que apesar dos impactos ambientais causados pela construção civil, não se pode imaginar a sociedade sem os benefícios trazidos por este setor. As pessoas precisam de moradias confortáveis e infraestrutura. Porém, tanto a construção civil como as indústrias associadas e empresas de serviços de apoio podem e devem contribuir de forma significativa a minimizar os citados impactos ambientais, promovendo uma construção mais sustentável.

Souza (2008) ratifica que a construção civil é um setor que causa bastante impacto ao meio ambiente, devendo-se estimular os agentes no esforço global para alcançar a sustentabilidade.

A construção civil utiliza-se de uma infinidade de matérias-primas não renováveis que de uma forma geral trazem muitos impactos na sua extração, transporte e transformação. Também se verificam impactos decorrentes dos resíduos gerados tanto no processo de construção como na fase de uso da edificação e na sua destinação final.

De acordo com Figuerola (2008), a gestão com sustentabilidade dos recursos naturais é de responsabilidade de todos. A arquitetura e a engenharia podem e devem contribuir para tanto. Aplicar novos conceitos e utilizar de inovações tecnológicas que tragam maior sustentabilidade às edificações passam a ser contribuições imprescindíveis nos projetos de arquitetura e engenharia.

Apesar de muitos ainda não acreditarem, os temas meio ambiente e sustentabilidade não são simplesmente modismo, são uma tendência e uma necessidade, já que muitas conseqüências dos impactos ambientais já podem ser percebidas pela sociedade, tais como o aquecimento global, deterioração da camada de ozônio, extinção de componentes da fauna e da flora, chuva ácida e poluição, mostrando a urgência de se tomar ações mitigadoras. (CSILLAG, 2007).

O canteiro de obras é responsável por diversos impactos ambientais, tais como: produção de resíduos; geração de incômodos sonoros, visuais, a circulação de veículos e pessoas; poluição do solo, da água e do ar, além do consumo de recursos como água e energia. (FCAV, 2007).

Ressalta-se que até o momento a única ferramenta de avaliação de sustentabilidade voltada ao mercado imobiliário que sofreu adaptações para nacionalização no Brasil e que já foi lançada e está sendo aplicada é o AQUA, vale ressaltar também que neste sistema de aferição existe uma categoria voltada especificamente ao impacto ambiental do canteiro de obras, objeto de estudo principal deste trabalho, o que foi determinante na seleção deste método como escopo deste trabalho.

Diante deste contexto, busca-se com este trabalho o entendimento de conceitos de desenvolvimento e construção sustentáveis, busca-se também realizar levantamento de metodologias de aferição desses aspectos e, aplicando a metodologia do referencial AQUA existente, avaliar o nível de sustentabilidade dos empreendimentos, propondo diretrizes que possam contribuir com canteiros de obras menos impactantes ambientalmente, contribuindo para certificação e para a maior sustentabilidade da edificação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho objetiva propor diretrizes para a implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental, tomando por base o referencial AQUA, através de pesquisa de estudo de caso, a partir da qual foi possível identificar os principais elementos que colaboram com este canteiro menos impactante.

Importante destacar que é imprescindível que estas ações sejam passíveis de implementação pelas construtoras, reduzindo o impacto ambiental do canteiro e resultando em maior sustentabilidade das construções, sendo uma importante contribuição para valorização dos aspectos de sustentabilidade na cadeia produtiva da construção civil.

1.2.2 Objetivos específicos

Para a consecução do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- detalhar o referencial AQUA, compará-lo com os outros existentes;
- aprofundar dentro da família eco-construção a categoria 3 que trata de canteiro de obras com baixo impacto ambiental;
- realizar pesquisa de estudo de caso com aplicação de questionários em empresas de Recife e São Paulo que estejam executando projetos de edifícios não residenciais. Referida pesquisa estará voltada aos canteiros de obras com menor impacto ambiental, baseando-se para tanto no sistema de avaliação de sustentabilidade AQUA.;
- avaliar a metodologia utilizada, verificando o nível de sustentabilidade dos canteiros de obras analisados;
- propor diretrizes para a implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental baseadas no referencial AQUA;
- destacar os principais pontos que ainda se pode avançar, visando obter edificações cada vez mais sustentáveis.

1.3 Metodologia do Trabalho

Vislumbrando o desenvolvimento do trabalho seguiu-se metodologia que foi composta por duas etapas:

a) na revisão bibliográfica focaram-se os assuntos pertinentes à sustentabilidade, envolvendo desenvolvimento, construções e projetos mais sustentáveis, assim como os sistemas de avaliação existentes no contexto nacional e mundial. Abordou-se também o canteiro de obras e os impactos ambientais por ele causados, tanto nos aspectos voltados à gestão dos resíduos, como nos relacionados aos incômodos, poluição e consumo de recursos.

b) no que concerne às atividades de campo, realizou-se uma pesquisa exploratória através de estudos de caso, com aplicação de questionários, os quais buscavam verificar as ações que minimizam os impactos ambientais causados pelos canteiros em 04 construtoras nas cidades de Recife e São Paulo. Foram selecionadas para aplicação dos respectivos questionários construtoras que estão realizando obras de edifícios de pavimentos múltiplos comerciais. A partir desta pesquisa foi possível identificar os elementos que podem ser desenvolvidos e implementados pelas construtoras e que resultem em melhorias voltadas aos aspectos de sustentabilidade na cadeia produtiva da construção civil.

1.4 Estruturação do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo este primeiro de introdução.

O segundo capítulo expõe uma revisão bibliográfica, onde são discutidos conceitos relacionados à sustentabilidade, tais como: desenvolvimento sustentável, construções e projetos mais sustentáveis e os sistemas de avaliação existentes, sendo aprofundado o sistema denominado AQUA. Tratou-se do estado da arte da sustentabilidade no setor da construção civil no Brasil e em Pernambuco. Abordou-se a definição de canteiros de obras e os principais aspectos relacionados aos impactos ambientais por eles provocados ao meio ambiente, enfatizando a gestão de resíduos, assim como a redução de incômodos, da poluição e do consumo de recursos.

O terceiro capítulo expõe a metodologia da pesquisa de campo, explicitando a caracterização da amostragem e a compilação das informações sobre ações voltadas a um canteiro de obras com menor impacto ambiental obtidas com a aplicação dos questionários. Trata também da apresentação e análise das informações obtidas com o trabalho exploratório.

O quarto capítulo aborda as diretrizes para canteiros de obras com menor impacto ambiental, visando certificação de sustentabilidade no referencial AQUA, as quais foram estabelecidas com resultado da revisão bibliográfica e da pesquisa de estudos de caso.

O quinto capítulo apresenta as considerações finais pertinentes ao trabalho desenvolvido; além de sugestões de temas para trabalhos futuros, através dos quais se imagina amplicar os desdobramentos alcançados neste trabalho e garantir a evolução do conhecimento.

2. SUSTENTABILIDADE EM CANTEIROS DE OBRAS

2.1 Sustentabilidade

Para Gilman (2008), “Sustentabilidade se refere à capacidade de uma sociedade, ecossistema ou qualquer sistema semelhante, em continuar funcionando num futuro indefinido, sem estar forçado a declinar até a exaustão dos seus recursos vitais”.

Csillag (2007, p. 2) afirma: “A preocupação com o meio ambiente e com a sustentabilidade não é um mero modismo.”

Segundo Gonçalves (2009), uma das premissas fundamentais do desenvolvimento sustentável é o reconhecimento da insustentabilidade econômica, social e ambiental na qual está alicerçado o atual padrão de desenvolvimento da sociedade. Promover o desenvolvimento sustentável passa por mudanças imediatas nos modelos tradicionais de desenvolvimento.

Segundo Lordsleem Jr. (1997), na década passada a redução dos custos de produção e uma maior conscientização por parte dos consumidores, fez as estratégias de competitividade planejadas pelas empresas contemplassem, necessariamente, aspectos que influenciam a melhoria da qualidade de seus produtos e uma maior eficiência nos seus processos de produção.

Também de acordo com Lordsleem Jr. (1997), a cadeia produtiva da construção civil, não se excluiu dessa conjuntura. Várias ações foram a ainda tem sido implementadas pelas empresas visando alcançarem níveis mais altos de qualidade e produtividade, para tanto ocorreu um processo de atualização e mostraram-se necessárias mudanças de algumas práticas tradicionais.

Na cadeia produtiva da construção civil percebe-se o início de uma tendência de aspectos de sustentabilidade serem mais um diferencial a ser incorporado nos projetos. Verifica-se que novas mudanças nos atuais modelos tradicionais necessitam ser incorporadas,

Conforme Souza (2008), surge e vem se consolidando o conceito de sustentabilidade corporativa, enquanto uma visão de negócios de longo prazo que incorpora à estratégia e aos objetivos econômicos da empresa, as dimensões sociais e ambientais.

Elkington (1998), afirma que a sustentabilidade objetiva garantir que as ações praticadas na atualidade não prejudiquem, nem limitem o alcance das opções econômica, social e ambiental para as gerações futuras.

Para Silva (2000) apud Silva (2007), a designação sustentabilidade surgiu como necessidade do homem de possuir diretrizes de projetos, programas, instrumentos e políticas que alicerçassem a resolução de problemas e tomada de decisões.

De acordo com o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural - CONPET (2007), a sustentabilidade toma cada vez mais caráter de necessidade, o mercado consumidor está em transição e as empresas estão envidando esforços para se adequarem.

Um forte sinal disso é que as bolsas de valores pelo mundo criam indicadores especiais, verifica-se também que o investimento em ações das companhias com preocupação na sustentabilidade tem aumentado significativamente.

Um desses indicadores é o *Dow Jones Sustainability Índex* que surgiu em 1999 como o primeiro indicador bolsista da performance financeira das empresas líderes em sustentabilidade a nível global. Empresas que constam deste índice, indexado à bolsa de Nova Iorque, são consideradas de maior capacidade para criar valor para os acionistas, isso tomando-se o longo prazo, com gestão dos riscos associados a fatores econômicos, ambientais e sociais. (EDB, 2008)

Vale ressaltar que a procura pela sustentabilidade no mercado financeiro visa resultados em longo prazo, considerando a possibilidade futura de graves turbulências ambientais e sociais, causados entre outros fatores, pelas mudanças climáticas.

O CONPET (2007), também afirma que essa tendência veio para ficar. O surgimento de fundos de investimentos e índices de bolsas de valores direcionados a empresas que praticam a sustentabilidade não cessa e é crescente.

Conforme Souza (2008), no Brasil, algo que sinaliza essa valorização da Sustentabilidade Corporativa é a adoção pela BOVESPA do ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial), já adotado por um grupo seleto de empresas. Este grupo, em futuro próximo, com certeza contará com a participação das empresas do setor da construção que já estão com seu capital aberto e com suas ações na Bolsa.

Já se percebe uma tendência mundial dos investidores buscarem empresas socialmente responsáveis, sustentáveis e rentáveis para realizar investimentos. No Brasil, essa tendência já teve início, desta forma a BOVESPA – Bolsa de Valores de São Paulo, juntamente a outras instituições criaram um índice de ações que seja um referencial para os investimentos socialmente responsáveis, o ISE – Índice de Sustentabilidade Empresarial. O ISE tem por objetivo mostrar o retorno de uma carteira composta por ações de empresas que demonstrem atitudes voltadas ao comprometimento com a responsabilidade social e a sustentabilidade empresarial. Servindo também para incentivar práticas mais sustentáveis no meio empresarial brasileiro. (BOVESPA, 2008)

Outro exemplo de interligação do mercado financeiro e a preocupação com a sustentabilidade foi à criação dos “créditos de carbono”. Estes são certificados emitidos em favor de empresas que consigam reduzir emissões gasosas, podendo ser negociados para as que não conseguirem reduzir.

Esta preocupação relativa à sustentabilidade também passa por outros atores da cadeia produtiva, tais como fornecedores de materiais primas, trabalhadores envolvidos na construção das edificações e futuros usuários.

Segundo Souza (2008), uma empresa que busca a sustentabilidade também deve se preocupar com a gestão da cadeia de fornecedores. As construtoras e órgãos contratantes, devem verificar as exigências ambientais para a compra de materiais, produtos e equipamentos, como a qualificação e o desenvolvimento de fornecedores e empreiteiros de serviços, desta forma objetivando implementar práticas de responsabilidade social junto aos seus colaboradores.

Souza (2008) afirma que também se deve atentar ao envolvimento das partes interessadas, conduzido por um processo em que a empresa interage com todos os agentes que participam direta e indiretamente nos seus negócios e empreendimentos, tais como investidores, acionistas, agentes financeiros, cliente final, sociedade, comunidade, vizinhança dos empreendimentos, governos, fornecedores e colaboradores. Relatórios de sustentabilidade devem ser adotados, assim sendo a empresa poderá apresentar seu desempenho econômico, social e ambiental de forma integrada, por meio de ações e indicadores, de que adota as práticas de sustentabilidade e as comunica às partes interessadas.

De uma forma geral, a sociedade precisa estar consciente e participar dos processos a fim de promover maior sustentabilidade, seja na construção civil ou em qualquer outro processo produtivo. As empresas devem encarar a sustentabilidade não só como uma necessidade, mas como uma oportunidade de negócios.

De acordo com David (2008), presidente e chefe executivo da *United Technologies Corporation - UTC*, o boom global da construção em desenvolvimento no mundo criou uma grande oportunidade para edifícios diferenciados e por outro lado com decréscimo da demanda por energia. Existem tecnologias que combinadas ao senso de design podem incrementar a eficiência energética em 35% e reduzir custos com aquecimento em 80% em média no mercado de edificações.

Para Souza (2008) passa-se por um momento bastante propício também no Brasil para as empresas do setor da construção que queiram se diferenciar e assumir práticas de sustentabilidade em seus negócios, empreendimentos e obras, incorporando isso a competitividade duradoura. Trata-se de uma questão de visão estratégica e decisão empresarial que resulta em ganhos tanto para a empresa quanto para seus clientes, a comunidade, a sociedade e as gerações futuras.

Segundo Cassa et al. (2001), a cadeia produtiva da construção civil precisa passar por profundas transformações para que qualquer sociedade venha a atingir o desenvolvimento sustentável. Isso se evidencia, pois a construção civil apresenta significativos impactos ambientais desde a extração das matérias primas, até as fases de uso e demolição ou desconstrução.

Complementarmente e associado aos conceitos de sustentabilidade estão as concepções voltadas ao desenvolvimento, construções e projetos mais sustentáveis.

Existem vários conceitos para desenvolvimento sustentável que evoluem constantemente, porém sempre apresentando o mesmo princípio.

A designação desenvolvimento sustentável resultou da evolução de uma série de preocupações advindas da crise energética na década de 1970. Já se percebia naquela época preocupação com a excessiva exploração dos recursos naturais pelo homem. Apesar do foco centrado no aspecto energético percebeu-se que o crescimento mundial e econômico era limitado pela disponibilidade de recursos ambientais. (IZUMI, H., 2002 apud CSILLAG, 2007).

De acordo com o *World Commission on Enviroment and Development* - *WECD* (1987), considera-se o desenvolvimento como sendo sustentável quando consegue satisfazer às necessidades das gerações atuais, sem para tanto prejudicar as gerações futuras de satisfazer às suas próprias necessidades.

Conforme Figuerola (2008), este conceito foi publicado em 1987 pela Comissão Mundial das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (World Commission on Environment and Development) ou Brundtland Commission, criada em 1983, pelas Nações Unidas.

Segundo Van Bellen (2002) apud Kalbush (2006), o conceito de desenvolvimento sustentável resulta de todo um processo de reavaliação englobando sociedade e meio ambiente.

Conforme Borba (2009), as definições de desenvolvimento sustentável se mostram como uma maneira compromissar a sociedade em mesmo atendendo às suas, não deixar de atender às necessidades das gerações futuras, consistindo numa atitude ética de solidariedade entre gerações.

Borba (2009) afirma que o desenvolvimento sustentável, mostra-se imprescindível à preservação dos recursos naturais e defesa da sua melhor utilização. Também nesse contexto,

a indústria desempenha um importante papel de incentivadora de boas práticas que visem contribuir com a sustentabilidade do negócio.

Porém, segundo Palermo (2006), para associar o planejamento estratégico ao conceito de desenvolvimento sustentável se faz necessário um eficiente sistema de gerenciamento ambiental, compreendendo três níveis principais de ação relacionadas ao meio ambiente: recuperação e controle; avaliação e controle de futura degradação e planejamento ambiental.

De acordo com Figuerola (2008), também são incorporados ao conceito de sustentabilidade os valores da ética, transparência e comunicação, assim como as boas práticas de governança corporativa, tendo como resultante um diferencial focado no desenvolvimento sustentável e no compromisso com as gerações futuras.

Vale ressaltar também que está inclusa na Constituição Federal de 1988 no seu capítulo VI o artigo 225 que assegura nosso direito ao desenvolvimento sustentável. “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 1988)

Segundo Souza (2008), as práticas sustentáveis também vêm incorporando a necessidade da análise do ciclo de vida dos produtos finais, suas partes ou seus componentes, não sendo diferente no setor da construção civil.

Para Souza (2008) esta análise afere o consumo de recursos ambientais e a geração de gases e resíduos durante todo o ciclo de vida dos materiais e componentes empregados, passando pela extração da matéria-prima, transporte, fabricação, aplicação e uso final dos materiais e componentes.

Souza (2008) também destaca a importância de elaborar um inventário para cada material e componente, mensurando o uso de recursos naturais e energia, o desperdício e as emissões, etapa por etapa do processo. Esta tarefa é complexa e exaustiva no setor da construção civil devido à enorme gama de materiais empregados e da diversidade regional de sua produção.

Os seguintes aspectos são os alicerces da sustentabilidade: ambiental, econômico e social, coexistindo em equilíbrio e não de forma isolada. Estes aspectos representam variáveis independentes, as escolhas resultantes serão diferentes em cada situação apresentada. Portanto, não se mostra obrigatoriedade de seguir um parâmetro ou processo rígido. Um projeto com diretrizes voltadas a uma maior sustentabilidade, deve ser fruto de escolhas específicas, únicas e originais. (SICILIANO et al., 2007).

Na concepção de uma edificação mais sustentável a certificação entra como um reconhecimento de um trabalho desenvolvido. Verifica-se a utilização desta ferramenta devido a não existência ou pouca difusão, de processos adequados às condições regionais culturais, econômicas e físicas que permitam uma real avaliação do resultado obtido pelo esforço de tornar uma edificação mais sustentável. Os critérios de certificação, inicialmente podem ser utilizados como referências auxiliares, mas não determinantes na escolha de materiais e sistemas construtivos, deve ser conseqüência de um trabalho e não o objetivo dele. (SICILIANO et al., 2007).

Percebe-se que os conceitos de desenvolvimento sustentável apresentam os mesmos princípios, o de utilizar os recursos naturais de forma racional, de forma que as gerações futuras também possam usufruir destes recursos, tudo isso construído de forma interativa, com a participação da sociedade como um todo.

A seguir será discutida a sustentabilidade no contexto da avaliação do ciclo de vida.

2.2 Avaliação do ciclo de vida x sustentabilidade

A indústria da construção civil exerce impacto significativo sobre a economia de uma nação e, portanto, pequenas alterações nas diversas fases do processo construtivo podem promover, além de mudanças importantes na eficiência ambiental e redução dos gastos operacionais de uma obra, maior incentivo em investimentos no setor.

Conforme Ribeiro et al. (2003), a Avaliação do Ciclo de Vida constitui uma ferramenta indispensável para o melhor acompanhamento dos ciclos de produção e a identificação de alternativas de interação entre processos.

Nesse mercado de competitividade crescente e submetido a instrumentos de comando de controle (legislação e normas) e de melhoria contínua, a escolha de materiais de construção representa um importante campo da engenharia ambientalmente responsável.

Nessas situações, parte-se do princípio de que os materiais comparados entre si cumpram a mesma função, para, em seguida, avaliá-los sob a ótica ambiental. O resultado dessa análise, associado aos resultados de avaliação econômica e em sintonia com as preferências dos interessados, permitirá a tomada de decisão final sobre o material a utilizar.

Segundo a ABNT ABNT NBR ISO 14040 (2001), a crescente conscientização sobre a importância da proteção ambiental e dos possíveis impactos associados a produtos manufaturados e consumidos tem aumentado o interesse no desenvolvimento de métodos para melhor compreender e diminuir estes impactos.

De acordo com a ABNT NBR ISSO 14040 (2001), uma das técnicas em desenvolvimento com este propósito é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

De acordo com Ribeiro et al. (2003), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método utilizado para avaliar o impacto ambiental de bens e serviços. A avaliação do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade é uma avaliação sistemática que quantifica os fluxos de energia e de materiais no ciclo de vida do produto. Nada mais é que o histórico do produto desde a fase de extração dos insumos, passando pela fase de produção, distribuição, consumo, uso e até transformação em lixo ou resíduo.

Também conforme Ribeiro et al. (2003), a avaliação do ciclo de vida leva em contas as etapas “do berço à cova” ou caso se considere o aproveitamento do produto após o uso, do “berço ao berço”.

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 14040 (2001), a ACV é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto; a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas e a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos.

Também para a norma ABNT NBR ISO 14040 (2001), a ACV estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto (isto é, do “berço ao túmulo”), desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as conseqüências ecológicas.

O referencial técnico AQUA, adotado como parâmetro no nosso trabalho, permite avaliação das fases de programa, concepção e realização dos projetos. Desta forma não abrange todas as fases do ciclo de vida de uma edificação.

Segundo Soares et al. (2006), a Avaliação do Ciclo de Vida se destaca, atualmente, como ferramenta de excelência para análise e escolha de alternativas, sob uma perspectiva puramente ambiental. O seu princípio consiste em analisar as repercussões ambientais de um produto ou atividade, a partir de um inventário de entradas e saídas do sistema considerado.

De acordo com Ferreira (2004) , o conceito de ciclo de vida tem-se estendido para além de um simples método para comparar produtos, sendo atualmente visto como uma parte essencial para conseguir objetivos mais abrangentes, tais como sustentabilidade.

A avaliação do ciclo de vida de uma edificação ajuda a quantificar seus impactos etapa por etapa, desta forma pode contribuir indicando onde se atuar com maior intensidade visando maior sustentabilidade.

Soares et al. (2006), esclarece que a ACV consiste na análise e na comparação dos impactos ambientais causados por diferentes sistemas que apresentam funções similares. Ou seja, sob a ótica ambiental, estabelece inventários tão completos quanto possível do fluxo de matéria (e energia) para cada sistema, permitindo a comparação desses balanços entre si, sob a forma de impactos ambientais, conforme esquema da figura 1 a seguir.

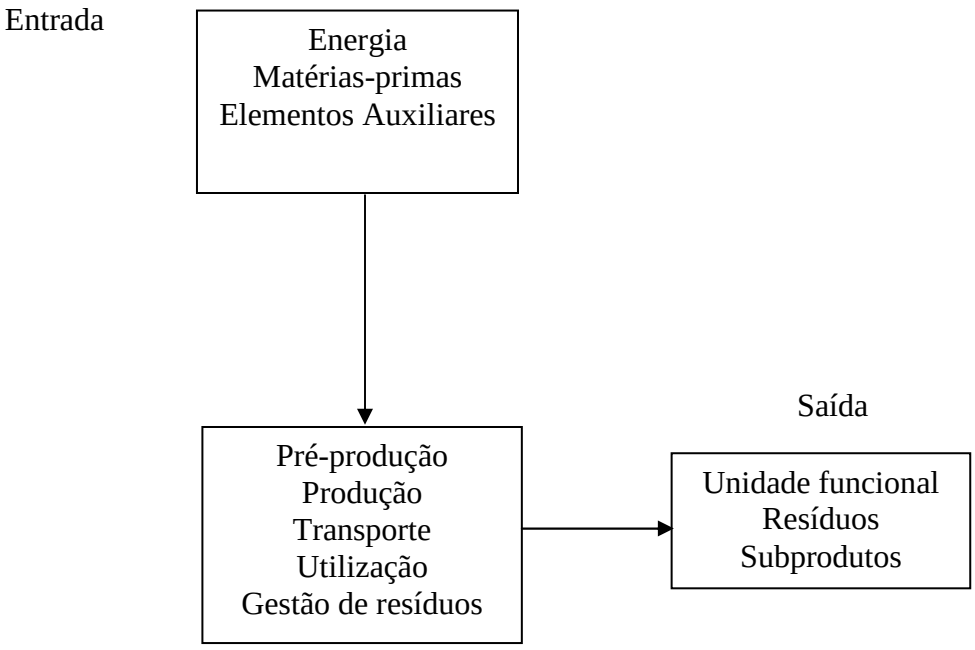


Figura 1 - fluxo de matéria (e energia) para cada sistema

Fonte: Coletânea Habitare, Volume 7, Capítulo 4, página 99

A avaliação do ciclo de vida passa basicamente pelas etapas conforme esquema da figura 2 a seguir.

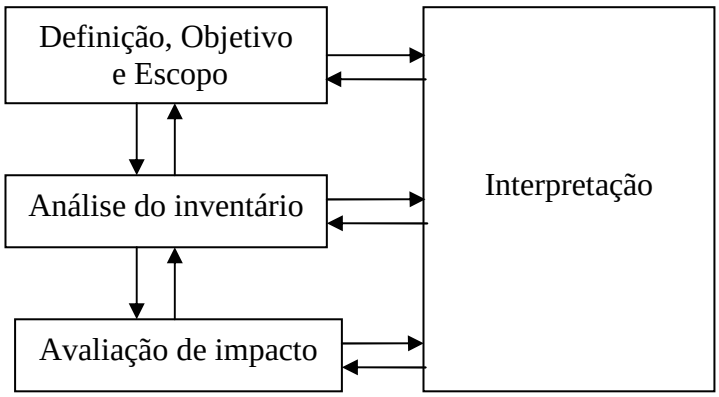


Figura 2 – Etapas do ciclo de vida.

Fonte: Coletânea Habitare, Volume 7, Capítulo 4, página 101

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 14040 (2001), a avaliação do ciclo de vida deve incluir a definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados, conforme esquema da figura 3 a seguir.

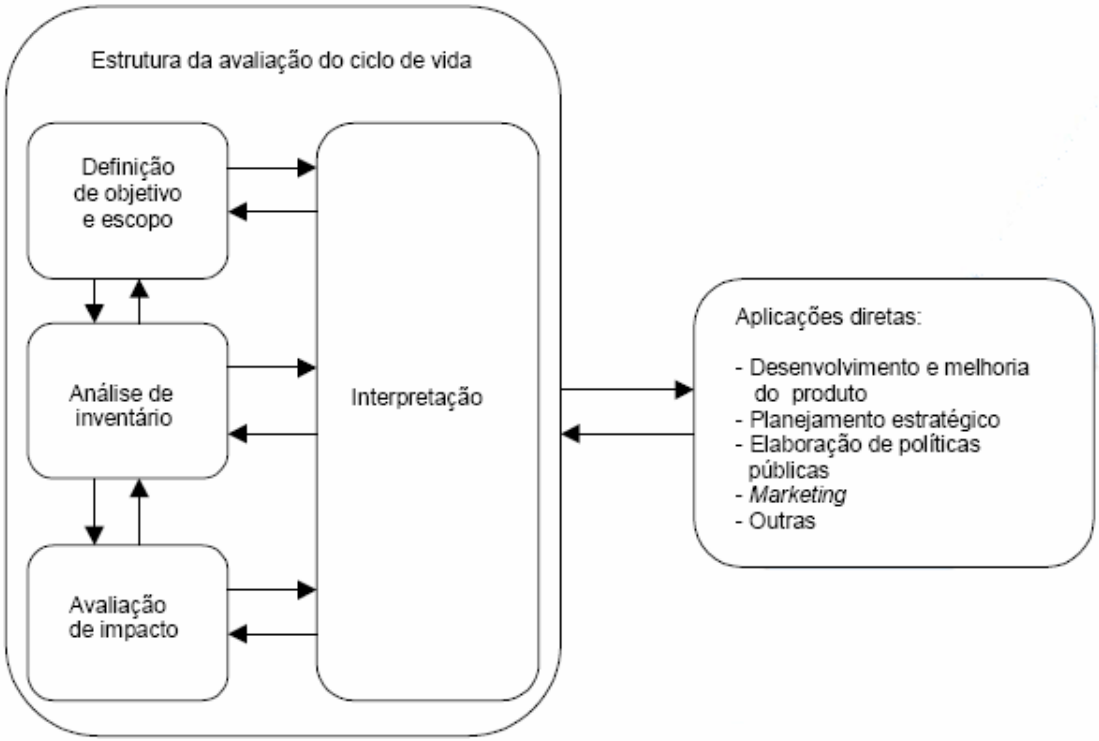


Figura 3 – Estrutura da avaliação do ciclo de vida
Fonte: NBR 14040, página 5

De acordo com Ferreira (2004) , é na fase de avaliação do impacto no ciclo de vida se analisa os efeitos humanos e ecológicos da utilização de energia, água, e materiais e das descargas ambientais identificadas na análise de inventário.

Segundo Soares et al. (2006), esse procedimento visa agregar os fatores de impacto em categorias de impacto (ou critérios de avaliação), através de um modelo apropriado, de modo a permitir um estudo comparativo das diferentes opções. Normalmente, essas categorias estão associadas a impactos locais (toxicidade e ecotoxicidade, etc.), regionais (chuvas ácidas, desertificação, etc.) e globais (efeito estufa, redução da camada de ozônio, etc.).

Estes aspectos citados estão diretamente ligados aos impactos de ambientais de uma edificação, quanto menores esses impactos teremos edifícios mais sustentáveis.

Segundo a ABNT NBR ISO 14040 (2001), esta avaliação pode incluir o processo iterativo de análise crítica do objetivo e do escopo do estudo da ACV, para determinar quando os

objetivos do estudo foram alcançados ou modificar o objetivo e o escopo, se a avaliação indicar que eles não podem ser alcançados.

Segundo Carvalho Filho (2001) , a ACV se conclui com a análise de todos os dados finais e quanto aos seus significados, incertezas e sensibilidade sobre os resultados parciais. É preciso levar em conta que a razão e os objetivos da ACV, seguramente de uma detalhada revisão de conteúdo científico, principalmente para aquelas categorias em que os valores dos impactos são mais relevantes, levando em conta as limitações existentes numa ferramenta para avaliar um sistema um tanto quanto complexo.

Carvalho Filho (2001) também afirma, portanto, nesta última fase, os resultados anteriores devem ser reunidos, estruturados e analisados. Deve-se elaborar uma estrutura de análise dos resultados, analisando sensibilidade e incertezas, para que o conjunto de informações permita gerar um documento com as conclusões e recomendações, que possam dar respostas as questões que antecipadamente foram definidas na fase de definição do objetivo e escopo do estudo.

Alcançando estes objetivos que foram traçados, estaremos contribindo com edificações mais sustentáveis.

Segundo Ferreira (2004) , a elaboração de um estudo ACV necessita normalmente de muitos recursos e arrasta-se por muito tempo. Deste modo, os recursos financeiros deverão ser balanceados com os benefícios previsíveis do estudo.
O estudo ACV não determina qual produto ou processo é o mais caro ou funciona melhor. Por isso, a informação desenvolvida num estudo ACV deve ser utilizada como uma componente de um processo de decisão que conta com outras componentes, como sejam, o custo e a performance.

Quando extrapolamos para a indústria da construção civil temos mais um fator a ser levado em consideração, a diversificação e o grande quantitativo de materiais e componentes envolvidos, o que amplia ainda mais o esforço a ser empreendido, tempo para elaboração da ACV e os custos efetivamente com a pesquisa consecutivamente.

Também vale ressaltar que existe dificuldade na obtenção de informações e bases de dados confiáveis e completos para os materiais utilizados no setor da construção civil. Existe dificuldade em se obter informações quantitativas a respeito de impactos ambientais gerados, por exemplo, durante as fases de construção e demolição. Tais barreiras existem, devido além da grande variedade de materiais utilizados na indústria da construção civil, face à própria dinâmica de alteração e renovação, à qual estão sujeitos os espaços arquitetônicos e o meio ambiente urbano.

Diante deste contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida torna-se uma importante ferramenta da engenharia que pode funcionar, interagindo com outros aspectos, tais como o social e o econômico, como mais um agente incentivador das práticas mais sustentáveis no âmbito da construção civil.

A seguir trataremos dos conceitos sobre construção e projeto mais sustentável, etapas essas do ciclo de vida da edificação

2.3 Construção mais sustentável

A cadeia produtiva da construção civil pode dar sua contribuição ao desenvolvimento sustentável, uma forma para esta promoção é que mais práticas que contribuam com construções mais sustentáveis, sejam incorporadas aos projetos e postos em prática na execução e manutenção do empreendimento.

De acordo com Fossati e Lamberts (2008), os edifícios e as obras civis de uma forma geral são considerados os produtos físicos com maior vida útil que a sociedade produz, além de alterarem a natureza e os aspectos dos entornos onde são inseridos. Desta forma as habitações e a infra-estrutura necessária a sua instalação propõem de forma explícita o desafio da construção sustentável.

Para Souza (2008) percebe-se que as exigências da sociedade civil, de investidores, financiadores e consumidores direcionam as empresas a levarem em conta o impacto de suas atividades em todo seu entorno, a sustentabilidade aparece cada vez mais importante para o mundo corporativo e para os empreendedores do setor da construção. Estas exigências começam a ser cada vez maiores, haja vista o alto impacto ambiental e social das atividades

de fabricação de materiais, projeto, construção e uso e operação de edificações, empreendimentos e obras pesadas.

Segundo Oliveira e Gonçalves (2008, pag. 1): “os edifícios consomem recursos naturais e geram resíduos sólidos, líquidos e gasosos que causam impactos ao meio ambiente nas fases de execução, uso e operação e demolição[...]”

Haja vista este grande impacto ambiental causado pela construção civil, segundo Fossati e Lamberts (2008), os princípios da construção sustentável mostram-se como um dos instrumentos para combater o aquecimento global e as alterações climáticas decorrentes dele.

Segundo Lichtenberg (2008) apud Figuerola (2008), o conselheiro do CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável), Valério Gomes Neto, define como uma edificação sustentável aquela que quantifica os impactos que causa ao meio ambiente e à saúde humana, e que busca alternativas tecnológicas disponíveis para mitigá-los. É uma edificação que consome menos energia, água outros recursos naturais. Também busca considerar o ciclo de vida dos materiais utilizados e o da edificação.

Segundo Figuerola (2008), pode-se relacionar a construção sustentável à redução do impacto ambiental da edificação, à busca da racionalização da gestão das fontes naturais, à análise total do ciclo de vida dos materiais, bem como a energia consumida na fabricação, conforto ambiental, energias renováveis, dentre outros aspectos.

Segundo Araújo (2005), pode-se considerar a moderna construção sustentável como sendo um sistema construtivo que visa promover intervenções sobre o meio ambiente, considerando suas condições de uso, produção e consumo humano, sem findar com os recursos naturais. Este tipo de construção utiliza materiais que causam menos impacto ambiental, além de alternativas tecnológicas inteligentes que contribuam para maior sustentabilidade. Prevê redução das emissões e o conforto de seus moradores e usuários. Não são construções intuitivas, são projetadas conscientemente, buscando o sucesso ambiental integral da obra, e não apenas mais uma construção.

Também de acordo com Araújo (2005), apesar das construções mais sustentáveis de apresentarem algumas características comuns, deve-se distinguir a construção sustentável da

construção Ecológica ou Natural. Esta segunda permite a integração entre homem e natureza, com um mínimo de alteração e impactos sobre o meio ambiente. A construção ecológica usa recursos naturais locais de maneira integrada ao meio e, quase sempre, instintiva e intuitivamente.

De acordo com Fossati e Lamberts (2008), o relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* já apresenta com classificação alta a certeza de que edifícios eficientes aliados a mudança no estilo de vida e padrão de consumo da população podem ajudar a reduzir significativamente as alterações climáticas no nosso planeta. Desta forma evidenciando a necessidade da incorporação de conceitos de desenvolvimento sustentável a indústria da construção civil.

Para Araújo (2005) pode-se avaliar uma obra moderna com relação à sua capacidade de responder aos desafios ambientais e de sustentabilidade de sua sociedade, através dos seguintes elementos: utilização de recursos naturais passivos e um design promotor de conforto e integração na edificação, uso eficiente de água e energia, promoção da saúde e bem-estar dos seus ocupantes e moradores e ajudar a preservar ou melhorar o meio ambiente, materiais ecologicamente corretos.

Segundo Araújo (2005), uma vez que mais de 2/3 do tempo de vida humana é passado dentro de algum tipo de construção, o futuro morador ou usuário da edificação sustentável necessita que seu imóvel seja uma referência clara de seu bem-estar.

De acordo com Siciliano et al. (2007), podemos considerar como alguns princípios básicos de uma construção sustentável aspectos ligados às questões a seguir: qualidade ambiental interna e externa; redução do consumo energético; redução dos resíduos; redução do consumo de água; aproveitamento de condições naturais locais; implantação e análise do entorno; reciclar, reutilizar e reduzir os resíduos sólidos; inovação.

Segundo Araújo (2008), para o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica - IDHEA existem nove passos principais para se chegar a uma construção sustentável, conforme a seguir: planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água; gestão dos resíduos na edificação;

qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termo-acústico; uso racional de materiais; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Em síntese as construções mais sustentáveis agregam os princípios do desenvolvimento sustentável, contribuindo para um menor impacto ambiental e ao mesmo tempo promovendo maior conforto ao usuário. Seu processo de concepção e execução participação interativa dos atores, tais como empreendedores, construtores, projetistas e usuários.

De acordo com Melhado et al. (2005), na busca pela melhoria de qualidade contínua, levando em conta maior interação entre os agentes, verifica-se que o processo de projeto se destaca como um dos elos principais da cadeia produtiva, interferindo diretamente no nível de sustentabilidade que uma edificação possa alcançar.

Desta forma uma construção inicia o ser mais sustentável na sua concepção e fase de elaboração de projeto, necessitando continuidade nas demais fases do processo (execução, operação e manutenção da edificação).

2.4 Projeto mais sustentável

Para se obter uma construção mais sustentável é necessária atenção especial à fase de concepção e elaboração dos projetos, uma vez que estas darão as diretrizes da execução, operação e manutenção da edificação. Esta etapa de forma mais contundente deve contar com a interação de projetistas, construtores, empreendedores e futuros usuários.

Para o CONPET (2007), a sustentabilidade é um processo, uma tendência, não é simplesmente um objetivo a ser alcançado, não é uma situação estanque, mas sim um processo, uma diretriz a ser seguida.

Também de acordo com CONPET (2007), a forma mais correta a ser utilizada é um projeto “mais” sustentável, não simplesmente um projeto sustentável. O trabalho nesta área é feito a partir de intenções que são renovadas continua e progressivamente, genuínas, que devem estar verdadeiramente compromissadas com os valores do Cliente, a saber, o contratante, o usuário e a comunidade onde a obra esta inserida.

Além de causar menor impacto ao meio ambiente um projeto mais sustentável deve prever um maior conforto ao seu futuro usuário e um menor impacto da obra ao seu entorno.

De acordo com CONPET (2007), é de suma importância conhecer os valores do cliente, e entender que projeto é o exercício de intenções e decisões, resulta em uma obra mais sustentável e que esta é uma demanda da sociedade atual.

Para Fossati e Lamberts (2008), os impactos da indústria da construção civil se dão em toda a cadeia, desde sua concepção até a sua destinação final. No entanto as decisões tomadas na fase de projeto atingem diretamente o consumo de recursos naturais, a otimização da execução da obra e seu impacto ao entorno em que está inserido.

Segundo Lichtenberg (2008) apud Figuerola (2008), tem – se como a principal característica de um projeto sustentável a eficiência no uso de energia, água e recursos ao mesmo tempo em que propicia um excelente nível de conforto higrotérmico, lumínico, acústico, visual e de mobilidade, ao usuário. Conseqüentemente reduz a emissão de carbono.

Para Lichtenberg (2008) apud Figuerola (2008) o projeto sustentável precisa ser diferente do modelo chamado tradicional de trabalho, onde o projeto arquitetônico é entregue aos projetistas complementares que desenvolvem trabalhos isolados para posterior compatibilização. O formato ideal é buscar o desenvolvimento por uma equipe multidisciplinar integrada, desde a concepção, com um gerenciador especialista em sustentabilidade.

O projeto mais sustentável converge com os princípios da gestão e coordenação de projetos, conforme Fabrício (2002), os processos de concepção e projeto são estratégicos para a qualidade do edifício ao longo do seu ciclo de vida. E a busca de novos métodos e processos que possam considerar precocemente a totalidade das questões envolvidas no projeto é de extrema relevância para o sucesso dos empreendimentos e para o progresso do setor de construção.

Lichtenberg (Lichtenberg (2008) apud Figuerola (2008) afirma que a busca permanente pela maior sustentabilidade cabe a todos os envolvidos no projeto e execução do ambiente

edificado. Trata-se de trabalho coletivo, onde cada ator deve dar sua contribuição e paralelamente incentivar os demais. As decisões devem ser integradas com os demais projetistas, gerenciadores, consultores, fornecedores, executores e usuários.

Conforme Vazquez, Rossi e Bozzetti (2008), deve ser um objetivo do empreendimento adotar práticas na busca de uma maior sustentabilidade, envolvendo no processo projetistas, construtores, empreendedores e usuários. Os projetistas e os clientes se destacam pelo poder de tomar decisões quanto à forma e a implantação do edifício.

De acordo com Fossati e Lamberts (2008), as edificações mais sustentáveis devem ser concebidas para fazer uso racional de recursos naturais, oferecer maior conforto aos usuários, reduzir custos ao longo da vida útil da edificação e alterar minimamente o ambiente ao qual estão inseridos. A busca por edificações com essas características devem iniciar-se desde as etapas iniciais de planejamento e projeto, prosseguindo durante a execução da obra e continuando na operação e manutenção da edificação.

Também de acordo com Lichtenberg (2008) apud Figuerola (2008), estima – se em 50 anos a vida útil de uma edificação, num longo espaço de tempo desses é de se esperar que as necessidades de seus usuários sejam variáveis, mesmo que dentro do mesmo tipo de uso. Inclusive verificamos atualmente edificações mudando de uso.

Para Fossati e Lamberts (2008), A arquitetura sustentável deve ter como objetivo principal estabelecer diretrizes de projeto que contribuam para evitar o esgotamento dos recursos naturais, reduzir a degradação e criar espaços mais confortáveis, seguros e saudáveis.

Verifica-se que um projeto mais sustentável envolve além da minimização dos impactos ambientais um maior conforto aos usuários, sendo fundamental no processo de concepção a sistemática da gestão e coordenação de projetos, preferencialmente conduzida por um especialista em sustentabilidade.

A temática sobre sustentabilidade ganha força na indústria da construção civil, desta forma com a necessidade de aferir o nível de sustentabilidade que cada empreendimento pode alcançar surgem no mundo ferramentas de aferição da sustentabilidade para as construções,

que como consequência geram certificados aos empreendimentos que atingiram as metas previstas.

2.5 Sistemas de avaliação de sustentabilidade

Já existe no mercado internacional uma gama de ferramentas de aferição de sustentabilidade das edificações, como a maioria foi desenvolvida pelos países desenvolvidos observa-se maior ênfase nos aspectos ambientais, uma vez que estes países não enfrentam problemas de grandes dimensões nas áreas sociais e econômicas.

Segundo Csillag (2007), diversas ferramentas utilizadas tanto para análise de aspectos de sustentabilidade em edificações existentes, como em fase de projeto foram produzidas em vários países, cada qual adaptando o instrumento à sua legislação e realidade.

De acordo com Menezes et al. (2006), com relação à escolha de parâmetros que visem compor um método de avaliação de sustentabilidade se deve considerar que, quanto mais simples a metodologia, melhor sua assimilação, porém quanto mais complexidade possui o método mais ele será abrangente, apresentando mais elementos, o que levará ao estabelecimento de medidas mais eficazes no que tange mitigação e/ou controle para os impactos adversos.

De acordo com Fossati e Lamberts (2008), cada país desenvolvido já possui seu próprio sistema de avaliação de sustentabilidade, no entanto os em desenvolvimento também começam a desenvolver os seus.

Destacam-se internacionalmente o sistema inglês *Building Establishment Assessmente Method - BREEM*, o primeiro do mundo; o sistema americano *Leadership in Energy and Environmental Design - LEED*, o mais difundido no mundo; o sistema japonês *Comprehensive Assessement System for Building Environmental Efficiency – Casbee*, o sistema francês *Haute Qualité Environnementale - HQE* e o *Sustanaible Building Method – SB Method* desenvolvido por vários países conjuntamente.

De acordo com Csillag (2007), deve-se considerar ao estudar uma metodologia de avaliação de sustentabilidade as condições climáticas, sociais, ambientais e técnicas para a qual ela foi

criada, referentes ao país de origem. Assim sendo estes sistemas internacionais de avaliação, não se adequariam à realidade do Brasil, sem a inserção de adaptações a realidade local.

A princípio uma sistemática desenvolvida para determinado país não serve para ser aplicada em outro, sem que adaptações que levem em consideração aspectos regionais sejam efetivamente promovidas.

Conforme Csillag (2007, p. 19): “o primeiro passo ao escolher um sistema de avaliação é saber qual a sua abrangência. Alguns não abordam todas as fases do ciclo de vida do empreendimento [...]”

Para Azevedo; Silva e Silva (2008, pag. 1): “a avaliação de sustentabilidade de edificações é um importante meio para verificar e demonstrar qual rumo a seguir, tendo em vista o desenvolvimento sustentável [...]”

A certificação não deve ser um objetivo, sim uma conseqüência, no entanto é um instrumento bastante valorizado pelo mercado e pela sociedade de uma forma geral.

2.5.1 Sistemas de avaliação de sustentabilidade internacionais

2.5.1.1 LEED

De acordo com Figuerola (2008), para projetar e medir a eficiência das edificações no que tange à sustentabilidade, vem se utilizando no Brasil, por falta de critérios próprios, as normas norte-americanas do sistema LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), o mais difundido no mundo. Este sistema foi desenvolvido pela organização USGBC (United States Green Building Council).

Segundo Csillag (2007), Tem como objetivo definir o edifício verde estabelecendo um padrão único de pontuação, reconhecer a importância do meio ambiente no segmento da construção civil, ajudar a construir a consciência do edifício verde e transformar o mercado imobiliário e certificar com selo Leed os edifícios que atingiram as metas estabelecidas. Utiliza sistema de créditos pré-estabelecidos para uma lista de verificação, que certifica os projetos que alcançaram determinados patamares de sustentabilidade.

O LEED não apresenta uma categoria específica para canteiros de obras, no entanto em todas suas categorias encontramos subitens que podem ser utilizados na avaliação de um canteiro de obras com menor impacto ambiental. Como segue:

Na categoria sítios sustentáveis destaca-se a redução da perturbação no sítio; na categoria uso eficiente de água destacam-se a conservação da água e a utilização de alternativas tecnológicas; na categoria energia e atmosfera destacam-se mensuração e verificação do desempenho e também a utilização de alternativas tecnológicas; com relação à categoria materiais e recursos destacam-se a gestão do RCD, uso de materiais regionais e uso de madeira certificada; na categoria qualidade do ambiente interno destacam-se o controle das poluições e do conforto térmico; e por fim na categoria inovação e processo de projeto também destaca-se a utilização de alternativas tecnológicas. (CSILLAG, 2007).

2.5.1.2 BREEAM

Outro sistema de avaliação existente é o BREAM (Building Establishment Assessmente Method). Segundo Silva (2005), esta ferramenta foi criada no Reino Unido em 1990, sendo o primeiro sistema de avaliação ambiental. Tem como objetivo minimizar os impactos ambientais dos empreendimentos tanto em fase de projeto como para os já construídos. A avaliação verifica o atendimento de pontos mínimos de desempenho, projeto e operação do edifício e atribui créditos ambientais.

O BREEAM não possui nenhuma categoria ou título especificamente voltado aos canteiros de obra, no entanto algumas das categorias ou títulos podem ser extrapolados para o canteiro de obras, tais como: Categoria energia no título emissão de CO2; categoria materiais nos títulos de uso de madeira, facilidades para reciclagem e impacto ambiental dos materiais; categoria água; categoria saúde e bem estar nos títulos iluminação natural e isolamento acústico. (CSILLAG, 2007).

2.5.1.3 CASBEE

Csillag (2007) afirma, que no Japão em 2002 foi criado o sistema Casbee (Comprehensive Assessement System for Building Environmental Efficiency), este sistema é constituído de

quatro metodologias de análise: Casbee pré-projeto; Casbee novas construções; Casbee para edifícios existentes e Casbee para renovações.

Segundo Csillag (2007), o sistema de avaliação Casbee interpreta o edifício por um espaço interno (privado) e um externo (público) delimitado por um limite hipotético definido pelo sítio. O sistema define dois fatores, Q e L. O fator Q avalia a qualidade e performance ambiental do edifício do ponto de vista do usuário dentro da propriedade privada. Já o fator L refere-se a cargas ambientais do edifício e avalia o impacto no espaço público. Para tanto o Casbee avalia quatro aspectos: eficiência energética, eficiência no uso de recursos naturais, ambiente local e ambiente interno. Este desempenho recebe notas de (excelente) A, B+, B-, a C (fraco).

Assim como no LEED e no BREEAM o sistema de avaliação CASBEE também não possui categorias específicas voltadas ao canteiro de obras, no entanto alguns conceitos abordados nas suas diversas categorias podem ser utilizados na avaliação da sustentabilidade do canteiro especificamente. (CSILLAG, 2007).

Com relação a categoria qualidade ambiental, podemos utilizar a avaliação do ruído e acústica e da qualidade do ar; com relação a categoria cargas ambientais podemos utilizar a questão da gestão da água e da energia, assim como a utilização de eco-materiais.

2.5.1.4 HQE

Também de acordo com Csillag (2007), em 1996, na França, foi lançado o HQE (Haute Qualité Environnementale), que é um sistema nacional para certificação de edifícios não residenciais. Este sistema aborda o processo construtivo desde o projeto até a manutenção do edifício. Para alcançar altos desempenhos ambientais este sistema não se resume apenas à verificação de uma lista de itens que comprovam um bom projeto ou inserção de tecnologia, mas procura verificar a intenção, execução e gestão destes itens.

De acordo com a ASSOHQE (2009), o HQE possui no seu escopo incorporado na família “diretrizes da eco-construção” a categoria “canteiros de baixa perturbação”, onde são tratados a preparação técnica do canteiro para minimizar a produção de resíduos e otimizar a sua gestão; a gestão diferenciada e otimização dos resíduos do canteiro; a redução da poluição e

dos incômodos; o controle do consumo de recursos tais como água e energia e a desconstrução seletiva.

2.5.1.5 SB Method

De acordo com o iiSBE (2010) O método SB é uma ferramenta genérica de avaliação do desempenho sustentável de edifícios e projetos. Também pode auxiliar as organizações locais para desenvolver sistemas de classificação SBTool adaptados as suas realidades. Pode inclusive ser utilizado pelos proprietários e gestores de condomínios, para expressar de uma maneira muito detalhada seus próprios requisitos de sustentabilidade ao seu pessoal interno ou como material de informação.

Também de acordo com o iiSBE (2010), o sistema abrange uma ampla gama de questões de construção sustentável, não apenas preocupações edifício verde, mas o âmbito do sistema pode ser modificado para ser o mais estreito ou mais amplo, como desejado, podendo adotar meia dúzia ou mais de cem critérios, o sistema está adaptado a inserção desses dados locais. Leva em conta especificidades e o contexto de cada região. As ponderações podem ser parcialmente ajustadas pelos terceiros autorizados.

O SB Method permite:

- lidar com projetos novos, de renovação ou um misto dos dois;
- pode trabalhar com até cinco tipos de ocupação em um único projeto;
- trabalhar com edifícios de até 100 andares de altura;
- fornecer resultados relativos e absolutos.

2.5.2 Sistemas de avaliação de sustentabilidade nacionais

2.5.2.1 LEED® Brasil

Segundo o GBC Brasil (2008), o LEED® Brasil se encontra em processo de formulação, foi criado um comitê de adaptação reunindo especialistas em construção e meio ambiente, professores e pesquisadores das universidades, empreendedores do ramo de construção civil,

fornecedores e fabricantes de matéria-prima e equipamentos voltados a construção civil, além de associações de classe.

Este grupo de adaptação é liderado pelo Engenheiro Manoel Gameiro, diretor de Distribuição da Trane do Brasil e coordenado pelo Engenheiro Marcos Casado, gerente técnico do Green Building Council Brasil, que foi o responsável pela primeira certificação LEED no Brasil. Esta discussão inclui questões referentes ao sistema métrico, aferição de desempenho e a regulamentação brasileira existente.

De acordo com o GBC Brasil (2008), como era de se esperar, serão levadas em consideração aspectos peculiares do setor da construção civil brasileira. Temas centrais serão reavaliados e o sistema de pontuação deverá estimular a adoção de práticas mais sustentáveis inovadoras no nosso país. Haverá uma tendência de minimizar os pontos atribuídos ao consumo energético, haja vista que já adotamos uma forma não poluente de energia, a hidroelétrica e também se deve avaliar a pontuação atribuída às práticas de reciclagem.

Também segundo o GBC Brasil (2008), como o tema sustentabilidade está intrinsecamente relacionado às questões sócio-ambientais, devem ser criadas duas novas categorias, referentes à biodiversidade e ao impacto sócio-ambiental, tendo pontuação para certificação no LEED® Brasil.

A princípio o LEED® Brasil não deverá assim como o sistema LEED apresentar categoria específica para canteiros de obras.

2.5.2.2 AQUA - Alta Qualidade Ambiental

Inspirado no sistema Francês HQE, foi lançado no dia 3 de abril de 2008 pela Fundação Vanzolini, criada e gerida por professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o primeiro selo de certificação de construções sustentáveis adaptado à realidade brasileira, o AQUA, que quer dizer Alta Qualidade Ambiental (PRADO, 2008).

Para Prado (2008), preocupações com impactos ambientais durante as fases de planejamento e construção, ou durante a operação são crescentes, nesse sentido vários selos internacionais

vêm sendo criados, avaliando o grau de sustentabilidade dos edifícios por vários critérios. O AQUA é o primeiro selo que leva em conta as questões regionais brasileiras para elaboração dos seus 14 critérios subdivididos em quatro grupos que avaliam a gestão ambiental das obras e as especificidades técnicas e arquitetônicas.

O nível de pressão sobre determinados aspectos ambientais variam de acordo com as características peculiares de cada país. Práticas construtivas e de projeto, variam com as características climáticas, culturais e disponibilidade de determinados insumos. Desta forma não é recomendado utilizar sem as devidas adaptações uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade desenvolvida por outra nação. Estes foram os motivos preponderantes na escolha do sistema Alta Qualidade Ambiental – AQUA, único que sofreu adaptações a realidade Brasileira, como escopo desta pesquisa.

2.5.2.3 Referencial AQUA

2.5.2.3.1 Contexto geral

A seguir será exposto o contexto geral do conteúdo do AQUA, com base no referencial técnico de certificação.

De acordo com o referencial técnico, instrumento que serve de escopo para avaliação de um empreendimento, desenvolvido pela FCAV (2007), a implementação e o atendimento aos princípios do referencial AQUA precisam ser uma decisão do empreendedor, que vislumbre obter benefícios do direito de uso da marca pelo seu empreendimento.

Para a FCAV (2007), a construção, a reforma ou o gerenciamento do uso de um edifício implica em consumo de recursos e na geração de resíduos que causam impactos ao meio ambiente. Nesse sentido, o empreendedor deve gerenciar suas atividades, assim como as de seus fornecedores objetivando reduzir os impactos ambientais de seus empreendimentos e garantir a saúde e o conforto das pessoas que de alguma forma possam ser afetadas por eles.

A FCAV (2007, p.8) define: “Alta Qualidade Ambiental (AQUA) como sendo um processo de gestão de projeto que tem como objetivo contribuir para obtenção da qualidade ambiental de um empreendimento, seja novo ou envolvendo reabilitação.”

Segundo a FCAV (2007), visando-se a obtenção de um melhor desempenho ambiental de uma edificação faz-se necessário envolver aspectos de gestão ambiental, aliados a natureza arquitetônica e técnica. Para tanto é preciso apoiar-se na organização do empreendimento. Diante deste contexto o referencial AQUA apresenta-se estruturado em dois instrumentos:

- o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE)
- o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE).

A implantação do sistema de gestão do empreendimento permite definir a qualidade ambiental almejada para o edifício, assim como contribui para organizar o empreendimento de forma a atingi-la.

O referencial técnico AQUA permite avaliação das fases de programa, concepção e realização dos projetos. Apesar de não cobrir as fases de uso e operação da construção, traz elementos que possam levar o edifício a um bom desempenho ambiental após sua entrega. Considera-se fase de programa aquela na qual se elabora o programa de necessidades, a de concepção é aquela na qual os projetistas, baseados no programa, elaboram a concepção arquitetônica e técnica do empreendimento e a fase de realização se considera aquela na qual os projetos são construídos. (FCAV, 2007)

2.5.2.3.2 Estrutura do sistema de gestão do empreendimento

Define-se como SGE um sistema de gestão que permite definir a qualidade ambiental pretendida para um empreendimento e contribuir para organizá-lo de forma a atingir a meta definida. O SGE é um dos dois elementos que estruturam o referencial técnico de certificação AQUA, serve para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor. O SGE é considerado a “coluna vertical” da certificação. (FCAV, 2007)

De acordo com a FCAV (2007), os princípios do SGE, assim como as ferramentas de qualidade, servem de ferramentas para se obter maior desempenho ambiental do edifício, dando suporte as três fases de avaliação da QAE (programa, concepção e realização).

O referencial do SGE está estruturado em quatro capítulos, sejam:

1) comprometimento do empreendedor: onde se descreve os elementos que traçarão o perfil ambiental do empreendimento e as exigências para tanto.

2) implementação e funcionamento: onde se descreve as exigências em termo de organização.

3) gestão do empreendimento: onde se descreve as exigências em termo de monitoramento e análises críticas dos processos, avaliação da QAE e ações corretivas.

4) aprendizagem: onde se descreve exigências de aprendizagem e balanço do empreendimento.

Estas exigências descritas nos quatro capítulos que estruturam o SGE são transversais, desta forma tem o poder de se adaptar a especificidades dos diferentes empreendimentos e atores em função da sua especificidade.

A FCAV (2007) ressalta, que apesar do empreendedor ter papel fundamental nesse processo, haja vista que é de sua competência definir as ferramentas para alcançar as exigências do referencial de certificação, faz-se necessário e imprescindível o envolvimento dos seus parceiros, tais como projetistas e construtoras para alcançar as metas da QAE pretendidas.

O SGE exige formalização de decisões e modificações, permite escolhas justificadas e coerentes, reforça o papel controlador do empreendedor, incentiva estudos e projetos a serem trabalhados nas fases iniciais. Apesar de demandar tempo e investimento poderá trazer resultados, obtendo-se um empreendimento melhor gerenciado e aumentando a possibilidade de alcançar os desafios ambientais estabelecidos. (FCAV, 2007)

2.5.2.3.3 A qualidade ambiental do edifício QAE

Define-se como QAE um conjunto de preocupações que representam os desafios ambientais de um empreendimento novo ou reabilitado. O referencial da QAE é um dos dois elementos que estruturam o referencial técnico de certificação AQUA, serve para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico do edifício para referidos desafios. (FCAV, 2007)

A QAE estrutura-se em 14 categorias, reunidas em 4 famílias, conforme exposto no quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Famílias e categorias do AQUA.

Família: Eco-construção	
Categoria 1	Relação do edifício com o seu entorno
Categoria 2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
Categoria 3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Família: Gestão	
Categoria 4	Da energia
Categoria 5	Da água
Categoria 6	Dos resíduos de uso e operação do edifício
Categoria 7	Manutenção – Permanência do desempenho ambiental
Família: Conforto	
Categoria 8	Higrotérmico
Categoria 9	Acustico
Categoria 10	Visual
Categoria 11	Olfativo
Família: Saúde	
Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Fonte: FCVA (2007)

O desempenho de cada uma das categorias listadas pode ser expresso em 3 níveis, sendo eles: o bom, que é o desempenho mínimo aceitável; o superior, que representa ao nível das boas práticas; e o excelente, que representa o nível máximo constatados. (FCAV, 2007)

Enfatizara-se neste trabalho a Família Eco-construção, Categoria Nº 3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental, que neste trabalho designara-se canteiro de obras com menor impacto ambiental.

2.5.2.3.4 Limitações da Certificação AQUA

Apesar de algumas adaptações sofridas no modelo de certificação HQE francês para o AQUA brasileiro, no contexto geral foi mantida a ênfase na dimensão ambiental da sustentabilidade, ficando a desejar a abordagem mínima das outras duas dimensões (social e econômica) que alicerçam a sustentabilidade.

Os princípios avaliados pela ferramenta de aferição de sustentabilidade AQUA contribuem para um canteiro de obras, assim como para uma edificação mais sustentável, no entanto ela por si só não garante um edifício sustentável, principalmente pela ausência de um maior destaque aos aspectos sociais e econômicos tão importantes num país em desenvolvimento como o Brasil.

2.5.3 Importação e adequação de sistemas de avaliação de sustentabilidade

Silva e Agopyan (2004) afirmam que praticamente todos os países europeus, além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong possuem sistema de avaliação de edifícios, que de uma forma geral se restringem apenas à dimensão ambiental da sustentabilidade, evidenciam a impossibilidade da mera importação de um método para um país com latitudes, condições sociais e econômicas diferentes da do país elaborador do sistema.

No Brasil, como nos outros países em desenvolvimento, Silva e Agopyan (2004) acreditam que se faz necessário que os anseios pela redução das desigualdades sociais e econômicas caminhem juntos com a questão de custos e benefícios ambientais envolvidos no desenvolvimento do país, não sendo diferente quando tratamos da cadeia produtiva da construção civil especificamente.

Para Silva e Agopyan (2004) a qualidade de um método de avaliação de edifícios está diretamente ligada aos seguintes aspectos:

- adaptação a dados nacionais relevantes para ser tecnicamente consistente.
- adaptação ao mercado, praticas de construção e tradições locais para ser viável na prática.
- deve ser desenvolvido pelas partes interessadas, investidores, empreendedores e projetistas para emplacar.
- os itens avaliados devem ser importantes para refletir prioridades do país a fim de guardar consonância com o contexto nacional.

Destaca-se que até o momento a única ferramenta de avaliação de sustentabilidade voltada ao mercado imobiliário que sofreu adaptações para nacionalização no Brasil e que já foi lançada e está sendo aplicada é o AQUA, vale ressaltar também que neste sistema de aferição existe

uma categoria voltada especificamente ao impacto ambiental do canteiro de obras, objeto de estudo principal deste trabalho.

2.6 O setor da construção civil e a sustentabilidade

2.6.1 Visão geral no Brasil

A cadeia produtiva da construção tem destaque no processo de desenvolvimento econômico de um país, estado ou região, uma vez que apresenta alto efeito multiplicador; baixo coeficiente de importação; menores necessidades de investimento se comparado com outros segmentos indústrias; por fim possui abundante mão de obra, sendo este um forte componente social. (BORBA, 2009)

Segundo Priori Jr. e Menezes (2008), destaca-se no cenário nacional o crescimento da população e a concentração nos grandes centros urbanos de forma desordenada. Advindo deste processo surgem evidentes demandas por transportes, água e energia, faz-se necessária planejar ações com intervenções sustentáveis, afinal é mais viável o planejamento do ambiente a ser construído do que intervir no existente.

Conforme Pinto (2005), a cadeia produtiva da construção civil se apresenta como atividade propulsora do desenvolvimento social e econômico, além de promover o desenvolvimento local e emprego para a população. No entanto negativamente podemos destacar como sendo grande geradora de impactos ambientais, tanto pelo consumo de recursos naturais, como pela geração de resíduos.

De acordo com Priori Jr. e Menezes (2008), importantes desafios a se destacar são o de envolver todos os atores da cadeia produtiva e o de investir mais em pesquisas. O consumidor pode levar em conta os aspectos de sustentabilidade das edificações, assim como a responsabilidade social da empresa construtora, no entanto é necessário que se leve em consideração a viabilidade econômica e negocial dos empreendimentos.

Segundo a PESQUISA E&E (2008), sustentabilidade é um conceito muito amplo e de certa forma muito recente no Brasil. Faz-se necessário um processo de construção planejado não apenas para a fase de produção, mas para todo seu ciclo de vida, chegando até a fase de

desconstrução. A construção mais sustentável tem também que se preocupar com a questão de gestão dos resíduos, que são aspectos que geram fortes impactos ambientais.

Segundo Borba (2009), numa análise mercadológica, sustentabilidade se apresenta na conjectura atual um diferencial competitivo, pois impacta diretamente na imagem das empresas. Torna-se natural que empresas que adotam ações mais sustentáveis para planejar e construir, busquem alguma forma de certificação para expor aos usuários e investidores este diferencial do seu empreendimento.

Borba (2009) também afirma que a adesão da certificação ambiental por parte das empresas não necessariamente traz vantagens financeiras imediatas, porém no longo prazo poderão ser percebidos, principalmente com relação aos custos com manutenção e taxas condominiais.

Percebe-se num contexto nacional que as práticas de sustentabilidades na cadeia produtiva da construção civil deixam de ser tratadas apenas como uma questão de responsabilidade sobre os impactos ambientais, e começam a ser consideradas como um diferencial competitivo para os empreendedores. Verifica-se que as empresas que adotam práticas mais sustentáveis buscam cada vez mais certificar essas ações, visando além de sistematizar as práticas ganhar reconhecimento da sociedade e agregar positivamente este reconhecimento a sua imagem e marca.

O contexto da questão da sustentabilidade na construção civil no estado de Pernambuco necessita de mais avanços que no cenário nacional, apesar de também haver nas pautas das construtoras o tema sustentabilidade, na prática ainda tem muito a se caminhar visando obras mais sustentáveis e suscetíveis a certificação.

2.6.2 Visão geral em Pernambuco

De acordo com Priori Jr. e Menezes (2008), a economia pernambucana vem crescendo a taxas superiores às da região Nordeste e a brasileira, registra-se em média 3% ao ano, contra 2,42 e 2,45 % para o NE e para o Brasil respectivamente no período compreendido entre 1997 e 2005.

Priori Jr. e Menezes (2008) também expõem que grandes investimentos, principalmente voltados a construção pesada vêem sendo realizadas ou anunciadas em nosso estado, vários deles incorporados ao Plano de Aceleração do Crescimento – PAC, o que torna Pernambuco um estado bastante atrativo para receber investimentos produtivos. Estima-se crescimento da construção civil acima da média do estado, o que incentivará geração de riquezas, porém uma imensa responsabilidade de administrar os impactos ambientais e sociais causados por estas obras.

Conforme a PESQUISA E&E (2008), no estado de Pernambuco se percebe aquecimento do mercado voltado à cadeia produtiva da construção civil, que no nosso caso especificamente participa com aproximadamente 20% do PIB industrial e com 35% do total de empregos gerados. Verificou-se crescimento de 3,5% ao semestre no consumo de cimento entre os meses de janeiro de 2005 e junho de 2007; os financiamentos para a construção no nosso estado também se elevaram, a uma taxa de 83%, assim como o financiamento para aquisição de imóveis segui a mesma tendência crescendo a uma taxa de 86%. Todos esses números superam os nacionais.

A PESQUISA E&E (2008) expõe que segundo o professor Alexandre Gusmão, no meio empresarial e nas universidades já se percebe que a adoção de práticas mais sustentáveis na construção civil e a discussão do tema ganha espaço, porém apesar do assunto estar em pauta pouco vem se fazendo na prática. O movimento pela implementação destas práticas começou em meados da década de 90, quando começam a ser valorizados os processos de qualidade. O passo seguinte foi o de valorização dos processos construtivos.

Apesar de algumas instituições de classe a exemplo do Sinduscon/PE estarem envidando esforços para esclarecer e discutir um plano de ações visando à promoção de um crescimento regional mais sustentável, o que se percebe numa análise do cenário da construção civil em Pernambuco, é a incipiência e fragilidade desta cadeia produtiva quanto às políticas voltadas para sustentabilidade. Percebe-se que sequer as grandes empresas construtoras demonstram total entendimento a respeito do assunto, confunde-se sustentabilidade e certificações com certa frequência. (BORBA, 2009)

2.7 Canteiros de obras

Define-se como canteiro de Obra “a área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”. (BRASIL, 1977,p.44)

De acordo com a norma técnica ABNT NBR 12284 (1991) define canteiro de obras como sendo as “áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhadores da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência.”

Para Souza (2000) o canteiro de obras pode ser comparado a uma fábrica, sendo seu produto final o edifício. Ressalta que uma vez considerado uma fábrica, sua análise deve ser feita observando os processos de produção e também como o lugar onde os atores envolvidos na produção trabalham diariamente.

Salagnac (1999) também destaca que cada canteiro é diferente do outro que o antecedeu, que a singularidade é uma característica que acarreta problemas a cada nova operação de construção. Destaca a importância da inovação nos canteiros para melhoria do processo de construção e do produto final, essa inovação passa pela concepção do projeto, relação entre os atores da cadeia produtiva, qualidade do trabalho e pela transferência de conhecimento e competências.

De acordo com Azeredo (1997), deve-se preparar o canteiro de obras prevendo todas as suas necessidades, além de distribuir de forma conveniente os espaços e seguir as prioridades do desenvolvimento da obra. O canteiro deverá prever ligações provisórias de água e energia; distribuição de áreas para materiais a granel; barracões para materiais perecíveis, escritório, alojamento quando for o caso e banheiros; distribuição de máquinas e equipamentos; circulação e outros trabalhos diversos.

Yázigi (2004) destaca que num canteiro de obras é necessário dispor de: alojamento, lavanderia e área de lazer (se houver trabalhadores alojados na obra); vestiário, banheiros; local para refeições; cozinha (se houver preparo de refeições) e ambulatório para obras com mais de 50 operários.

Souza (2000) afirma que a construção civil possui características específicas que a difere das indústrias seriadas, destaca-se que a fábrica não é permanente, ele será removida e o produto ficará no local, exige-se uso intensivo de mão de obra, as especificações não são tão detalhadas e a cada etapa da obra as atividades, profissionais e equipamentos mudam. Desta forma, projetar a fábrica de uma edificação se torna uma missão mais complexa.

Surge então a dúvida se seria pertinente pensar organizadamente em um projeto para o canteiro de obras. Souza (2000) afirma categoricamente que sim, haja vista que buscar qualidade tornou-se imprescindível para as empresas construtoras, assim como aumentar a produtividade sem comprometer a segurança dos trabalhadores e incrementar suas vendas.

Segundo BRASIL (1977), com relação à ordem e a limpeza do canteiro de obra a NR 18 estabelece o seguinte:

- o canteiro de obras deve apresentar-se organizado, limpo e desimpedido, notadamente nas vias de circulação, passagens e escadarias.
- o entulho e quaisquer sobras de materiais devem ser regulamente coletados e removidos. Por ocasião de sua remoção, devem ser tomados cuidados especiais, de forma a evitar poeira excessiva e eventuais riscos.
- quando houver diferença de nível, a remoção de entulhos ou sobras de materiais deve ser realizada por meio de equipamentos mecânicos ou calhas fechadas.
- é proibida a queima de lixo ou qualquer outro material no interior do canteiro de obras.
- é proibido manter lixo ou entulho acumulado ou exposto em locais inadequados do canteiro de obras.

Souza (1997) afirma que é natural que um canteiro de obras sofra alterações à medida que caminha a execução da obra. Resalta que mudam os materiais a serem aplicados, os serviços a serem executados, os equipamentos e mão-de-obra que serão utilizados. Destaca a importância em se observar as principais fases em que se pode subdivir o canteiro, salientando que existem diferentes critérios para esta subdivisão, que pode ser função do tempo de que se dispõe para discutir o planejamento do canteiro.

Segue uma das várias subdivisões por fases pelas quais pode-se passar um canteiro, segundo Souza (1997):

- movimento de terra / contenção da vizinhança e fundações
- estrutura do(s) subsolo(s) sob a torre e a periferia
- estrutura do restante da torre
- estrutura-alvenaria
- estrutura-alvenaria-revestimentos argamassados
- finalização da obra

Souza (1997) também destaca outros momentos importantes para a definição de modificações do canteiro, sejam: final da estrutura, alvenaria e dos revestimentos argamassados; revestimentos em azulejo, cerâmica de piso, montagem do elevador definitivo, instalações hidráulica, elétrica, impermeabilização e pintura.

2.8 Canteiros de obras com menor impacto ambiental

Segundo Cardoso e Araújo (2004), a etapa de construção de um edifício é responsável por grande parte dos impactos causados pela construção civil no ambiente, destacando-se as perdas, à geração de resíduos e as interferências na vizinhança da obra e nos meios físico, biótico e antrópico.

Cardoso e Araújo (2004) também afirmam que a discussão sobre resíduos gerados nos canteiros de obra já está um tanto avançada; no entanto, quando se aborda as interferências causadas pelos canteiros de obras, as empresas, os profissionais e acadêmicos ainda não tem dado uma maior atenção ao tema, mesmo sendo conhecidos seus impactos tais como: incômodos à vizinhança, poluições, impactos ao local da obra e consumo de recursos.

No conceito de sustentabilidade a dimensão ambiental apesar de fundamental quando se trata de canteiros de obras não é a única que deve ser considerada. Tópicos como segurança dos trabalhadores e da vizinhança, assim como outros voltados ao social e econômico também merecem destaque. (CARDOSO e ARAÚJO, 2004)

De acordo com Cardoso e Araújo (2004), conhecer os impactos ambientais é fundamental para se escolher onde agir prioritariamente, uma vez que os recursos são limitados e não se pode trabalhar em tudo ao mesmo tempo.

Torna-se necessário conhecer as intensidades dos impactos ambientais citados, assim como suas conseqüências para os meios físico, biótico e antrópico. Uma vez priorizados os impactos que precisam ser reduzidos ou eliminados, é possível buscar tecnologias e ações necessárias para sua efetiva redução. Nesse sentido, Cardoso e Araújo (2004) lista os principais aspectos ambientais de acordo com os seguintes parâmetros: infra-estrutura do canteiro de obras; recursos; resíduos; e incômodos e poluições.

O quadro 2 a seguir apresenta os principais impactos ambientais conforme a subdivisão proposta por Cardoso e Araújo (2004).

Quadro 2 – Aspectos ambientais do canteiro de obras.

Tema: Infra-estrutura do canteiro de obras	
Aspecto Ambiental 1	remoção de edificações;
Aspecto Ambiental 2	supressão da vegetação;
Aspecto Ambiental 3	risco de desmoronamentos;
Aspecto Ambiental 4	existência de ligações provisórias (exceto águas servidas);
Aspecto Ambiental 5	esgotamento de águas servidas;
Aspecto Ambiental 6	risco de perfuração de redes;
Aspecto Ambiental 7	geração de energia no canteiro;
Aspecto Ambiental 8	existência de construções provisórias;
Aspecto Ambiental 9	impermeabilização de superfícies;
Aspecto Ambiental 10	ocupação da via pública;
Aspecto Ambiental 11	armazenamento de materiais;
Aspecto Ambiental 12	circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos;
Aspecto Ambiental 13	manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos.
Tema: Recursos	
Aspecto Ambiental 1	consumo de recursos naturais e manufaturados (inclui perda incorporada e embalagens)
Aspecto Ambiental 2	consumo e desperdício de água;
Aspecto Ambiental 3	consumo e desperdício de energia elétrica;
Aspecto Ambiental 4	consumo e desperdício de gás.
Tema: Resíduos	
Aspecto Ambiental 1	manejo de resíduos;
Aspecto Ambiental 2	destinação de resíduos (inclui descarte de recursos renováveis);
Aspecto Ambiental 3	manejo e destinação de resíduos perigosos;
Aspecto Ambiental 4	queima de resíduos no canteiro.
Tema: Incômodos e Poluições	
Aspecto Ambiental 1	geração de resíduos perigosos;
Aspecto Ambiental 2	geração de resíduos sólidos;
Aspecto Ambiental 3	emissão de vibração;
Aspecto Ambiental 4	emissão de ruídos;
Aspecto Ambiental 5	lançamento de fragmentos;
Aspecto Ambiental 6	emissão de material particulado;
Aspecto Ambiental 7	risco de geração faíscas onde há gases dispersos;
Aspecto Ambiental 8	desprendimento de gases, fibras e outros;
Aspecto Ambiental 9	renovação do ar;
Aspecto Ambiental 10	manejo de materiais perigosos.

Fonte: Cardoso e Araújo (2004).

Após identificados os aspectos ambientais listados no quadro anterior, faz-se necessária a identificação dos impactos ambientais causados aos meios físico, biótico e antrópico,

inclusive considerando os trabalhadores do canteiro, a vizinhança e a sociedade como um todo. Cardoso e Araújo (2004) expõem estes impactos conforme o quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Impactos ambientais causados aos meios físico, biótico e antrópico.

Meio físico – solo:	
Impacto Ambiental 1	alteração das propriedades físicas;
Impacto Ambiental 2	contaminação química;
Impacto Ambiental 3	indução de processos erosivos;
Impacto Ambiental 4	esgotamento de reservas minerais.
Meio físico – ar:	
Impacto Ambiental 1	deterioração da qualidade do ar;
Impacto Ambiental 2	poluição sonora.
Meio físico – água:	
Impacto Ambiental 1	alteração da qualidade águas superficiais;
Impacto Ambiental 2	aumento da quantidade de sólidos;
Impacto Ambiental 3	alteração da qualidade das águas subterrâneas;
Impacto Ambiental 4	alteração dos regimes de escoamento;
Impacto Ambiental 5	escassez de água.
Meio biótico:	
Impacto Ambiental 1	interferências na fauna local;
Impacto Ambiental 2	interferências na flora local;
Impacto Ambiental 3	alteração da dinâmica dos ecossistemas locais;
Impacto Ambiental 4	alteração da dinâmica do ecossistema global.
Meio antrópico – trabalhadores:	
Impacto Ambiental 1	alteração nas condições de saúde;
Impacto Ambiental 2	alteração nas condições de segurança.
Meio antrópico – vizinhança:	
Impacto Ambiental 1	alteração da qualidade paisagística;
Impacto Ambiental 2	alteração nas condições de saúde;
Impacto Ambiental 3	incômodo para a comunidade;
Impacto Ambiental 4	alteração no tráfego de vias locais;
Impacto Ambiental 5	pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem);
Impacto Ambiental 6	alteração nas condições de segurança;
Impacto Ambiental 7	danos a bens edificados;
Impacto Ambiental 8	interferência na drenagem urbana.
Meio antrópico – sociedade:	
Impacto Ambiental 1	escassez de energia elétrica;
Impacto Ambiental 2	pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem);
Impacto Ambiental 3	aumento do volume aterros de resíduos;
Impacto Ambiental 4	interferência na drenagem urbana.

Fonte: Cardoso e Araújo (2004).

Apesar de também utilizar-se em algumas inserções as proposições dos quadros hora apresentados, será tratado neste trabalho as questões voltadas ao canteiro de obras com menor impacto ambiental, subdividindo o tema geral em quatro temas mais específicos, seguindo a proposição do referencial AQUA, sejam eles:

- otimização da gestão dos resíduos;
- redução dos incômodos;
- redução da poluição;
- redução do consumo; de recursos.

A seguir cada um dos temas relacionados anteriormente serão descritos.

2.8.1 Otimização da gestão dos resíduos

De acordo com Philippi Jr. (2005), está associado ao cotidiano do ser humano produzir resíduos, é difícil imaginar um modo de vida sem essa geração de resíduos sólidos. Face ao continuo crescimento populacional e sua concentração cada vez maior nos centros urbanos e o modo de vida baseado no consumo cada vez mais rápido de bens, os problemas acarretados por estes resíduos tendem a cada vez mais se tornarem visíveis e preocupantes.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 307/2002 explicita que gerir resíduos de construção e demolição é um dos desafios ambientais fundamentais também para o futuro da indústria da construção civil. Visando mitigar esses problemas exigências de regulamentação estão cada vez mais presentes. Desta forma mostra-se necessária e em caráter de urgência adotar providências que minimizem a produção desses resíduos e que procure reuso, reutilização, reciclagem ou regeneração dos resíduos que não se consiga evitar produzir.

A intervenção do empreendedor deve acontecer em duas etapas (CONAMA, 2002):

- a preparação técnica: reduzir resíduos na sua origem, especificar formas de construção menos impactantes, quantificar e prever triagem e destinação dos resíduos produzidos.

- a gestão do canteiro: Assegurar que a qualidade da triagem seja garantida, assegurar a revalorização dos resíduos nas cadeias locais e garantir a apropriada destinação final dos resíduos por meio de rastreabilidade.

Destacam-se como as principais preocupações voltadas à otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras as seguintes:

- minimizar a produção de resíduos no canteiros.
- beneficiar o máximo possível os resíduos e de forma coerente com as cadeias.
- assegurar-se da correta destinação dos resíduos.

Será tratada a seguir mais especificamente cada uma dessas três preocupações.

2.8.1.1 Minimização da produção de resíduos

Segundo Gusmão (2008), o setor da construção civil é um dos que proporciona o desenvolvimento e crescimento da sociedade, haja vista que se destaca a importância da integração e interação do ser humano com o meio ambiente através das suas construções, desde os primórdios das civilizações antigas.

De acordo com o CONAMA (2002), os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos gerados nas suas atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, além dos resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

Desta forma os considerados geradores devem seguir a princípio diretrizes voltadas a minimizar esta produção de resíduos. Os que não puderem deixar de ser produzidos devem inicialmente tentar ser beneficiados na obra ou em usinas apropriadas e em último caso não sendo possível beneficiar providenciar que os resíduos sejam destinados a locais apropriados.

De acordo com John (2000), considera-se como a maior consumidora de recursos naturais de qualquer economia mundial a cadeia produtiva da construção civil, que utiliza de 20 a 50% de

todos os recursos naturais consumidos pela sociedade. Isto se deve por este setor ser o responsável pela produção dos bens físicos de grandes dimensões.

Segundo Agopyan et al. (2003), o debate sobre a utilização excessiva de materiais e componentes na construção civil já existe a algum tempo, conhecer a situação e sugerir alternativas que levem às melhorias dos desempenhos torna-se necessário e imprescindível, haja vista a presença de um mercado altamente competitivo e consumidores cada vez mais exigentes. Este consumo exacerbado de materiais pode ocorrer nas diversas fases do empreendimento (concepção, execução e operação), conforme exposto no quadro a seguir.

FASES	CONCEPÇÃO	EXECUÇÃO	UTILIZAÇÃO
Caracterização da perda	Diferença entre a quantidade de material previsto num projeto otimizado e a realmente necessária de acordo com o projeto idealizado	Diferença entre a quantidade prevista no projeto idealizado e a quantidade efetivamente consumida	Diferença entre a quantidade de material prevista para manutenção e a quantidade efetivamente consumida num certo período
Parcela de perdas	Material incorporado	Material incorporado e entulho	Material incorporado e entulho

Figura 4 - Diferentes fases de um empreendimento x ocorrência de perda de matérias.
Fonte: Agopyan et al. (2003)

Para Agopyan et al. (2003), quando se vai mensurar perdas é imprescindível explicitar a unidade na qual se está mensurando as mesmas, se a unidade é física (volume ou peso) ou financeira. Salienta-se que existem perdas que saem da obra na forma de entulho e também aquelas que se incorporam a obra, como sobreespessuras de revestimento por exemplo.

2.8.1.2 Beneficiamento de resíduos na obra

Gusmão (2008) afirma a construção civil mostra-se como um dos mais importantes setores econômicos em âmbito nacional e gera significativo número de empregos. No entanto, é o setor que mais gera resíduos sólidos, que representam mais de 50% de todo resíduo produzido nas grandes cidades. Essa referida produção ocorre tanto na fase de construção como na de uso, manutenção e demolição ou desconstrução.

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (2002), a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais originários da reciclagem de resíduos da construção civil aliada a gestão integrada de resíduos da construção civil tende a proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental ao empreendedor.

Conforme Gusmão (2008), apesar de 90% dos resíduos de construção civil possuírem potencial de reaproveitamento, por conta da inexistência de uma política de gerenciamento, cada vez mais verifica-se aumento de consumo de recursos naturais e deposição de resíduos, que poderiam ser reaproveitados, em locais impróprios, causando impactos ambientais e econômicos a sociedade de uma forma geral.

2.8.1.3 Destinação final

De acordo com o CONAMA (2002), os resíduos sólidos da construção quando dispostos em locais inadequados contribuem significativamente para a degradação da qualidade ambiental, eles representam um importante percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas.

Segundo o CONAMA (2002), a destinação final deverá ser prevista de acordo com o estabelecido a seguir, conforme a resolução por classe:

- resíduos de classe A (reutilizáveis ou recicláveis como agregados na construção civil): deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- resíduos de classe B (resíduos recicláveis para outras destinações): deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- classe C (resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação): deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas especificas;

- classe D(resíduos perigosos oriundos do processo de construção): deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas especificas.

Uma vez discutida a questão da otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras, abordara-se a seguir a questão da redução dos incômodos, da poluição e o consumo de recursos causados pelo canteiro de obras.

2.8.2 Redução dos incômodos

2.8.2.1 Sonoros

Segundo Cardoso e Araújo (2004), a poluição sonora é a alteração do meio ambiente causada por ruídos, que pode prejudicar a saúde e o bem estar dos trabalhadores assim como da comunidade no entorno do canteiro. Pode causar estresse, surdez e até dificuldades mentais e emocionais.

No canteiro de obras, de acordo com Andrade, Slama e Azevedo (2004), deve-se localizar as atividades que potencialmente geram mais ruídos de maneira que provoquem menos incômodos. Os autores citados anteriormente listam os locais que comumente promovem mais ruídos e orientam sobre o posicionamento mais adequado em um canteiro de obras quais sejam:

a) almoxarifado, depósito de material, depósito de aço, primeiros socorros e escritório – localizar próximo a via mais ruidosa, evitando criação de nova zona ruidosa próxima a comunidade e aproveitando o efeito de mascaramento.

b) carpintaria – localizar próximo a via mais ruidosa, porém o mais distante possível do escritório e dos primeiros socorros.

c) Betoneira – Também próximo a rua mais ruidosa.

d) Serras de bancada – Deve ficar enclausurada em local acusticamente tratado.

e) Gruas – Deverão estar a no mínimo 10 metros das vias mais silenciosas.

f) Veículos – Acesso desviado das áreas mais sensíveis onde existam Hospitais, escolas e residências.

Ressalta-se também que as atividades ruidosas devem ser de uma forma geral executadas de forma planejada nos mesmos espaços de tempo, pois o nível de ruído total não será significativamente maior que o ruído emitido por cada operação isoladamente, como por exemplo procurando ligar betoneira e serra circular nos mesmos horários. Também se deve evitar atividades noturnas, onde os ruído se evidenciam ainda mais.

2.8.2.2 Visuais

De acordo com Santos (2009), pode-se definir poluição visual como sendo a causadora dos efeitos danosos resultantes dos impactos visuais gerados por determinadas ações e atividades, podendo atingir direta ou indiretamente a segurança e o bem estar da população, assim como prejudicar atividades sociais e econômicas e alterar condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente. Este tipo de poluição pode causar stress, fadiga e ansiedade.

Segundo Philippi Jr., Roméro e Bruna (2004), a paisagem está diretamente ligada à relação existente entre a sociedade e o meio ambiente. Podem ser vistas como maneiras de ser, ou seja, produtos e projetos, como também podem ser vistas como percepções sobre algo, ou seja, uma maneira de ver os espaços produzidos.

Desta maneira um canteiro de obras, assim como a própria edificação, causa alterações nas paisagens urbanas, que se não bem planejadas e cuidadas podem gerar incômodos a sociedade.

No caso dos canteiros de obra, tapumes inadequados, resíduos mal dispostos em locais públicos ou até a própria edificação fora de um contexto histórico podem causar este tipo de poluição e incômodo.

2.8.2.3 Circulação de veículos

Conforme Cardoso e Araújo (2004), percebe-se que a ocupação da via pública por caçambas colocadas junto ao meio fio, avanço das instalações do canteiro sobre a calçada e veículos em processo de carga ou descarga de insumos ou equipamentos gera incômodos para a comunidade. Ressalta-se também que este tipo de ocupação traz riscos de acidentes, haja vista que causa alteração do tráfego, obrigando os veículos a desviarem, além de diminuirem os locais para estacionamento e obrigar muitas vezes os pedestres a transitarem fora da calçada.

Também de acordo com Cardoso e Araújo (2004), esta circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos pode causar pode ocasionar a deterioração da qualidade do ar, poluição sonora, interferências na fauna local em alguns casos específicos, alteração nas condições de segurança da vizinhança, ou até mesmo causar danos a bens edificados.

2.8.2.4 Material particulado

Segundo Cardoso e Araújo (2004), compreende-se por materiais particulados aqueles que são formados por partículas sólidas cujo diâmetro pode variar de 0,01 a 100 micrometros. Este tipo de material pode causar diversos problemas respiratórios aos seres vivos, além de ser inconveniente e causar perturbações na atmosfera. Verifica-se nos canteiros de obras que este material particulado pode ser constituído por pó de alguns aglomerantes, tais como cimento, gesso, cal, argamassa industrializada ou também advindo das escavações e circulação de veículos.

2.8.3 Redução da poluição

Segundo Lemaire & Lemaire (1975) apud Moreira (1991), a carga poluidora de um determinado efluente gasoso ou líquido é expressa pela quantidade de poluente lançada na fonte.

2.8.3.1 Água, solo e subsolo

Segundo Cardoso e Araújo (2004), um canteiro de obras pode contribuir para a contaminação da água, solo ou subsolo de diversas maneiras. Com relação ao solo pode haver alterações nas

suas propriedades físicas e indução de processos erosivos, pode ocorrer contaminação do solo e até da água por derramamento de produtos químicos podendo interferir na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, aumento da presença de sólidos e até mesmo modificar o regime de escoamento ou provocar sua escassez.

De acordo com Santos (2009), percebe-se que com o crescente aumento da população e da industrialização consequentemente, danos ambientais principalmente ligados às condições da água são cada vez mais constantes. Este tipo de poluição é advindo principalmente dos esgotos domésticos, dos despejos industriais, do escoamento da chuva das áreas urbanas e das águas de retorno de irrigação, da inadequada disposição do lixo e dos acidentes ecológicos.

De acordo com Philippi Jr., Roméro e Bruna (2004), para conceituar a poluição das águas é preciso associar o uso à qualidade. De forma simplificada podemos definir como sendo a alteração de suas características físicas, químicas ou que biológicas que possam prejudicar um de seus usos a que ela se destina.

Segundo Santos (2009), verifica-se crescente a preocupação também com a degradação do solo em virtude de diversas atividades destacando-se a industrialização, agricultura, e especificamente na construção civil devido à falta de práticas de conservação de água no solo, à devastação de vegetação, inadequada disposição de resíduos e à contaminação devido ao derramamento de produtos químicos. Este tipo de contaminação, além da danosidade que representa ao meio ambiente possui elevado nível de complexidade para sua reparação.

Na construção civil o mau armazenamento de materiais, a má disposição de resíduos, o não tratamento adequado dos efluentes pode contribuir com a poluição do solo e da água nele contida ou que por ele venha a escoar.

2.8.3.2 Ar

De acordo com Philippi Jr. (2005), pode-se definir poluição do ar como sendo a presença de energia ou matéria no ar, de forma a o tornar impróprio, causar prejuízos aos usos antrópicos, a saúde pública e ao ecossistema natural. Esta exposição à este tipo de poluição é bastante antiga, tanto quanto a exposição do ser humano ao fogo por exemplo.

Segundo Santos (2009), o que caracteriza a poluição do ar é a concentração de gases tóxicos e partículas sólidas nele contidas, principalmente advindas de atividades industriais e dos veículos automotores. Representa também risco à saúde e bem estar das pessoas, pois provocam distúrbios respiratórios, alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso, e em órgãos vitais e até mesmo câncer.

De acordo com Philippi Jr., Roméro e Bruna (2004), ocorre a poluição do ar quando existem alterações de sua composição qualitativa ou quantitativa que possam resultar em danos potenciais ou reais.

De acordo com Cardoso e Araújo (2004), é imprescindível que o ar no interior das edificações em construção não apresente riscos, nem desconfortos à saúde trabalhadores, uma vez que pode causar até sonolência, perda da capacidade de reação, asfixia, ou até morte. Estes riscos podem ter origem externa ou interna à edificação, seja através do desprendimento de gases, fibras, materiais particulados. Ressalta-se que a umidade excessiva também é prejudicial. Visando a qualidade do ar interno são necessárias a limitação da emissão de poluição na sua origem e a boa ventilação.

2.8.4 Redução do consumo de recursos

De acordo com Cardoso e Araújo (2004), o consumo exacerbado de recursos naturais, inclusive no que tange as perdas incorporadas acelera o esgotamento das jazidas minerais ou de recursos naturais. Destaca-se a necessidade de controlar o consumo de água, cada vez um recurso mais escasso, assim como a energia elétrica, utilizando-se para tanto um bom planejamento e as tecnologias disponíveis.

3. PESQUISA DE ESTUDOS DE CASO

Este capítulo apresenta a pesquisa de estudos de caso realizada com quatro empresas que atuam no setor produtivo da construção civil e que estão sediadas nas cidades de Recife e São Paulo, a partir da qual foi possível confrontar a realidade dessas empresas com as informações coletadas nas bibliografias pesquisadas e investigar sobre ações que estão sendo desenvolvidas voltadas ao canteiro de obras mais sustentável, de maneira a obter subsídios que auxiliassem no desenvolvimento das diretrizes pretendidas.

Inicialmente, para o entendimento da investigação realizada é apresentada a metodologia da pesquisa, na qual estão discutidos o desenvolvimento do questionário e a condução da seleção da amostra a fim de se completar os estudos necessários à elaboração das diretrizes.

Em seguida, são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa de estudos de caso, subdividindo-os em: caracterização das empresas e realização das entrevistas, além de outras particularidades observadas.

Finalmente, apresenta-se a análise dos resultados obtidos com a pesquisa, através da qual são feitas as considerações pertinentes.

3.1 Metodologia da pesquisa

Segundo Gil (2008), a classificação das pesquisas pode ser realizada com base em seus objetivos e com base nos procedimentos técnicos utilizados. Com base em seus objetivos trata-se de uma pesquisa exploratória, pois proporciona maior familiaridade com o problema, procura explicitá-lo ou formular hipóteses, busca aprimorar idéias, possui planejamento flexível e envolveu-se levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de exemplos.

Também de acordo com Gil (2008), com base nos procedimentos técnicos utilizados trata-se de estudo de casos, pois consistiu em estudar profundamente poucos objetos, com amplo detalhamento, foi utilizado com propósitos de explorar situações da vida real, preservar o caráter unitário, descrever a situação do contexto em que está sendo realizada determinada investigação, formular hipóteses ou teorias e explicar as variáveis causais.

Trata-se de pesquisa cuja forma de abordagem enquadra-se na pesquisa qualitativa, haja vista que se realizou análise das informações fornecidas pelas empresas a respeito da adoção de práticas voltadas para diminuir o impacto ambiental dos canteiros de obra. Esta referida abordagem se fez através da obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos, utilizando-se para tanto o contato direto do pesquisador com a situação estudada.

A metodologia de desenvolvimento da pesquisa de estudos de caso está apresentada em 3 etapas.

A primeira etapa consistiu no desenvolvimento do questionário aplicado nas entrevistas, tomou-se como escopo o referencial AQUA.

A segunda etapa consistiu na seleção da amostra de empresas que estejam realizando obras de edifícios de pavimentos múltiplos comerciais. A seleção das empresas se deu a partir de pesquisa exploratória, com o objetivo de obter uma visão geral das ações adotadas voltadas para canteiros de obras como menor impacto ambiental, em dois canteiros de obras do estado de Pernambuco, um em São Paulo e um em Goiás, os quais estão construindo edificações de múltiplos pavimentos não residenciais.

No caso de Pernambuco não é grande o número de construtoras que estejam construindo edifícios de pavimento múltiplos não residenciais; portanto, entrevistaram-se as duas principais que se colocaram à disposição.

Para a seleção das empresas em São Paulo buscou-se selecionar o mesmo quantitativo de entrevistas realizadas em Pernambuco, selecionando também empresas que estejam construindo edifícios de múltiplos pavimentos não residenciais e aquelas que possuam ou estejam em processo de obtenção de algum tipo de certificação de sustentabilidade.

Destaca-se que as edificações de múltiplos pavimentos não residenciais apresentam características próprias, com relação a prazo de execução, cronograma e canteiro de obras.

Tomou-se como hipótese que, analisando as informações coletadas nessas empresas entrevistadas, seria possível identificar os aspectos adotados voltados para um menor impacto

ambiental nos canteiros de obras. As obras das empresas pernambucanas não possuem certificação de sustentabilidade, a de São Paulo está em processo de certificação pelo LEED e a de Goiás certificou as fases de concepção e programa do AQUA.

A terceira etapa consistiu na realização das entrevistas e análise dos resultados, objetivou-se uma análise qualitativa das ações institucionais desenvolvidas pelas empresas que minimizem os impactos ambientais dos canteiros de obras.

Desta forma, as informações obtidas colaboraram no desenvolvimento das diretrizes a serem sugeridas neste trabalho visando canteiros e, consequentemente, construções mais sustentáveis, contribuindo também no planejamento para a certificação das empresas.

Por fim, serão no capítulo a seguir, propostas diretrizes voltadas aos canteiros de obras com menor impacto ambiental, passíveis de serem adotadas nas empresas locais e que além de contribuir para construções mais sustentáveis, colaborarão no processo de certificação de sustentabilidade.

3.2 Caracterização das empresas

Obteve-se a identificação das ações no setor da construção civil voltadas a canteiros de obras com menor impacto ambiental, através da aplicação de entrevista estruturada, a duas empresas construtoras do estado de Pernambuco, uma empresa construtora do estado de São Paulo e uma empresa de comercialização de materiais de construção de São Paulo que certificou o projeto de uma loja em Goiás.

A seleção das empresas foi baseada no levantamento de quais companhias do setor da construção civil no estado estavam executando edifícios de pavimentos múltiplos não residenciais. Esse critério foi adotado haja vista que tomou-se como material base o referencial técnico de certificação AQUA, que foi desenvolvido para edifícios com as características citadas.

Com a realização da entrevista, foi possível averiguar o entendimento das empresas sobre as questões voltadas para a sustentabilidade, especificamente para os impactos gerados pelo canteiro de obras e ações adotadas para os mitigar.

3.3 Realização das entrevistas

As entrevistas em Pernambuco foram realizadas com engenheiros de produção, em uma das construtoras houve a participação da coordenadora do sistema de gestão integrada. O contexto analisado orientou a definição destas pessoas como as que melhor poderiam fornecer informações sobre as ações adotadas nos canteiros de obras.

As entrevistas em São Paulo foram realizadas com funcionários responsáveis pelo processo de certificação em sustentabilidade dos projetos, numa delas pela engenheira de meio ambiente e na outra pela coordenadora de obras. O contexto analisado orientou a definição destas pessoas como as que melhor poderiam fornecer informações sobre as ações adotadas nos canteiros de obras voltadas a uma maior sustentabilidade.

Foi elaborado um único roteiro para entrevistar os funcionários das empresas construtoras de Pernambuco e de São Paulo, abordando dois grandes temas, quais sejam:

1. Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras: objetivou-se identificar ações voltadas à minimização da produção, beneficiamento e correta destinação de resíduos nos canteiros de obras.

2. Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras: objetivou-se identificar ações voltadas à redução dos incômodos sonoros, visuais e os devidos a circulação de veículos, materiais particulados, lama e sobras de concreto; identificar ações voltadas a redução da poluição do ar, solo, subsolo e da água; e identificar ações voltadas a redução do consumo de água e energia elétrica nos canteiros de obras.

A partir desses dois temas, foram desenvolvidos subtemas, com o objetivo de abranger o máximo de informações referentes às ações que visam reduzir os impactos ambientais nos canteiros de obra, conforme o quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Temas e subtemas que abrangem ações voltadas a um canteiro de obras com menor impacto ambiental.

CANTEIROS DE OBRAS COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL	**OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DO CANTEIRO DE OBRAS**	**MINIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS**	
		BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS	
		CORRETA DESTINAÇÃO FINAL	
	REDUÇÃO DOS INCÔMODOS, POLUIÇÃO E CONSUMO DE RECURSOS CAUSADOS PELO CANTEIRO DE OBRAS	**INCÔMODOS**	**Sonoros**
			Visuais
			Devido à circulação de veículos
			Ao trânsito de pedestres
			Devido aos materiais particulados, lama e derramamento de concreto
		POLUIÇÃO	**Água, do solo e subsolo.**
			Ar
		CONSUMO DE RECURSOS	**Água**
			Energia
			Perdas incorporadas

Fonte: Adaptado da FCVA (2007)

Na sequência são caracterizadas as empresas participantes da pesquisa de estudos de caso.

a) Empresa “A”

Trata-se de uma empresa de engenharia que atua a mais de cinqüenta anos no mercado de construções do estado de Pernambuco. Inicialmente focava basicamente obras rodoviárias, tendo suas atividades bastante diversificadas ao longo dos anos.

Na década de 60, a construtora se tornou uma sociedade anônima, especializando-se na execução de projetos de infraestrutura, a partir deste momento se tornou uma das três maiores empresas privadas do país no segmento de construção pesada.

Atualmente a empresa desenvolve atividades voltadas à execução de obras de engenharia em todos os seus ramos e especialidades, sob o regime de empreitada, administração e operação, tais como: barragens, aeroportos, pontes, túneis, viadutos, usinas hidrelétricas, edifícios, estradas e incorporação imobiliária.

A empresa possui as seguintes certificações ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:1999, compondo, assim, o seu Sistema de Gestão Integrado (SGI).

b) Empresa “B”

Trata-se de uma empresa de engenharia com sede no município de Recife, atua no ramo de construção civil há 25 anos, abrangendo sua área de atuação além do município de Recife, as cidades de Natal e Fortaleza, possui planejamento para estender sua atuação também para as cidades de Maceió, Salvador e Brasília. Possui 79 empreendimentos construídos, perfazendo uma área superior a 1,1 milhão de metros quadrados, sendo uma das maiores construtoras e incorporadoras do Nordeste do Brasil.

A empresa possui escritórios e equipes de incorporação e construção próprias, investe na identificação, desenvolvimento e comercialização de projetos residenciais, comerciais e de lazer, trabalhando com empreendimentos de luxo, alto, médio e econômico padrões. Graças à inovação em projetos para diferentes produtos, alto padrão de acabamento e serviços exclusivos esta empresa se tornou uma das marcas mais lembradas e reconhecidas do país.

A empresa possui as seguintes certificações PBPQH, ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:1999, compondo, assim, o seu Sistema de Gestão Integrado (SGI).

c) Empresa “C”

Trata-se de uma empresa de engenharia com sede no município de São Paulo, e que está presente no país há mais de 40 anos, seu portifólio abrange serviços de Engenharia, Construção e Facility Management, permitindo oferecer soluções completas em todo o ciclo de vida dos empreendimentos.

A empresa possui estratégia, estrutura e capacidade para atender às demandas de negócios em todo o território nacional e atua nos setores público e privado. Tem como foco os mercados de edificações, indústria de processos, indústria de manufatura e infraestrutura.

Fundada no Brasil na década de 60, no início dos anos 80 já possuía uma sólida posição no mercado industrial, na década de 90 alcançou posição entre as maiores empresas do setor de

edificações no Brasil, fazendo sua expansão para o MERCOSUL. Na última década concluiu importante obra com conceito Green Building e atualmente recebeu numa de suas obras pré-certificação Gold do Conselho Americano de Construção Sustentável.

A empresa possui as seguintes certificações PBPQH, ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:1999, compondo, assim, o seu Sistema de Gestão Integrado (SGI).

d) Empresa “D”

Trata-se de uma empresa varejista do ramo de construção que atua no Brasil há 13 anos. A marca atualmente usada surgiu na década de 60, quando foi inaugurada também a primeira grande loja que contava com 200 colaboradores e sistema de auto-serviço.

Trata-se de uma empresa que busca o desenvolvimento em longo prazo e de forma sustentável. Encontra-se hoje entre as duas maiores redes varejistas do seu ramo de atuação no Brasil.

Desde sua chegada ao Brasil, está focada na qualidade de produtos, atendimento e serviços. Nos últimos anos, esta preocupação se estendeu ao desenvolvimento sustentável. Por conta disso, desenvolveu o seu programa de sustentabilidade e vem implementando diversas ações de impacto positivo na sociedade e no meio ambiente. Estas ações vão desde a comercialização de produtos ecologicamente corretos, passando por criação de campanhas beneficentes e até mesmo a implantação da primeira loja de varejo no Brasil com certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental).

3.4 Apresentação e análise dos resultados

Visando-se elaboração de uma proposta de diretrizes para implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental no setor da construção civil, foram traçados seis objetivos específicos, que foram alcançados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Foram selecionadas quatro empresas para aplicação da entrevista, sendo duas sediadas em Recife e duas em São Paulo, a seguir expõe-se o critério de seleção, as informações compiladas e a análise dos resultados obtidos.

Em Pernambuco aplicamos a entrevista nas duas maiores construtoras, para tanto o critério baseou-se no Ranking ITCnet 2008, que considerou o somatório das áreas construídas em metros quadrados de cada construtora naquele ano (ITCnet, 2010). Partimos da premissa que quanto maior a construtora, maiores suas responsabilidades ambientais, econômicas e sociais, sendo possível identificar a presença de mais aspectos que levam a um canteiro de obras mais sustentável.

Aplicou-se também o questionário em dois empreendimentos de empresas sediadas em São Paulo, a primeira está construindo um empreendimento na própria cidade de São Paulo e a segunda está construindo um empreendimento na cidade de Taguatinga. O empreendimento de São Paulo está em processo de certificação de sustentabilidade LEED e a de Taguatinga teve certificado pelo AQUA as fases de concepção e projetos. A escolha foi de forma aleatória. Partimos da premissa que qualquer que seja o empreendimento com certificação de sustentabilidade, seu canteiro de obras terá adotado bastantes ações voltadas à sustentabilidade.

Segue quadro 5 contemplando as respostas compiladas.

Quadro 5 – Respostas obtidas através da aplicação dos questionários compiladas.

		Canteiro 1	Canteiro 2	Canteiro 3	Canteiro 4
	CIDADE	Recife	Recife	São Paulo	Taguatinga
A	**OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DO CANTEIRO DE OBRAS**				
A.1	**MINIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS**				
	a) Adota coordenação modular.	Apenas na fachada	Sim, cerâmica e blocos cerâmicos	Não soube responder	Sim
	b) Adota modulação rigorosa de componentes de alvenaria, revestimentos de pisos e divisórias.	Não	Sim, paginação	Não soube responder	Sim para os pisos, paredes, cerâmica, alvenaria e divisórias
	c) Realiza escolha de produtos que impactem menos o meio ambiente.	Sim, mas avalia preço conjuntamente	Sim, madeira e areia certificada	Sim, adquire materiais certificados	Sim, tintas a base de água, madeira, aço e blocos certificados
	d) Realiza escolha de processos e sistemas que gerem menos resíduos.	Não	Sim	Sim, sistema de formas prontas	Sim, utiliza bastante sistemas pré-moldados
	e) Realiza escolha de produtos cujas embalagens gerem menos resíduos.	Sim, mas não de forma sistematizada	Sim	Sim	Sim, privilegia instalações de sobrepor e quando embute utiliza serra mármore
	f) Evita processos de quebras por conta de embutimentos.	Sim, tijolos colocados com furos na vertical	Sim	Não soube responder	Sim, privilegia instalações de sobrepor e quando embute utiliza serra mármore
	g) Elabora projetos de execução.	Não	Sim, alvenaria e revestimentos	Não soube responder	Sim, para todos os serviços
	h) Promove o envolvimento dos agentes que contribuem para a eficácia da redução da geração de resíduos.	Em implantação	Sim, remete comunicação com as exigências	Sim, através de DDS (Diálogo Direto Sistemático)	Sim, faz capacitação para o pessoal terceirizado
	i) Adota algum tratamento especial nas estruturas visando aumentar a durabilidade e ampliar a vida útil das mesmas.	Não	Não	Não soube responder	Não

Quadro 5 – Respostas obtidas através da aplicação dos questionários compiladas (continuação).

A.2	**BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS**				
	a) Quantifica os resíduos de uma forma geral.	Sim	Sim	Sim	Sim
	b) Quantifica os resíduos por categoria.	Apenas os inertes	Sim	Sim	Sim
	c) Identifica cadeias locais para revalorização e eliminação dos resíduos.	Sim, com relação a madeira e aço.	Não, terceiriza a eliminação	Sim, mas poucas existentes no local	Sim, trabalha com cooperativas
	d) Analisa a natureza e custo da eliminação.	Não	Sim	Sim	Sim
	e) Promove moagem e reuso local dos resíduos de classe A (inertes).	Não	Não	Não	Não, poucos resíduos gerados, inviável
	f) Promove reciclagem de resíduos de classe B (metais, vidro, papel, plástico, madeira).	Sim	Sim	Sim	Sim
	g) O canteiro possui PGRCC.	Sim	Sim	Sim	Sim
	h) Existe um sistema de auditorias periódicas com check-lists para acompanhamento do PGRCC.	Sim	Sim	Sim, chamada Patrulha Semanal.	Sim
A.3	**AÇÕES ADOTADAS PARA ASSEGURAR CORRETA DESTINAÇÃO FINAL**				
	a) Adota ações para assegurar a correta destinação final.	Sim, exige comprovante de entrega.	Sim, exige comprovante de entrega.	Sim, exige protocolo de entrega.	Sim, exige protocolo de entrega.
B	**REDUÇÃO DOS INCÔMODOS, POLUIÇÃO E CONSUMO DE RECURSOS CAUSADOS PELO CANTEIRO DE OBRAS**				
B.1	**INCÔMODOS**				
B.1.1	**Quais destas ações são adotadas para limitar os incômodos sonoros?**				
	a) Elabora estudo acústico para identificar e caracterizar as origens de ruídos que possam causar impactos aos trabalhadores e a vizinhança, com diretrizes sobre medidas técnicas e organizacionais para mitiga-las.	Faz estudo com relação aos trabalhadores	Sim	Sim, no início da obra e posteriormente mensalmente utilizando decibelímetro	Sim, início, meio e fim, dentro e fora do canteiro

Quadro 5 – Respostas obtidas através da aplicação dos questionários compiladas (continuação).

b) Possui máquinas e equipamentos em conformidade com a regulamentação, com orientações do fabricante e em boas condições.	Sim	Sim	Sim	Sim
c) Realiza posicionamento dos equipamentos e máquinas em função dos pontos sensíveis do entorno.	Não, o entorno não exige, totalmente comercial	Sim	Sim, principalmente serra circular	Não, o entorno não exige, totalmente comercial
d) Privilegia soluções tecnológicas que limitem incômodos sonoros.	Não, não possui problemas desta natureza	Não	Apenas no setor da serra circular	Sim, privilegia sistemas industrializados, pré fabricados
e) Gerencia a circulação de veículos.	Não, pois não houve necessidade	Não	Não	Sim. Possui inclusive planta para circulação de pessoas, máquinas e veículos
f) Planeja quanto a horários, duração e simultaneidade, as atividades de modo a minimizarem o impacto a vizinhança.	Não, por não ter necessidade	Sim	Sim, possui plano de comunicação e plano de execução	Sim, de acordo com a norma local
g) Implementa sistema de medição contínua dos ruídos no canteiro.	Não	Sim, por fase da obra	Sim	Sim
B.1.2 Quais destas ações são adotadas para limitar os incômodos visuais?				
a) Adota sistemática para avaliar as condições dos tapumes.	Avalia de forma não sistematizada	Avalia de forma não sistematizada	Sim, verificação semanal	Sim, verificação diária
b) Adota cercas em torno da área de armazenamento de resíduos.	Não	Não	Não	Não, pois trabalha com container e bag
c) Realiza limpeza contínua do entorno do canteiro.	Apenas da entrada	Não	Sim, diária	Não, fica a cargo do poder público
B.1.3 Quais destas ações são adotadas para limitar os incômodos devido à circulação de veículos?				
a) Exige respeito a regulamentação local de trânsito para os veículos que destinam-se a obra.	Recomenda	Não	Sim, faz um trabalho de integração anterior ao início da obra	Sim, inclusive notificando se necessário
b) Destina vagas de estacionamento próximo ou no próprio canteiro.	Não	Sim	Não, não há espaço no canteiro	Sim
c) Gerencia entrega de produtos e coleta de resíduos.	Não	Não	Sim, as retiradas são semanais	Sim

Quadro 5 – Respostas obtidas através da aplicação dos questionários compiladas (continuação).

	d) Organiza a circulação nas vias públicas.	Não	Não	Quando se faz necessário, destacou a fase de escavação	Sim
B.1.4	**Quais dessas ações são adotadas para evitar incômodos ao trânsito de pedestres?**				
	a) Não ocupa calçadas como extensão do canteiro.	Sim	Sim	Não, mas faz com autorização da prefeitura	Sim
	b) Só ocupa calçadas no limite estabelecido na regulamentação existente.	Não ocupa	Não ocupa	Sim	Não ocupa
	c) Utiliza área do próprio canteiro de obras para disposição de container para resíduos.	Sim	Sim	Sim	Sim
	d) Possui área interna no próprio canteiro destinada à carga e descarga de insumos, máquinas e equipamentos.	Sim	Sim	Depende para que setor da obra siga o material ou equipamento	Sim
B.1.5	**Quais as ações adotadas para limitar os incômodos devido aos materiais particulados, lama e derramamento de concreto?**				
	a) Implementa sistema de medição contínua dos materiais particulados no canteiro.	Não	Possui não sistematizada	Sim, conforme PPRA, são 3 avaliações para o tempo de execução da obra	Não, apenas verificação visual
	b) Possui sistemática contínua de recolhimento das sobras de concreto derramado.	Possui não sistematizada	Não	Sim, inclusive brita e destina como resíduo classe A	Sim
	c) Possui sistemática visando limpeza da lama gerada.	Possui não sistematizada	Não	Possui não sistematizada	Não gera lama
B.2	**POLUIÇÃO**				
B.2.1	**Quais destas ações são adotadas para limitar a poluição da água, do solo e subsolo.**				
	a) Utiliza produtos menos tóxicos (desmoldante a base de óleo vegetal).	Não	Não	Sim	Sim
	b) Identifica tanques, tonéis e bombonas.	Sim	Sim	Sim	Sim
	c) Impermeabiliza as áreas de armazenamento.	Não	Sim	Sim	Não, pois não armazena

Quadro 5 – Respostas obtidas através da aplicação dos questionários compiladas (continuação).

	d) Realiza controle e coleta dos efluentes na obra.	Sim, possui fossa provisória	Sim, área saneada	Sim,área saneada e utiliza WC químico	Sim, área saneada
	e) Possui área de lavagem de veículos que permitam decantação dos efluentes.	Não	Não	Não	Sim
	f) Possui área para lavagem, manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos e máquinas.	Não	Não	Não	Sim
B.2.2	**Quais destas ações são adotadas para limitar a poluição do ar?**				
	a) Realiza rega dos solos.	Não	Só na fase de demolição	Sim	Sim
	b) Realiza limpeza diária do canteiro e das vias de acesso.	Não, apenas quando verifica necessidade	Sim para o canteiro	Sim	Sim
	c) Proíbe todo tipo de queima.	Sim	Sim	Sim	Sim
	d) Implementa zona de lavagem de rodas na saída do canteiro.	Não	Não	Não, mas fazia na época da escavação	Sim
	e) Respeita as áreas verdes existentes durante toda duração da obra.	Sim	Sim	Sim, preservaram, transplantaram e doaram mudas	Sim, desde que não esteja na projeção da construção.
	f) utiliza alguma alternativa tecnológica para renovação do ar nas áreas fechadas.	Não	Só áreas confinadas	Sim, com exaustores	Sim
B.3	**CONSUMO DE RECURSOS**				
B.3.1	**Quais destas ações são adotadas para limitar o consumo de água?**				
	a) Promove medições e acompanhamento do consumo.	Sim, mensal	Sim	Sim	Sim
	b) Implementa sistemas economizadores.	Não	Não	Sim, descargas econômicas	Não
B.3.2	**Quais destas ações são adotadas para limitar o consumo de energia?**				
	a) Promove medições e acompanhamento do consumo.	Sim, mensal	Sim	Sim	Sim
	b) Implementa sistemas economizadores.	Não	Não	Sim, chuveiros	Não
B.3.3	**Quais dessas ações são adotadas com relação às perdas incorporadas?**				

Quadro 5 – Respostas obtidas através da aplicação dos questionários compiladas (continuação).

a) Promove aferição das perdas incorporadas?	Sim	Sim	Sim	Sim
b) Adota ações de controle de qualidade voltadas a minimizar as perdas incorporadas?	Sim, sempre que identifica problemas realiza ações corretivas	Sim, gera relatórios de ação corretiva e preventiva	Sim	Sim, privilegiando os sistemas pré-moldados

Faz-se a seguir um comparativo entre as respostas das empresas sediadas em Recife e cujos empreendimentos onde aplicaram-se os questionários não possuem certificação de sustentabilidade com as respostas das empresas sediadas em São Paulo e cujos empreendimentos possuem certificação de sustentabilidade.

Ressalta-se que consideramos resposta positiva as que adotam aquela ação interpelada, negativa as que não adotam e parcial as que adotam em algum setor do canteiro alguma ação da questão interpelada, mas não no canteiro como um todo.

Analisa-se também a quantidade de ações voltadas à sustentabilidade que vêem sendo empreendidas, neste quadro são contabilizadas todas as respostas constantes no questionário. Segue quadro 6 com o resultado geral.

Quadro 6 – Contagem geral das respostas com relação à adoção de ações voltadas a uma maior sustentabilidade do canteiro de obras.

CONTAGEM GERAL DE AÇÕES VOLTADAS A UMA MAIOR SUSTENTABILIDADE DO CANTEIRO DE OBRAS	**Resposta com relação à adoção de ações de sustentabilidade**					
	Recife			**São Paulo**		
	Positiva	**Negativa**	**Parcial**	**Positiva**	**Negativa**	**Parcial**
	59	**42**	**13**	**94**	**13**	**7**
	52%	**37%**	**11%**	**83%**	**11%**	**6%**

Analisando as informações compiladas podemos verificar que de uma forma geral as empresas sediadas em São Paulo e que possuem ou estão em processo de certificação de sustentabilidade adotam mais ações voltadas a uma maior sustentabilidade dos canteiros de obra.

As empresas sediadas em Recife responderam positivamente a 59 das 114 questões sobre adoção de ações de sustentabilidade no canteiro de obras, representando 52% de respostas

positivas; enquanto as empresas de São Paulo responderam positivamente a 94 das mesmas 114 questões, representando 83% de respostas positivas.

Apresentam-se a seguir os quadros 7 e 8 com a contagem das respostas com relação à adoção de ações voltadas a maior sustentabilidade dos canteiros, segredas pelos temas "otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras", que contempla 18 perguntas subdivididas e 3 temas no item "B" do questionário e "redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras" que contempla 39 perguntas subdivididas e 10 temas no item "C" do questionário.

Quadro 7 - Contagem geral das respostas com relação à adoção de ações voltadas ao tema "otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras".

		Resposta com relação a adoção de ações de sustentabilidade					
		Recife			São Paulo		
A	OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DO CANTEIRO DE OBRAS	Positiva	Negativa	Parcial	Positiva	Negativa	Parcial
		25	8	3	30	6	0
		70%	22%	8%	83%	17%	0%
A.1	MINIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS	11	5	2	12	6	0
		61%	28%	11%	67%	33%	0%
A.2	BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS	12	3	1	16	0	0
		75%	19%	6%	100%	0%	0%
A.3	CORRETA DESTINAÇÃO FINAL	2	0	0	2	0	0
		100%	0%	0%	100%	0%	0%

Analisando-se o tema "A" (...)otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras, observa-se que a quantidade das respostas positivas quase se equivalem, 25 das empresas de Recife contra 30 das empresas de São Paulo, representando 70% e 83%, respectivamente . Os canteiros de obras de Recife avançaram muito com relação à gestão de resíduos nos últimos anos, principalmente face à exigência do poder público da aprovação do programa de gerenciamento dos resíduos da construção civil.

Desta forma mesmo São Paulo sendo um centro mais avançado no que tange à sustentabilidade de uma forma geral, na pesquisa os canteiros de obras entrevistados em Recife adotam quase o mesmo quantitativo de ações positivas.

Quadro 8 - Contagem geral das respostas com relação à adoção de ações voltadas ao tema “redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras”.

		Resposta com relação a adoção de ações de sustentabilidade					
		Recife			São Paulo		
B	REDUÇÃO DOS INCÔMODOS, POLUIÇÃO E CONSUMO DE RECURSOS CAUSADOS PELO CANTEIRO DE OBRAS	Positiva	Negativa	Parcial	Positiva	Negativa	Parcial
		34	34	10	64	7	7
		44%	44%	12%	82%	9%	9%
B.1	INCÔMODOS	15	19	8	33	3	6
		36%	45%	19%	79%	7%	14%
B.2	POLUIÇÃO	11	11	2	21	2	1
		46%	46%	8%	88%	8%	4%
B.3	CONSUMO DE RECURSOS	8	4	0	10	2	0
		67%	33%	0%	83%	17%	0%

Analisando o tema “B” (...) redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras, observa-se que a quantidade das respostas positivas das empresas de Recife somam apenas 34, contra 64 das empresas de São Paulo, representando 44% versus 82%.

É nesse tema onde a diferença no quantitativo de ações positivas é maior, mostrando que os canteiros de obra de Recife podem avançar bastante em sustentabilidade focando principalmente neste tema.

Vale ressaltar que no sub-item “B.3” consumo de recursos, o quantitativo de respostas positivas também é parecido, 10 das empresas de São Paulo contra 8 das de Recife, representando 67% versus 83%, indicando que onde mais se pode avançar na verdade são nos sub-itens “B.1” incômodos que teve apenas 15 respostas positivas nas empresas de Recife, contra 33 das de São Paulo, ou seja 36% versus 83% e “B.2” poluição que teve 11 respostas positivas nas empresas de Recife, contra 21 das de São Paulo, representando 67% versus 17%.

Mediante a análise dos dados, apresenta-se no capítulo a seguir as principais diretrizes propostas voltadas à implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental.

4. DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL

Na apresentação das diretrizes para implantação de canteiros com menor impacto ambiental, tomou-se como referência a categoria “canteiro de obras com baixo impacto ambiental” do referencial AQUA.

Analogamente ao citado referencial, as diretrizes tratadas neste capítulo estão subdivididas da seguinte maneira:

- otimização da gestão dos resíduos;
- redução dos incômodos;
- redução da poluição;
- redução do consumo; de recursos.

De acordo com Barros (1996), um conjunto de diretrizes direciona o encaminhamento das ações para que o resultado tenha maiores possibilidades de sucesso. No caso do presente trabalho, focou-se em diretrizes que contribuam para que as empresas construtoras consigam implantar canteiros de obras com menor impacto ambiental, sendo este um dos passos para alcançar a certificação de sustentabilidade.

Cada subdivisão será apresentada a seguir, a partir da qual se pode esperar um maior potencial de sucesso na implantação das ações propostas.

4.1 Diretrizes voltadas à otimização da gestão dos resíduos

Gerir resíduos de construção e demolição se trata de um dos principais desafios ambientais para o futuro da indústria da construção civil. Dessa forma, mostra-se necessária e em caráter de urgência adotar providências voltadas à gestão dos resíduos, objetivando implementar ações que minimizem a sua produção e que procure o reuso, a reutilização e a reciclagem dos resíduos.

De acordo com Salvato; Nemerow e Agardy (2003), a gestão dos resíduos sólidos é um processo complexo, uma vez que envolve diversas tecnologias e disciplinas. Esta gestão de resíduos compreende tecnologias associadas à redução da geração, manipulação e armazenamento no canteiro, seleção ou triagem, processo de transporte e a disposição final.

Dentro desse contexto, três etapas são destacadamente importantes, quais sejam: a minimização da produção de resíduos, o beneficiamento dos resíduos na obra e a correta destinação final.

A seguir são apresentadas as diretrizes voltadas à otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras, considerando as três etapas citadas anteriormente.

4.1.1 Diretrizes voltadas à minimização da produção de resíduos

A minimização da produção de resíduos consiste em adotar ações que resultem em diminuir de quantidade, em volume ou peso, tanto quanto for possível, os resíduos gerados pela obra.
A seguir são elencadas as principais ações voltadas à minimização da produção dos resíduos nas obras.

a) Adoção de coordenação modular e de modulação rigorosa de componentes de alvenaria, revestimentos de pisos e divisórias.

Para a adoção da coordenação modular faz-se necessária a inserção de projetos voltados à produção, o que de acordo com Melhado et al. (2005), alguns autores chamam de *Design for production* ou *Designing for production*. A coordenação modular deve ser tratada pela coordenação de projetos, na fase de concepção do empreendimento, envolvendo a equipe de produção.

Segundo Franco (2010), a coordenação modular é uma ferramenta para se conseguir a coordenação dimensional. Relacionam-se as medidas dos componentes a partir de uma base de medida. Trata-se de uma técnica que permite relacionar medidas de projeto com as medidas modulares, utilizando-se para tanto um reticulado espacial de referência.

Franco (2010) explica também que a coordenação dimensional é uma técnica que permite relacionar de maneira coordenada as medidas de elementos e componentes, permitindo seu acoplamento através de simples montagem, trata-se do princípio básico da industrialização.

A Figura 5 exemplifica alguns blocos moduláveis disponíveis no Brasil.

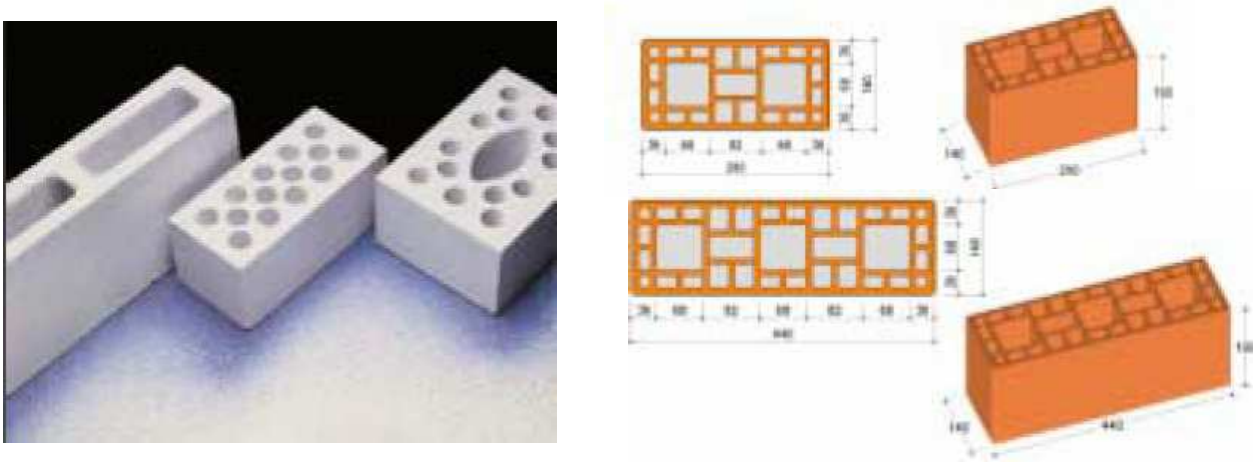


Figura 5 – Blocos moduláveis disponíveis no Brasil
Fonte: Franco (2010)

As principais vantagens associadas a coordenação modular são (FRANCO, 2010):

- organizar dimensionalmente a indústria;
- racionalizar projeto e execução;
- permitir flexibilidade e evolução;
- incentivar a intercambialidade;
- promover a padronização;
- aumento da precisão.

b) Dar preferência à escolha de produtos usando como critério de seleção seu impacto ao meio ambiente.

O setor de gestão da qualidade pode incluir no escopo do sistema de aquisição de materiais pelo setor de compras o aspecto ecológico do material. Pode-se, por exemplo, exigir que a madeira utilizada na obra possua certificação FSC ou Cerflor.

A certificação florestal FSC atesta a origem da matéria-prima florestal em um produto, esta certificação garante que a empresa ou comunidade maneja suas florestas.

Sabogal et al. (2006) define manejo florestal como um tipo de exploração de madeira que realiza planejamento de atividades, buscando assegurar a manutenção da floresta para um outro ciclo de corte.

O órgão certificador do FSC é o Conselho Brasileiro de Manejo Florestal – FSC Brasil. (CBMF, 2010), conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 – Selo FSC
Fonte: CBMF (2010)

O selo Cerflor certifica o manejo florestal e a cadeia de custódia, ou seja, também avalia se o produto comercializado por seus fabricantes, processadores, compradores e vendedores foi produzido com matéria-prima de florestas certificadas, sendo o órgão certificador é o INMETRO. (INMETRO, 2010), conforme ilustra a Figura 7.

Figura 7 – Selo Cerflor
Fonte: INMETRO (2010)

c) Dar preferência à escolha de processos e sistemas que gerem menos resíduos.

O setor de coordenação de projetos, junto ao setor de produção, pode na fase de concepção do projeto fazer análise da viabilidade da implantação de sistemas menos impactantes ao meio ambiente.

Como exemplo, os sistemas pré-moldados de concreto, assim como os sistemas construtivos em aço podem reduzir o tempo de execução da obra, reduzir a geração de resíduos, reduzir desperdícios e melhorar a organização do canteiro de obras.

A utilização de sistemas direcionados as áreas internas, tais como: o *dry wall*, utilização de placas cimentícias e sistemas estruturais de madeira como o painel wall e o monolite, também podem contribuir na organização do canteiro, redução da produção de resíduos e aceleração da obra.

d) Dar preferência à escolha de produtos cujas embalagens gerem menos resíduos.
O setor de gestão da qualidade pode incluir no escopo do sistema de aquisição de materiais pelo setor de compras o aspecto ecológico da embalagem dos insumos. Priorizando-se produtos que sejam vendidos paletizados e com embalagens recicláveis ou reutilizáveis, conforme ilustra a Figura 8.

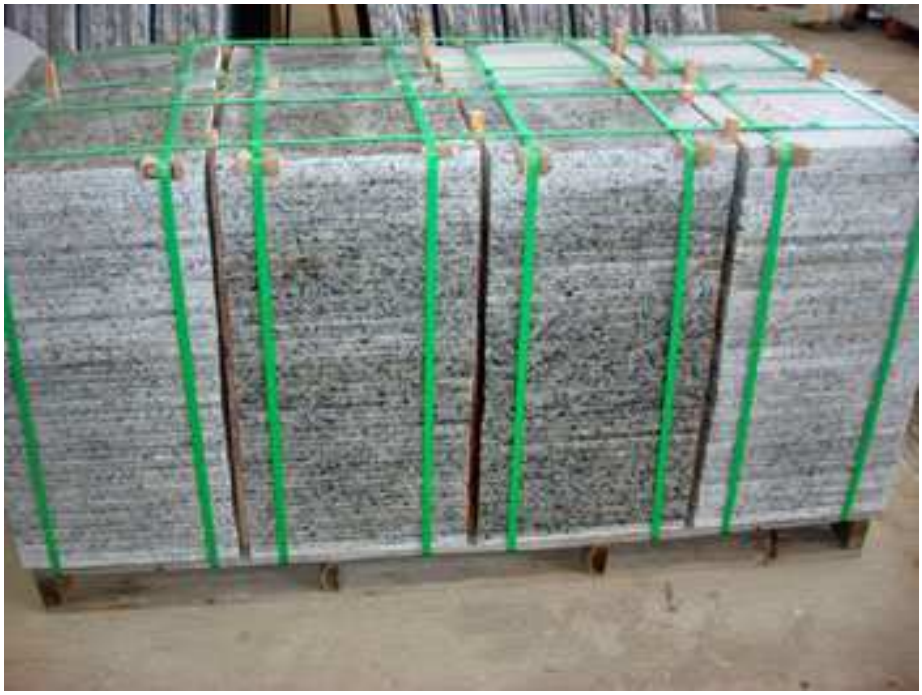


Figura 8 – Material para revestimento de piso paletizado.
Fonte; Google (2010)

e) Evitar ou suprimir os processos de quebras por conta de embutimentos.

A coordenação de projetos pode definir na fase de concepção a adoção de um projeto de alvenaria que preveja o embutimento das tubulações das instalações prediais, tais como projetos modulados de alvenaria, pode-se também optar por adotar as tubulações aparentes.

f) Elaborar projetos de produção.

A coordenação de projetos, na fase de concepção, pode definir os projetos voltados à produção que serão adotados, tais como projeto de revestimentos de fachadas, revestimento de paredes internas, alvenaria, revestimento de piso, forro.

g) Envolver os agentes que contribuem para a eficácia da redução da geração de resíduos.

A coordenação de projetos pode reunir projetistas, fornecedores e pessoal da produção, assim que definidos os projetos de produção que serão elaborados, visando conscientização e levantamento das necessidades de capacitação para execução dos projetos.

h) Adotar tratamento especial nas estruturas visando aumentar a durabilidade e ampliar a vida útil das mesmas.

De acordo com Helene (1992), verifica-se que custos de intervenção nas estruturas de concreto armado, visando durabilidade e proteção, aumentam de forma exponencial na medida em que o tempo para adoção da intervenção aumenta.

Também conforme Helene (1992), apesar das estruturas de concreto armado quando projetadas, construídas e utilizadas, levem em conta segurança, estabilidade, aptidão em serviço e aparência aceitável, durante um certo período de tempo, algumas medidas tomadas a nível de projeto, visando intensificar a proteção e a durabilidade da estrutura, podem contribuir para o aumento da vida útil.

São algumas destas ações: aumentar o cobrimento da armadura, reduzir a relação água/cimento do concreto ou aumentar fck e especificar certas adições ou tratamentos protetores de superfície. Estas decisões deverão estar aliadas a sua viabilidade econômica, analisada pela coordenação de projetos e setor de produção.

Assim sendo, quando da elaboração do projeto estrutural podem-se incluir pelo calculista e serem validadas pela coordenação de projetos algumas das ações citadas para ampliar a vida útil das estruturas de concreto armado e, por conseqüência, da edificação.

4.1.2 Diretrizes voltadas ao beneficiamento de resíduos na obra

O beneficiamento de resíduos na obra consiste em reutilizá-los no próprio canteiro, pode-se citar como exemplo utilização de resíduos classe A (concreto, argamassa cerâmica) para reaterro do caixão ou a utilização de resíduos classe C (gesso) na composição da pasta para revestimento.

A seguir são elencadas as principais ações voltadas ao beneficiamento de resíduos nas obras.

a) Quantificar os resíduos de uma forma geral e por categoria.

Conforme Gusmão (2008), a estimativa de geração de resíduos deve ser feito a cada fase da obra, que pode ser dividida em demolição, escavação e construção.

O setor de gestão da qualidade, com apoio do setor de produção e alicerçado pelo projeto de gerenciamento dos resíduos da construção civil, pode fazer esta quantificação por categoria, subdividindo nas três fases citadas anteriormente. Os materiais inertes classe B, podem ser aferidos pelo volume das caçambas de resíduos retiradas semanalmente, fazendo a correlação com o peso dos matériais. Os demais resíduos podem ser pesados em balanças, objetivando mensurar também a quantidade dos resíduos que não são descartados via caçambas.

b) Identificar cadeias locais para revalorização e eliminação dos resíduos.

Na fase de elaboração do PGRCC, o setor de produção pode realizar levantamento de associações, cooperativas e até profissionais autônomos que possam utilizar os resíduos gerados.

c) Analisar a natureza e custo da eliminação.

O responsável pela elaboração do PGRCC poderá analisar natureza e custo da eliminação. Gusmão (2008) destaca que a venda de resíduos classe B além de gerar receitas ao empreendimento, contribui para diminuir o volume de resíduos de construção civil nas caçambas estacionárias.

d) Promover moagem e reuso local dos resíduos de classe A (inertes).
Cassa; Carneiro e Brum (2001) afirmam que a reciclagem secundária, a que acontece fora do canteiro de obras, é muito mais vantajosa econômica e tecnicamente se comparada a reciclagem primária do RCC que ocorre no canteiro de obras. Tendo em vista que além de ser bastante limitada pela quantidade de resíduo gerado bem como, pela tecnologia construtiva que a obra utiliza. Desta forma, apesar de ser uma ação positiva do ponto de vista ambiental, não vem se apresentando como uma ação viável economicamente o reuso dos resíduos localmente.

e) Promover reciclagem de resíduos classe B (metais, vidro, papel, plástico, madeira).
Quando não for possível evitar a geração dos resíduos classe B no canteiro, o setor de produção pode traçar planejamento para sua reciclagem, preferencialmente através das cadeias locais.

f) Implantar sistema de auditorias periódicas com check-lists para acompanhamento do PGRCC.

Segundo Gusmão (2008) os Check-lists para monitoramento do PGRCC deverão envolver os seguintes aspectos:

- limpeza e varrição;
- segregação dos resíduos na fonte e no acondicionamento final;
- destinação compromissada através de comprovantes;
- atualização do cadastro dos transportadores e destinatários dos resíduos.

Apresenta-se a seguir o quadro 9 com critérios a adotar nos chek-lists.

Quadro 9 - Critérios adotados nos check-lists.

Nota	Avaliação	Critério Adotado
9 a 10	Excelente	Sistematica implementada de forma eficaz.
7 a 8	Bom	Sistemática adequadamente implementada, porém com falhas pontuais e em pequeno volume.
5 a 6	Regular	Sistemática parcialmente implementada. Presença de problemas pontuais ou em volume significativo.
3 a 4	Ruím	Sistemática ineficaz. Resíduo acumulado e não segregado de forma generalizada no pavimento
1 a 2	Péssimo	Sistemática não implementada. Grande quantidade de resíduo acumulado por muito tempo no pavimento.

Fonte: Gusmão (2008).

Conforme Gusmão (2008), o PGRCC também deve prever sistema de auditórias periódicas, devendo ser avaliadas e, se necessário, alteradas as ações previstas inicialmente.

Sua inserção também deve ser feita pela coordenação de projetos na fase de elaboração.

4.1.3 Diretrizes voltadas à correta destinação final

A correta destinação final de resíduos da obra consiste em garantir e formalizar que os resíduos que saem da obra sejam destinados a locais autorizados a recebê-los.

A seguir são elencadas as principais ações voltadas à correta destinação final.

a) Implantar sistemática para assegurar que os resíduos que não foram reutilizados ou reciclados tenham correta destinação final.

De acordo com Gusmão (2008), é essencial exigir dos destinatários finais a comprovação da destinação compromissada de todos os resíduos que são retirados da obra, a responsabilidade sobre esse resíduo é do empreendedor. Toda movimentação desses resíduos deve ser documentada através do controle de transporte de resíduos (Figuras 9 e 10), que se trata de um formulário onde deve constar informações como registro do transportador, tipo e quantidade de resíduo e local de destino final.

Também deve ser incluído este aspecto pelo elaborador no PGRCC na fase de elaboração dos projetos.

Prefeitura Municipal de São Carlos

CTR - Controle de Transporte de Resíduos

1ª VIA

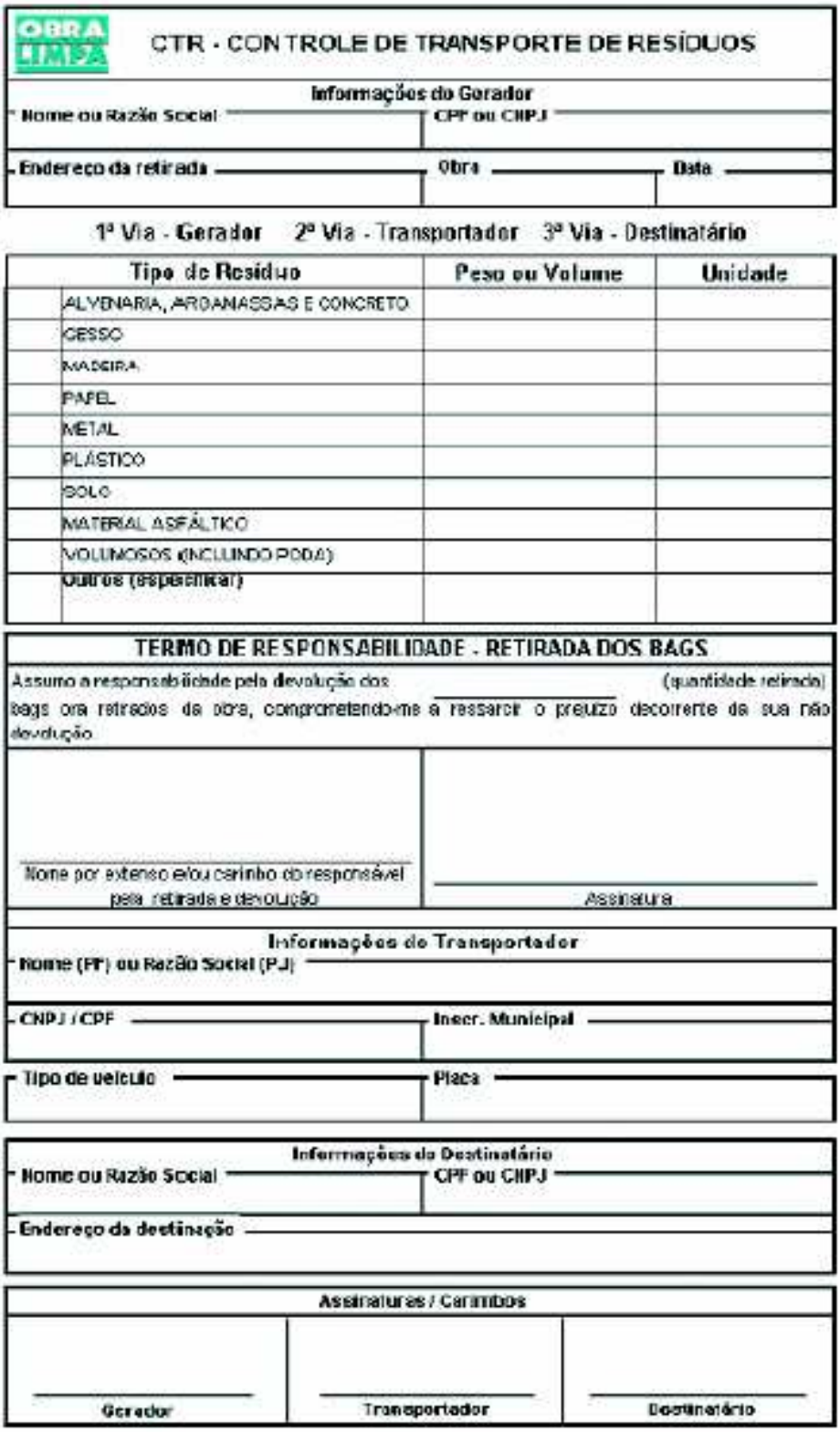
GERADOR / ORIGEM			
Nome		RG. ou CNPJ	
Endereço da retirada			
Volume (m^3) ou peso (ton.) estimado		Data da retirada	
Assinatura do Gerador			

DESCRIÇÃO DO RESÍDUO PREDOMINANTE									
Solo		Material Metálico		Madeira		Concreto/Argamassa/ Alvenaria		Volumosos (inclui podas)	
Outros (especificar)									

TRANSPORTADOR			
Razão social		CNPJ	
Veículo/Placa			
Motorista			

PARA PREENCHIMENTO NO LOCAL DE DISPOSIÇÃO			
Data de disposição		Horário	
Visto de Recebimento		Nº Seqüencial	

Figura 9 - Modelo de CTR – Controle de Transporte de Resíduos, utilizado no município de São Carlos-SP.
Fonte: PMSC (2010).



CTR - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS

Informações do Gerador

Nome ou Razão Social | CPF ou CNPJ

Endereço da retirada | Obra | Data

1ª Via - Gerador 2ª Via - Transportador 3ª Via - Destinatário

Tipo de Resíduo	Peso ou Volume	Unidade
ALVENARIA, ARGAMASSAS E CONCRETO		
GESSO		
MADEIRA		
PAPEL		
METAL		
PLÁSTICO		
SOLO		
MATERIAL ASFÁLTICO		
VOLUMOSOS (INCLUINDO PODA)		
Outros (especificar)		

TERMO DE RESPONSABILIDADE - RETIRADA DOS BAGS

Assumo a responsabilidade pela devolução dos _____ (quantidade retirada) bags ora retirados da obra, comprometendo-me a ressarcir o prejuízo decorrente da sua não devolução

Nome por extenso e/ou carimbo do responsável pela retirada e devolução | Assinatura

Informações do Transportador

Nome (PF) ou Razão Social (PJ)

CNPJ / CPF | Insc. Municipal

Tipo de veículo | Placa

Informações do Destinatário

Nome ou Razão Social | CPF ou CNPJ

Endereço da destinação

Assinaturas / Carimbos

Gerador | Transportador | Destinatário

Figura 10 - Modelo de CTR – Controle de Transporte de Resíduos, sugerido pela Metodologia Obra Limpa.
Fonte: Sinduscon/SP (2005), apud Guerra (2009).

4.2 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos

Incômodo é algo que causa mal-estar, que oferece desconforto, que causa inquietação, algo importuno ou que cause dificuldade, embaraço ou estorvo (MOREIRA, 1991). Os canteiros de obras podem causar diversos incômodos, tanto aos seus empregados como a sua vizinhança.

Destacam-se entre os principais incômodos: os sonoros, advindos principalmente dos equipamentos e execução dos trabalhos; os visuais, causados pela alteração na paisagem; incômodo devido à circulação de veículos, que pode trazer alterações no trânsito local e incômodo causado pelo material particulado produzido.

Seguem as principais diretrizes voltadas a minimizar os incômodos causados pelo canteiro de obras.

4.2.1 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos sonoros

Os incômodos sonoros consistem em alteração do meio ambiente causada por ruídos, que podem prejudicar a saúde e o bem estar das pessoas.
A seguir são elencadas as principais ações voltadas à redução dos incômodos sonoros.

a) Elaborar estudo acústico para identificar e caracterizar as origens de ruídos que possam causar impactos aos trabalhadores e a vizinhança.

O setor de segurança do trabalho poderá elaborar este estudo como parte do seu programa de condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil (PCMAT). Este servirá para o acompanhamento contínuo dos incômodos sonoros durante toda execução da obra.

b) Quando se fizer necessário, com base no estudo acústico, traçar diretrizes voltadas à adoção de medidas técnicas e organizacionais para mitigar os ruídos.

Conforme Andrade (2004), algumas ações que podem reduzir os incômodos sonoros são: instalação de silenciadores em escapamento de veículos, desligar veículos e máquinas que não estejam em uso, localizar máquinas e equipamentos, assim como planejar seu uso de forma

que gere menos pertubação sonoras aos trabalhadores e vizinhança, criar ou utilizar, no caso de já existirem, barreiras físicas entre fontes emissoras e receptoras de ruídos.

Na figura 11 a seguir pode-se observar o local isolada onde encontra-se a serra circular. Na figura 12 observa-se o isolamento acústico realizado com tela de poliéster.

Figura 11 e 12 – Serra circular localizada em setor acusticamente protegido.
Fonte: Araújo (2009).

Estas ações também devem ser incluídas pelo setor de segurança no PCMAT e, conjuntamente ao setor de produção, serem implementadas e acompanhadas, por todo o período de execução da obra.

c) Possuir máquinas e equipamentos apenas em conformidade com a regulamentação, com orientações do fabricante e em boas condições.

O setor de segurança do trabalho deve junto ao setor de suprimentos, exigir a aquisição de máquinas e equipamentos de acordo com a NR 18, assim como exigir do engenheiro responsável tecnicamente pelas máquinas e equipamentos, o plano de manutenção prévio e acompanhamento contínuo das condições de uso.

Conforme Saraiva (2010), o objetivo da manutenção é minimizar e prevenir incidentes inesperados com as máquinas e equipamentos, evitando prejuízos ao plano e cronograma de produção da indústria. O quadro 9 a seguir mostra uma sugestão de etapas a serem seguidas para elaboração de um plano de manutenção adequado.

Quadro 10 – Procedimentos para manutenção de máquinas e equipamentos industriais.

ETAPA	AÇÕES
Fazer lista de equipamentos	Listar máquinas e equipamentos que estão funcionando e que se apresentem em conformidade aos requisitos da produção.
Fazer um programa de inspeção	Fazer um programa de inspeção objetivando identificar as máquinas que estão em conformidade com os requisitos de produção, determinando-se um calendário de manutenção periódica e regular, considerando também a freqüência de uso.
Aplicação da inspeção	Conforme plano de inspeção deve-se registrar a duração de tempo de utilização; a duração do tempo mantido anteriormente; o estado das máquinas e equipamentos; e se necessitam de reparação, substituição ou manutenção.
Fazer cronograma de manutenção	Após a inspeção e análise, rever a frequência de utilização de cada máquina e equipamento, elaborando programação de manutenção específica. Deve-se levar em consideração o propósito e a importância de cada máquina ou equipamento em produção.
Estimativa de material	Identificar as principais causas de problemas, fazer estimativa de material para fornecer acessórios aos equipamentos que necessitam de reparação.
Implementação	Efetuar a reparação e elaborar relatório de inspeção e avaliação da qualidade dos equipamentos e máquinas, apontando inclusive o estado dos equipamentos que devem ser substituídos.
Atualização e digitalização dos arquivos	Concluídas a manutenção e reparação, criar um arquivo eletrônico relacionando os equipamentos que foram reparados, serviços realizados, peças e materiais utilizados, tempo gasto no serviço, custos efetivos e previsão do tempo de vida útil remanescente.

Fonte: Saraiva (2010).

d) Realizar posicionamento dos equipamentos e máquinas em função dos pontos sensíveis do entorno.

De acordo com Andrade, Slama e Azevedo (2004), deve-se localizar as atividades que potencialmente geram mais ruídos de maneira que provoquem menos incômodos, dentre os quais:

- o almoxarifado, depósito de material, depósito de aço, primeiros socorros e escritório deverão se localizar próximo a via mais ruidosa;
- a carpintaria próxima a via mais ruidosa, porém o mais distante possível do escritório e dos primeiros socorros;
- a betoneira também próxima a rua mais ruidosa;
- as serras de bancada devem ficar enclausuradas em local acusticamente tratado;

- as gruas deverão estar a no mínimo 10 metros das vias mais silenciosas e os veículos terem seu acesso desviado das áreas mais sensíveis.

Estas ações também devem ser incluídas pelo setor de segurança no PCMAT e, conjuntamente ao setor de produção, serem implementadas e acompanhadas, por todo o período de execução da obra.

e) Privilegiar soluções tecnológicas que limitem incômodos sonoros.

Os incômodos causados pelos ruídos gerados pelas máquinas utilizadas podem ser minimizados durante a concepção do projeto. Níveis de tolerância cada vez mais justos, processos de fabricação mais refinados, materiais mais avançados e cuidados na instalação e operação das máquinas contribuem significativamente para minimização do problema (MAIA, 1999).

O setor de segurança do trabalho junto ao setor de produção devem priorizar a aquisição de equipamentos em conformidade com o Programa nacional de educação e controle da poluição sonora – Silêncio, que busca incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos, entre outros dispositivos, com menor intensidade de ruído. Este programa abrange a indústria de uma forma geral, veículos, utilidades domésticas e construção civil. (IBAMA, 2010).

f) Gerenciar a circulação de veículos.

O setor de suprimentos deve programar , junto ao setor de produção as datas e horários de chegada e saída de veículos, visando reduzir os ruídos provocados aos trabalhadores e a circunvizinhança. Deve-se evitar programar entregas no começo ou final do expediente, assim como no intervalo de almoço.

g) Planejar as atividades quanto aos horários, duração e simultaneidade, de modo a minimizar o impacto a vizinhança e aos trabalhadores.

Conforme Stumm (2006), a maioria dos equipamentos que emitem elevados ruídos são utilizados na execução da etapa de fundação da obra e da fase de execução das estruturas.

Alguns equipamentos são operados concomitantemente com outros. Essa simultaneidade de ruído enfatiza a necessidade de planejamento.

Este planejamento deve ser realizado pelo setor de segurança do trabalho junto ao setor de produção e constar no sistema de gestão da qualidade da empresa.

h) Implementar sistema de medição contínuo dos ruídos no canteiro.

De acordo com a Norma Técnica ABNT NBR 10151 (2000), para medição dos ruídos deve se utilizar medidor de nível sonoro e calibrador acústico.

Estas aferições deverão ser também previstas no PCMAT e acompanhadas ao longo da obra pelo setor de segurança do trabalho.

4.2.2 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos visuais

Os incômodos visuais consistem em efeitos danosos resultantes dos impactos visuais gerados por determinadas ações e atividades.
A seguir são elencadas as principais ações voltadas à redução dos incômodos visuais.

a) Adotar sistemática para avaliar as condições dos tapumes.

No que diz respeito a cidade de Recife, toda obra de demolição ou instalação para ser executada faz-se necessária a instalação em frente às testadas do lote ou terreno,um tapume provisório que deverá ser mantido durante todo período de execução do serviço. Não poderão causar prejuízo à arborização, aos aparelhos de iluminação pública, postes, e outros elementos existentes nos logradouros e que possuam autorização da Prefeitura. (PCR, 2010a)

O setor de produção apoiado pelo setor de suprimentos deverá utilizar tapume resistente às intempéries, ao vento e aos esforços eventuais da construção ou pelo manejo dos portões e aberturas instaladas sobre o mesmo. O setor de produção fará a manutenção e conservação do tapume de forma a manter as condições e características essenciais durante o período de execução da obra. Sugere-se inspeções quinzenais, verificando-se a necessidade da substituição de tapumes danificados e/ou repintura das peças.

Seguem as figuras 13 e 14 exemplificando um tapume em condições ruins de conservação e outro em ótimo estado.

Figura 13 - Tapume em condição ruim de conservação e figura 14 – Tapume em ótimo estado de conservação.
Fonte; Google (2010)

b) Adotar cercas em torno da área de armazenamento de resíduos.

O responsável pela elaboração do PGRCC, deverá incluir no seu escopo a adoção destas cercas..

c) Solicitar de forma contínua que o poder público realize limpeza periódica no entorno do canteiro.

O setor de produção deverá solicitar formal e continuamente que o poder público mantenha o entorno do canteiro limpo.

No que diz respeito a cidade de Recife a Empresa de Limpeza e Manutenção Urbana do Recife - Emlurb está vinculada à Secretaria de Serviços Públicos da Prefeitura do Recife, tem como suas principais atribuições a prestação de serviços públicos de manutenção e conservação do sistema viário e das áreas verdes, a implantação e manutenção da rede de drenagem, pavimentação, iluminação pública, necrópoles e limpeza urbana. (PCR, 2010b).

No que diz respeito a cidade de Recife, as reclamações a respeito da limpeza de vias públicas devem ser entregues formalmente na sua sede, localizada na Avenida Governador Carlos de Lima Cavalcante, Nº 09, Derby, ou remetidas ao e-mail emlurb@recife.pe.gov.br.

d) No caso de omissão do poder público com relação à limpeza continua do entorno do canteiro, realizar com pessoal próprio essa limpeza contínua.

O setor de produção nesse caso poderá deslocar uma equipe para fazer esta limpeza semanalmente.

4.2.3 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos devido à circulação de veículos

Os incômodos provenientes da circulação de veículos consistem em desconfortos para a comunidade gerados pelo processo de carga ou descarga de insumos ou equipamentos .
A seguir são elencadas as principais ações voltadas à redução dos incômodos provenientes da circulação de veículos.

a) Orientar fornecedores e prestadores de serviço, assim com a equipe própria sobre a regulamentação local de trânsito para os veículos que se destinam à obra. No caso de Recife, segue-se o Código de Trânsito Brasileiro, Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997.

De acordo com Araújo (2009), é possível definir trajetos e rotas por vias que perturbem o menos possível a circulação local.

O setor de gestão da qualidade pode formatar cartilha educativa, contendo as principais leis de trânsito a serem seguidas de forma que não haja prejuízos ao tráfego local, orientando todos que realizem deslocamentos ao canteiro, sejam funcionários ou fornecedores.

b) Destinar vagas de estacionamento próximo ou no próprio canteiro.

Incentivar o uso ou até disponibilizar transporte coletivo. Nos casos que não se possam fazer uso do coletivo, havendo espaço no canteiro, disponibilizar área para estacionamento. No caso da inexistência de espaço no próprio canteiro, vislumbrar locação de algum terreno ou alguma parceria com comércios do entorno, tais como supermercados ou estacionamentos rotativos.

c) Gerenciar quanto à forma e aos horários a entrega de produtos e coleta de resíduos.

Segundo Araújo (2009), cabe um estudo de logística, abordando melhor acesso e horários de menor movimento para entrega e retirada de materiais, inclusive com definição de condições, datas e horários. Evitando-se cargas e descargas nos horários de pico.

O setor de suprimento junto ao de produção deverá traçar programação de entregas e retiradas de materiais e máquinas e equipamentos da obra.

d) Organizar e sinalizar a circulação de veículos nas vias públicas no entorno do canteiro.
O setor de produção aliado ao de gestão da qualidade poderá sinalizar os entornos do canteiro. Deve-se sinalizar principalmente as entradas e saídas, locais onde seja proibido parar ou estacionar e sinalizar o local adequado para estacionamento e para carga e descarga de materiais e equipamentos.

4.2.4 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos ao trânsito de pedestres

Os incômodos ao trânsito de pedestres consistem em ocupar calçadas com caçambas destinadas ao armazenamento de resíduos ou avançando o canteiro neste espaço.
A seguir são elencadas as principais ações voltadas à redução dos incômodos ao trânsito de pedestres.

a) Evitar ocupar calçadas como extensão do canteiro.

O setor de produção junto à coordenação de projetos pode definir o *lay out* do canteiro sem fazer uso das calçadas, utilizando para tanto apenas os espaços disponíveis em seu lote ou terreno.

b) Ocupar calçadas no limite estabelecido na regulamentação existente.
No que diz respeito a cidade de Recife, conforme exposto na Lei Municipal 16.292 de 29/01/97 – Edificações e instalações na cidade de Recife, os canteiros de obras poderão ocupar uma faixa correspondente a no máximo, 2/3 (dois terços) da largura do passeio, desde que fiquem afastados de, no mínimo, 1,00m (um metro) do meio-fio. (PCR, 2010b)., quando não for possível a não ocupação.

Exemplificando o que foi disposto no parágrafo anterior, considerando-se uma via que possua um passeio com 1,80m de largura, o canteiro pode avançar até 2/3, ou seja 1,20m, desde que

reste 1,00m para os pedestres. Nesse caso teórico restaria apenas 0,60m (1,80m – 1,20m), logo o canteiro só poderia avaçar 0,80m sobre o passeio público.

No caso de canteiros muito apertados, o setor de produção junto à coordenação de projetos pode definir o *lay out* do canteiro fazendo uso das calçadas dentro das limitações impostas pelo poder público.

c) Utilizar área do próprio canteiro de obras para disposição de container para resíduos.
O responsável pela elaboração do PGRCC junto à coordenação de projetos e ao setor de produção pode definir, quando da definição do *lay out* do canteiro, área para disposição de container para resíduos.

d) Destinar área interna no próprio canteiro para carga e descarga de insumos, máquinas e equipamentos.

O setor de produção junto à coordenação de projetos poderá destinar área do próprio canteiro para carga e descarga.

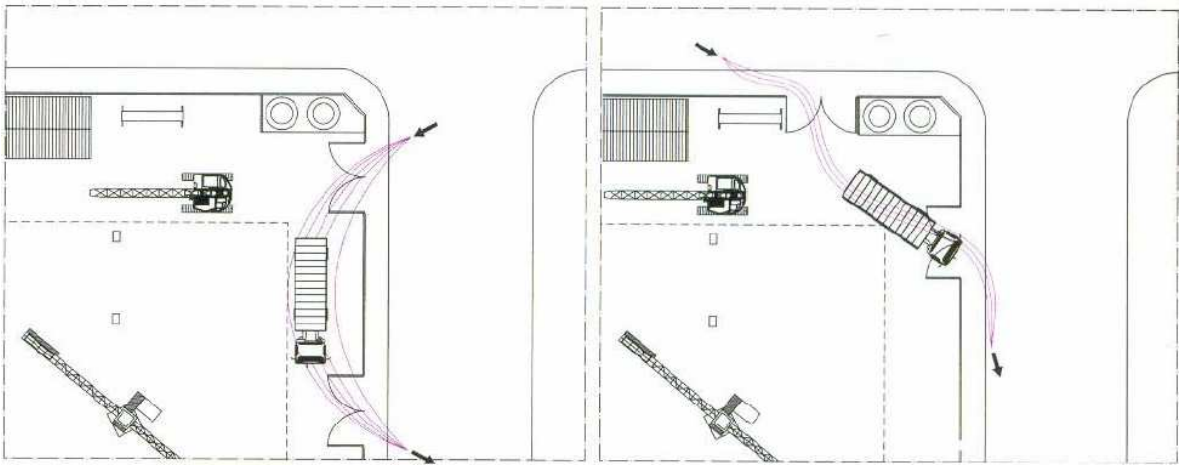


Figura 15 – Exemplo de canteiro com área interna para carga e descarga.
Fonte: Ciocchi (2010).

Na figura 13 observa-se que o veículo que chega ao canteiro não estaciona na rua para carga ou descarga de insumos ou equipamentos, o fato de existirem dois portões (entrada e saída) evita maiores manobras dentro do canteiro e facilita a entrada de outro veículo que posso estar aguardando para acessar o canteiro.

4.2.5 Diretrizes voltadas à redução dos incômodos devido ao material particulado, lama e sobras de concreto

Os incômodos devido ao material particulado, lama e sobras de concreto consistem em mal-estar, desconforto, inquietação, embaraço ou estorvo devido a falta de limpeza constante e medidas mitigadoras.

A seguir são elencadas as principais ações voltadas à redução dos incômodos devido ao material particulado, lama e sobras de concreto.

a) Implementar sistema de medição contínua dos materiais particulados no canteiro que possam causar impactos aos trabalhadores e a vizinhança.

Segundo Martins (2009), além das condições materiais e de conforto ergonômico experimentadas, a qualidade do ar é um dos aspectos vitais de relevância para o indivíduo, necessitando ser monitorado, evitando as doenças associadas.

Brevigliero et al. (2006), expõe as seguintes quatro etapas que a higiene ocupacional trata para avaliação dos ambientes de trabalho são o reconhecimento, a avaliação, as medidas de controle e a avaliação da eficiência das medidas adotadas.

Segundo Santos (2001) os materiais e equipamentos necessários para coleta de poeira são a bomba de amostragem, o porta filtro, o filtro e o separador de partícula.

O setor de segurança do trabalho pode incluir a aferição continua do material particulado no seu PCMAT.

b) Quando se fizer necessário, com base nas aferições realizadas, traçar diretrizes voltadas à medidas técnicas e organizacionais para evitar ou minimizar os materiais particulados.

O setor segurança do trabalho baseado nas aferições pode adotar medidas de controle e avaliar posteriormente sua eficiência.

Resende (2007) expõe alguns exemplos de ações que minimizam os materiais particulados: cercar setor onde haja forte emissão com telas de poliéster de malha fina ou fazer uso de

alguma outra barreira física; umedecer e cobrir caçambas estacionárias e manter as rotas dos veículos sempre úmidas.

c) Adotar sistemática contínua de recolhimento das sobras de concreto derramado.

O setor de produção pode designar ao longo das concretagens, trabalhador ou equipe para recolher o concreto derramado. Por sua vez este concreto já deverá ter sua utilização previamente determinada em alguma atividade da obra como execução de algum passeio por exemplo.

d) Adotar sistemática visando limpeza da lama gerada.

O setor de produção pode designar trabalhador ou equipe para recolhimento também da lama gerada diariamente.

4.3 Redução da poluição

Os incômodos provenientes da poluição consistem em degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que de forma direta ou indireta prejudiquem a saúde a segurança e o bem estar do seres vivos.

Segundo Tomaz (2006), a lei federal brasileira 6.938 de Agosto de 1981 define como sendo poluição a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que de forma direta ou indireta prejudiquem a saúde a segurança e o bem estar da população, que criem condições desfavoráveis às atividades sociais e econômicas, que afetem a fauna ou a flora, que afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e que possam emitir ou lançar matérias ou energia e desacordo com os padrões ambientais admitidos.

Também pode-se definir poluição como sendo uma indesejável mudança no ambiente, advindo da concentração exagerada de substâncias nocivas a saúde, calor ou ruído. (TOMAZ, 2006)

A seguir são elencadas as principais ações voltadas à redução dos incômodos provenientes da poluição, subdividindo a discussão em função do elemento prejudicado: água, solo e subsolo e ar.

4.3.1 Água, solo e subsolo

a) Priorizar utilização de produtos menos tóxicos (desmoldante a base de óleo vegetal, tintas a base de água).

O setor de suprimentos pode considerar também o aspecto ecológico na hora de adquirir os insumos. A coordenação de projetos junto ao projetista de arquitetura pode incluir nas especificações da edificação materiais menos impactantes ao meio ambiente.

b) Identificar tanques, tonéis e bombonas.

Setor de produção pode fazer a identificação destes elementos conforme previsto no PGRCC, objetivando facilitar a acomodação segregada dos resíduos.

c) Impermeabilizar as áreas de armazenamento.

A coordenação de projetos junto ao setor de produção pode destinar uma área para armazenamento de resíduos, providenciando sua impermeabilização pelos métodos tradicionais, como utilizando manta asfáltica por exemplo.

d) Realizar controle e coleta dos efluentes da obra.

A coordenação de projetos, junto ao projetista das instalações prediais pode prever um sistema de tratamento de efluentes provisório ou colocar a construção do sistema definitivo antes da instalação do canteiro. Podem ser especificados também banheiros químicos.

As figuras 16 e 17 a seguir exemplificam banheiros químicos que podem ser especificados.

Figuras 16 e 17 – Banheiros químicos.
Fonte; Google (2010)

e) Adotar área específica que permita decantação dos efluentes para lavagem de veículos.

Conforme Araújo (2009), para a lavagem dos veículos pode ser definida uma área impermeabilizada de forma tradicional, no entanto necessita-se da construção de calha e tanque de decantação para recuperação e tratamento da água. Esta lavagem pode ser feita com lavadoras de pressão comum.

A coordenação de projetos junto ao setor de produção pode destinar uma área para lavagem de veículos, providenciando sua impermeabilização pelos métodos tradicionais e prevendo junto ao setor se suprimentos aquisição de lavadora de pressão.

A figura 18 a seguir exemplifica uma lavadora de pressão que pode ser utilizada.

Figuras 18 – Lavadoras de pressão.
Fonte; Google (2010)

f) Adotar área específica para lavagem, manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos e máquinas.
Sistema similar ao de lavagem das rodas pode ser adotado para as ferramentas.

A coordenação de projetos junto ao setor de produção pode destinar uma área para lavagem, manutenção e limpeza das ferramentas, providenciando sua impermeabilização e sistema de tratamento das águas pelos métodos tradicionais.

A figura 19 a seguir exemplifica uma calha para recuperação de águas advindas da lavagem de rodas ou de ferramentas.

Figura 19 – Calha para recuperação de água de lavagem de rodas e de ferramentas.
Fonte: Araújo (2009)

4.3.2 Ar

a) Implantar sistemática contínua para a rega dos solos.

O setor de segurança do trabalho pode incluir este aspecto no PCMAT e acompanhar junto ao setor de produção sua contínua realização.

b) Realizar limpeza diária do canteiro e das vias de acesso.

O setor de produção pode definir trabalhador ou equipe para realização da limpeza diária do canteiro e arredores no caso de negligência do poder público

c) Proibir todo e qualquer tipo de queima.

O setor de segurança do trabalho deve de forma educativa expor a proibição de qualquer tipo de queima no canteiro de obras, inclusive explicitando os riscos do não cumprimento da proibição.

d) Implementar zona de lavagem de rodas na saída do canteiro.

A coordenação de projetos junto ao setor de produção pode prever a construção de um sistema para lavar as rodas dos veículos na saída do canteiro. Este sistema pode ser composto por um tanque raso por onde passam os veículos e um decantador para tratamento da água utilizada.

e) Respeitar as áreas verdes existentes durante toda a duração da obra.

A coordenação de projetos junto ao arquiteto projetista pode priorizar a manutenção da vegetação existente e, junto ao setor de produção, projetar sistemas de proteção ou isolamento de áreas.

f) Quando houver árvores na área onde haverá edificação promover relocação das mesmas e/ ou plantio de mudas.

Quando inevitável a retirada de árvores a coordenação de projetos junto ao setor de produção deve identificar empresas que façam a relocação dessas árvores e no caso da inexistência de pessoal especializado promover replantio de mudas.

Figura 20 – Árvore preservada no canteiro de obra
Fonte: Faria (2010)

g) Utilizar alternativa tecnológica para renovação do ar nas áreas fechadas.

Conforme Theodore e McGuinn (1992), podemos citar os seguintes equipamentos para controle da poluição do ar:

- precipitadores eletrostáticos – são dispositivos satisfatórios para remover pequenas partículas sólidas do fluxo de gases com alta eficiência;
- baghouses – Um dos mais antigos equipamentos, simplório mais eficiente método para remover contaminantes particulados sólidos do fluxo gasoso, através de filtração com tecidos;
- lavadores de gases – Tem encontrado ampla utilização na limpeza do fluxo de gases contaminados, haja vista que remove eficazmente os poluentes particulados e gasosos;
- adsorventes – Entende-se por adsorção a capacidade de uma superfície para coletar o vapor. O processo de purificação do ar envolve neste caso o princípio baseado nas propriedades físicas dos sólidos granulares conhecidos como materiais adsorventes. Eles atraem componentes selecionados do fluxo de gases e os retem em sua supefície.

O setor de segurança do trabalho pode avaliar as soluções para melhoria da qualidade do ar antes e durante toda a execução da obra.

4.4 Redução do consumo de recursos

A redução do consumo de recursos consistem em utilizar tecnologias mais eficientes e melhor monitorar o consumo de água e energia, assim como as perdas incorporadas do canteiro.

De acordo com Cardoso e Araújo (2004), destaca-se a necessidade de controlar o consumo de água, cada vez um recurso mais escasso, assim como a energia elétrica, utilizando-se para tanto um bom planejamento e as tecnologias disponíveis. Seguem algumas diretrizes para redução do consumo destes recursos.

A seguir são elencadas as principais ações voltadas à redução do consumo dos principais recursos.

4.4.1 Redução do consumo de água

a) Promover medições e acompanhamento do consumo.

O setor de suprimentos junto ao setor de produção pode acompanhar o consumo da água, podendo adotar medições setorizadas, o que colaboraria no combate aos desperdícios. O canteiro de obra poderá contar com vários medidores distribuídos pelo canteiro, desta forma facilita a identificação de desperdícios localizados.

b) Implementar sistemas economizadores.

Conforme John (2009), reduzir a vazão nos pontos de entrega, assim como utilizar tecnologias como a de torneiras, aparelhos sanitários e torneiras com sistemas ecomizadores e implantar sistema para utilização de águas pluviais pode contribuir para a redução do consumo de água no canteiro.

A figura 20 a seguir apresenta uma comparação do consumo de água entre equipamentos convencionais e equipamentos economizadores de água.

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/seg	41%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de jardim - 40 a 50 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/seg	50%

Figura 21 – Comparação do consumo de água entre equipamentos convencionais e equipamentos economizadores.
Fonte: Sabesp (2010)

O setor de produção junto à coordenação de projetos pode especificar equipamentos economizadores, assim como junto ao projetista das instalações prediais projetar um sistema de captação de águas pluviais e definir sistemática setorizada para melhor controle dos desperdícios. Ressalta-se também que o setor de segurança do trabalho pode realizar, junto aos colaboradores, campanhas educativas.

4.4.2 Redução do consumo de energia elétrica

a) Promover medições e acompanhamento do consumo.

O setor de suprimentos junto ao setor de produção pode acompanhar o consumo de energia, podendo adotar medições setorizadas, o que colaboraria no combate aos desperdícios. O

canteiro de obra poderá contar com vários medidores distribuídos pelo canteiro, desta forma facilita a identificação de desperdícios localizados.

b) Implementar sistemas economizadores.

De acordo com Araújo (2009), adotando-se uso de energia renovável, como a solar, por exemplo, utilizando equipamentos energeticamente mais eficientes e tomando cuidados com o desempenho térmico das instalações do canteiro, é possível reduzir o consumo de energia elétrica no canteiro.

Também conforme Araújo (2009), as campanhas educativas para conscientização dos trabalhadores também pode contribuir positivamente para redução do consumo de energia.

John (2009), destaca a possibilidade da integração entre a iluminação natural e a artificial, além dos sensores de presença para ajudar a reduzir o consumo energético.

O setor de produção junto à coordenação de projetos pode especificar equipamentos economizadores, assim como junto ao projetista das instalações prediais projetar um sistema de captação de energia solar e definir sistemática setorizada para melhor controle dos desperdícios. Ressalta-se também que o setor de segurança do trabalho pode realizar, junto aos colaboradores, campanhas educativas.

4.4.1 Redução das perdas incorporadas

a) Promover aferição das perdas incorporadas.

O setor de gestão da qualidade pode incluir no seu escopo de acompanhamento dos serviços a questão das perdas incorporadas, quantificando o desperdício e identificando as causas.

b) Adotar ações de controle de qualidade voltadas a minimizar as perdas incorporadas.

De acordo com Souza (2005), destacam-se como ações impactantes para redução das perdas incorporadas, além da aferição e identificação das causas, a racionalização da produção,

adotando projetos de execução dos serviços, gestão do consumo de materiais e o treinamento e motivação dos trabalhadores.

O setor de gestão da qualidade junto ao setor de produção e coordenação de projetos pode prever a elaboração de projetos executivos dos serviços, além de incluir no escopo de acompanhamento dos serviços a questão do consumo de materiais e perda incorporada. Estes setores podem também promover capacitação aos trabalhadores quando identificarem as necessidades e criar programas motivacionais, com premiações para os profissionais que menos desperdiçam insumos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou diretrizes voltadas a tornar os canteiros de obras mais sustentáveis, enfocando a minimização do impacto ambiental por eles causados. Foram apresentadas formas de alcançar as diretrizes, assim como em que momento e por quem deveriam ser discutidas.

A sustentabilidade objetiva garantir que as ações praticadas na atualidade não prejudiquem, economicamente, socialmente e nem ambientalmente a utilização dos recursos pelas gerações futuras. Estas questões que envolvem meio ambiente e sustentabilidade não são meros modismos e sua promoção exige mudanças nos modelos tradicionais de desenvolvimento. Na cadeia produtiva da construção civil várias ações foram e ainda tem sido implementadas pelas empresas visando alcançarem níveis mais altos de qualidade e produtividade, para tanto se fez necessárias mudanças de práticas tradicionais. Percebe-se o início de uma tendência de aspectos de sustentabilidade serem mais um diferencial a ser incorporado nos projetos.

Na concepção de uma edificação mais sustentável a certificação entra como um reconhecimento de um trabalho desenvolvido. Os critérios para alcançá-la, inicialmente podem ser utilizados como referências auxiliares, mas não determinantes na escolha de materiais e sistemas construtivos, deve ser conseqüência de um trabalho e não o objetivo dele.

Pode-se relacionar a construção sustentável à redução do impacto ambiental da edificação, à busca da racionalização da gestão das fontes naturais, à análise total do ciclo de vida dos materiais, bem como a energia consumida na fabricação, conforto ambiental, energias renováveis, dentre outros aspectos. Para se obter uma construção mais sustentável é necessária atenção especial à fase de concepção e elaboração dos projetos, uma vez que estas darão as diretrizes da execução, operação e manutenção da edificação.

Existe no mercado internacional uma gama de ferramentas de aferição de sustentabilidade das edificações, tais como o LEED; BREEAM; CASBEE; HQE e o SB Method, porém como a maioria foi desenvolvida pelos países desenvolvidos observa-se maior ênfase nos aspectos ambientais. No Brasil vem se adaptando o LEED americano para o LEED® Brasil, porém

ainda não foi implementado. Inspirado no sistema Francês HQE, foi lançado o selo de certificação de construções sustentáveis adaptado à realidade brasileira, o AQUA, que quer dizer Alta Qualidade Ambiental, referencial que utilizou-se no presente trabalho.

O AQUA levou em conta as questões regionais brasileiras na elaboração dos seus 14 critérios subdivididos em quatro grupos que avaliam a gestão ambiental das obras e as especificidades técnicas e arquitetônicas. Enfatizou-se na presente pesquisa a Família Eco-construção, Categoria Nº 3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental. Apesar das adaptações sofridas no HQE francês para o AQUA brasileiro, foi mantida a ênfase na dimensão ambiental da sustentabilidade. Os princípios avaliados pelo AQUA contribuem para um canteiro de obras , assim como para uma edificação mais sustentável, no entanto ela por si só não garante sustentabilidade, principalmente pela ausência de um maior destaque aos aspectos sociais e econômicos. O referencial técnico AQUA, permite avaliação das fases de programa, concepção e realização dos projetos. Desta forma não abrange todas as fases do ciclo de vida de uma edificação.

Apesar de atividade propulsora do desenvolvimento social e econômico, e de promover o desenvolvimento local e emprego para a população, a cadeia produtiva da construção civil se destaca como sendo grande geradora de impactos ambientais, tanto pelo consumo de recursos naturais, como pela geração de resíduos. No nosso estado, necessita-se de mais avanços que no contexto nacional, na prática ainda tem muito a se avençar visando obras mais sustentáveis e suscetíveis a certificação. Percebe-se numa análise do cenário da construção civil em Pernambuco, a incipiência e fragilidade desta cadeia produtiva quanto às políticas voltadas para sustentabilidade.

Considera-se canteiro de Obra, uma área de trabalho fixa e temporária, são desenvolvidas operações de apoio e execução de uma obra. Sabe-se que a etapa de construção de um edifício é responsável por grande parte dos impactos causados pela construção civil no ambiente. A categoria canteiro de obras com baixo impacto ambiental do referencial utilizado trata de alguns subtemas sejam eles: otimização da gestão dos resíduos, redução dos incômodos, redução da poluição e redução do consumo de recursos, todos contribuem para um canteiro de obras mais sustentável.

De uma forma geral, pôde-se verificar através da pesquisa de estudos de caso que as empresas pernambucanas entrevistadas, adotam algumas ações voltadas a canteiros de obras com menor impacto ambiental, porém estas ações não estão sistematizadas e não estão sendo implementadas visando qualquer certificação em sustentabilidade.

Com relação às empresas entrevistadas e sediadas em São Paulo, pôde-se verificar através da pesquisa de estudos de caso que adotam, dentro do plano de certificação em sustentabilidade, muitas ações voltadas a canteiros de obras com menor impacto ambiental, ações de uma forma geral sistematizadas.

Uma vez que as empresas entrevistadas e sediadas em São Paulo adotam práticas sistematizadas e voltadas à obtenção de certificação, foi possível identificar na entrevista aplicada um quantitativo maior de ações voltadas a um canteiro com menor impacto ambiental quando comparamos com as empresas entrevistadas sediadas em Pernambuco. As empresas sediadas em Recife responderam positivamente a apenas 59 das 114 questões sobre adoção de ações de sustentabilidade no canteiro de obras, representando 52% de respostas positivas; enquanto as empresas de São Paulo responderam positivamente a 94 das mesmas 114 questões, representando 83% de respostas positivas.

Apesar do debate sobre o tema sustentabilidade vir ganhando forças em Pernambuco, percebesse que as ações ainda são incipientes, muito há o que desenvolver e implementar para se alcançar a efetiva sustentabilidade, mais especificamente no que diz respeito ao menor impacto ambiental do canteiro de obras.

Apesar da existência de muitas bibliografias que tratam da sustentabilidade e construções mais sustentáveis, a literatura que trata de canteiros de obra mais sustentáveis é ainda de desenvolvimento restrita.

O referencial técnico utilizado neste trabalho, apesar das adaptações realizadas do modelo de certificação francês para o brasileiro, manteve sua ênfase na dimensão ambiental da sustentabilidade, ficando ausente a abordagem das dimensões social e econômica, que também alicerçam a sustentabilidade.

Cabe refletir que apesar de contribuir para um canteiro de obras mais sustentável, o referencial por si pode não garantir um edifício sustentável. Com as diretrizes apresentadas, pode ser iniciado um processo para maior sustentabilidade dos canteiros, no escopo utilizado, sendo a presente pesquisa contributiva para o avanço do estudo do tema na região e no país de uma forma geral.

A metodologia utilizada se baseou no referencial técnico AQUA, onde na Família Eco-construção, Categoria Nº 3 trata-se do canteiro de obras com baixo impacto ambiental, que neste trabalho tratou-se como canteiro de obras com menor impacto ambiental, através do qual foi possível atender aos objetivos geral e específicos do trabalho, na medida que se conseguiu propor as diretrizes e explicar como alcançá-las.

A contribuição deste trabalho foi fornecer um conjunto de diretrizes voltadas a um canteiro de obras com menor impacto ambiental, transcrevendo de forma prática as ações para alcançá-los, sendo este um passo importante na busca de construções mais sustentáveis e corroborando para certificação em sustentabilidade almejada em empreendimentos.

Pôde perceber, pela pesquisa de estudos de caso que as empresas participantes de Pernambuco ainda não estão investindo nas políticas sustentáveis como instrumento de promoção da sua marca e de seus empreendimentos, diferentemente das empresas sediadas em São Paulo participantes da pesquisas, as quais estão investindo na certificação de sustentabilidade como diferencial competitivo.

Recomendam-se para trabalhos futuros a exploração das outras 13 categorias do AQUA dispostas nas sua quatro famílias no mesmo formato desta pesquisa. Também podem ser realizados trabalhos voltados a canteiros de obras com menor impacto ambiental com base em outros referenciais técnicos. Sugere-se também uma pesquisa onde se explore especificamente os aspectos sociais e econômicos que também alicerçam a sustentabilidade. Por fim também se sugere um estudo de viabilidade para implantação das diretrizes estabelecidas neste trabalho nos canteiros de obras das construtoras locais.

Para alcançar canteiros de obras mais sustentáveis, assim como uma construção civil mais sustentável de uma forma geral faz-se necessária uma intensa interação entre setor produtivo e meio acadêmico. Os trabalhos desenvolvidos nessa temática, pelas instituições educacionais,

têm o intuito de esclarecer a sociedade e setor produtivo sobre aspectos de sustentabilidade. Também contribuirão para as empresas que pretendam intensificar as políticas de sustentabilidade tenham algum escopo a ser seguido.

Percebe-se que a maioria das diretrizes propostas nesse texto podem ser alcançadas de forma gerencial. Envolvendo, nas fases de concepção e elaboração dos projetos, a coordenação de projetos, o setor de produção, o de segurança do trabalho e o de produção. A implementação e o atendimento destas diretrizes precisam ser uma decisão do empreendedor, vislumbrando obter benefícios de associar sua marca à sustentabilidade.

Por fim às empresas que compõem o setor produtivo da construção civil cabe a reflexão sobre a utilização da sustentabilidade como diferencial competitivo, e com maior destaque para importância da sua contribuição para um mundo mais justo, viável e sustentável ambientalmente, ou simplesmente para um mundo melhor.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V. et al. **Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra**. In: INOVAÇÃO, GESTÃO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE E DISEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO NA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL – COLETÂNEA HABITARE V.2, Editores Carlos Torres Formoso e Akemi Ino, Porto Alegre, 2003. 26 p.

ANDRADE, S.M.M. **Metodologia para avaliação de impacto ambiental sonoro da construção civil no meio urbano**. Rio de Janeiro, 2004. 198p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ANDRADE S.M.M.; SLAMA J.G.; AZEVEDO J.P.S. **Metodologia para avaliação de impacto ambiental sonoro da construção civil no meio urbano**, disponível em:http://www.sea-acustica.es/Guimaraes04/ID2.pdf. Acessado em Maio de 2009.

ARAÚJO, M.A. **A moderna construção sustentável**, disponível em:http://www.universia.com.br/html/materia/materia_gcbj.html. Acessado em Abril de 2008.

ARAÚJO, V.M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**, São Paulo, 2009. 228p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ASSOCIASSÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10151:2000. Acústica – avaliação do ruído ambiente em recintos de edificações visando o conforto dos usuários – procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

ASSOCIASSÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12282:1991. Áreas de vivência em canteiros de obras**. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14040:2001, Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro, 2001. 10p.

ASSOHQE – Association pour la Haúte Qualité Environnementale. **Définition explicite de la qualité environnementale. Référentiels dês caractéristiques HQE**. Disponível em http://www.assohqe.org/ . Acessado em Novembro de 2009.

AZEREDO, H.A. **O Edifício até sua cobertura**, 2ª Edição, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1997.

AZEVEDO, N.J.D.; SILVA, J.J.R.; SILVA, P.M.M. **Avaliação de sustentabilidade social e econômica de habitações urbanas de interesse social em Pernambuco.** In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, Fortaleza 2008. Anais – CD ROOM.

BORBA, A.E.O. **Proposta de indicadores de sustentabilidade para o setor da construção civil**, Recife, 2009. 136p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Lei nº 6.514 (1977).** Brasília, DF, 22 de dez. de 1977. Disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_18.asp. Acesso em Agosto de 2009.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). **Artigo 225, Capitulo V – Do Meio Ambiente.** Brasília, DF, 05 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.lei.adv.br/225-88.htm. Acesso em Março de 2010.

BREVIGLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional: Agentes Biológicos, Químicos e Físicos**. 1ª Edição, Editora SENAC, São Paulo, 2006.

CARVALHO FILHO, A.C. **Análisis del Ciclo de Vida de Productos Derivados del Cemento Aportaciones al Análisis de los Inventários de Ciclo de Vida del Cemento**, Barcelona, 2001. 297p. Tese (Doutorado) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña.

CARDOSO, F.F.; ARAUJO, V.M. **Redução de impactos ambientais do canteiro de obras**. In: Projeto para construção habitacional mais sustentável, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004, 82 p.

CARVALHO, K. **Como sustentar esse orçamento?** Construção e Mercado, 75, 24-31 p, 2007.

CASSA, J.C.; CARNEIRO, A.P.; BRUM, I.A.S. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001, 312p.

CBMF – Conselho Brasileiro de Manejo Florestal – FSC Brasil. **Cartilha Institucional**. Disponível em: http://www.fsc.org.br/arquivos/05abr2006__cartilha_fsc_nr6.pdf. Acessado em Agosto de 2010.

CIOCCHI, L. **Layout correto torna obra mais produtiva e segura**. Disponível em: http://revistatechne.com.br/engenharia-civil/82/imprime32650.asp. Acessado em Agosto de 2010.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 307.2002**. Brasília, 2002.

CONPET – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. **Sustentabilidade é processo irreversível**. Disponível em:http://www.conpet.gov.br/noticias/noticia.php?segmento=consumidor&id_noticia=1158 . Acessado em Outubro de 2008.

CSILLAG, D. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos**, São Paulo, 2007. 118p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

DAVID, G. **Global survey shows "green" Construction cost dramatically lower than believed**. Disponível em: http://www.wbcsd.org/plugins/DocSearch/details.asp? type= Doc Det&ObjectId=MjU5MTM&from=CBCS. Acessado em Abril de 2008.

EDP – Energias de Portugal. **Índice de sustentabilidade mais exigente do mundo.** Disponível em: http://www.edp.pt/EDPI/Internet/PT/Group/Sustainability/Governance/ DowJones/default.htm. Acessado em Dezembro de 2008.

ELKINGTON, John. Cannibals With Forks: **The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. New Society Publishers. Gabriola Island BC: Canada, 1998. 407 p.

FABRICIO, M.M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**, São Paulo, 2002. 329p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FARIA, R. **Canteiro racional**. Disponível em: http://www.revistatechne.com.br/ engenharia-civil/151/imprime154407.asp. Acessado em Agosto de 2010.

FCAV – Fundação Carlos Alberto Vanzolini – **Referencial técnico de certificação, edifícios do setor de serviços – Processo AQUA**, versão 0, São Paulo, 2007. 241p.

FERREIRA, J.V.R. **Análise de Ciclo de Vida dos Produtos**, Viseu, 2004. 80p. – Instituto Politécnico de Viseu.

FIGUEROLA, V. **Projeto sustentável**. Disponível em: http://www.revistatechne.com.br /engenharia-civil/133/ artigo77955-1.asp?o=r. Acessado em Abril de 2008.

FOSSATI, M.; LAMBERTS, R. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis.** In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, Fortaleza 2008. Anais – CD ROOM.

FRANCO, L. S. **Coordenação Modular**. Disponível em: http://pcc2515.pcc.usp.br/aulas/I mpress%C3%A3o%20-%20AULA%209%20-%20PCC%202515%20%20Modulacao.pdf. Acessado em Junho de 2010.

GBC Brasil – Greem Building Concil Brasil. **Quais serão as principais adaptações implementadas no LEED® Brasil?** Disponível em: http://gbcbrasil.org.br/pt/ index.php?pag=faq.php. Acessado em Outubro de 2008.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 4ª Edição, Editora Atlas, São Paulo, 2008. 175p.

GILMAN, R**.; Definições de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: http://www.sustainable.doe.gov/overview/definitions.shtml. Acessado em Novembro de 2009.

GONÇALVES, L. C.: **Planejamento de energia e metodlogia de avaliação ambiental estratégica,** 1ª Edição, Juruá Editora, Curitiba, 2009. 189p.

GUERRA, J.S. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações**, Recife, 2009. 107p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco.

GUSMÃO, A.D. **Manual de gestão dos resíduos da construção civil**, 1ª Edição, CCS Gráfica Editora, Camaragibe, 2008. 140 p.

HELENE, Paulo R.L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto, 2ª Edição, Editora PINI, São Paulo, 1992. 215 p.

iiSBE – International Initiative for a Sustainable Built Environment. **SB method and GB/ SB Challenge**. Disponível em: http://www.iisbe.org/sbmethod. Acessado em Fevereiro de 2010.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Programa nacional de educação e controle da poluição sonora**. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/silencio/home.htm. Acessado em Agosto de 2010.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Normas Brasileiras - Cerflor**. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp. Acessado em Agosto de 2010.

ITCnet – Informações Técnicas da Construção. **V Ranking ITCnet – as 100 maiores da construção 2008**. Disponível em: HTTP://www.itc.etc.br. Acessado em Fevereiro de 2010.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 113p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

JOHN, V.M. (coord.). **Manual de habitação mais sustentável**. Projeto Finep 2386/04: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo, 2009.

KALBUSCH, A. **Critérios de avaliação de sustentabilidade ambiental dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios de escritórios**, São Paulo, 2006. 162p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LORDSLEEM JR. A, C. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação**, São Paulo, 1997. 174p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MAIA, P.A. **O ruído nas obras da construção civil e o risco da surdez ocupacional.** Campinas, 1999. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

MARTINS, A.R.B. **Caracterização e avaliação de poeira presentes em canteiros de obras de edificações verticais**, Recife, 2009. 200p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco.

MELHADO, S.B. et al. **Coordenação de projetos de edificações**, 1ª Edição, O Nome da Rosa, São Paulo, 2005. 115p.

MENEZES, J.R.R. et al. **Contribuição para a identificação de aspectos ambientais e impactos significativos na gestão da construção de edificações urbanas**. In: XII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMPEP, Bauru 2006. Anais – CD ROOM.

MOREIRA, I. V. D.: **Vocabulário básico de meio ambiente**, 3ª Edição, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, Rio de Janeiro, 1991. 138p.

OLIVEIRA, L.H.; GONÇALVES, O.M. **Gestão da água em edifícios do setor de serviços segundo o referencial francês - HQE.** In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, Fortaleza 2008. Anais – CD ROOM.

PALERMO, M. A.: **Gerenciamento ambiental integrado**, 1ª Edição, Editora Annablume, São Paulo, 2006. 138p.

PCR – Prefeitura da Cidade do Recife (a). **Lei 16.292, de 29/01/97 – Edificações e instalações na cidade de Recife**. Disponível em: http://www.recife.pe.gov.br/pr/leis. Acessado em Agosto de 2010.

PCR – Prefeitura da Cidade do Recife (b). **Serviços públicos**. Disponível em: http://www.recife.pe.gov.br/2007/07/13/emlurb_145055.php. Acessado em Agosto de 2010.

PESQUISA EMPRESAS & EMPRESÁRIOS. **Conhecer para competir: passado e futuro empresarial em Pernambuco**. Workshop 8 – Documento Preliminar. Edição 10/INTG e TGI, 2008.

PHILIPPI JR, A. et al. **Saneamento, saúde e ambiente, fundamentos para um desenvolvimento sustentável,** 1ª Edição, Editora Manole, Barueri, 2005. 842p.

PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. COLLET.: **Curso de gestão ambiental**, 1ª Edição, Editora Manole Ltda., Barueri, 2004. 1045p.

PINTO, Tarcísio de Paulo (Coord.). **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: a experiência do Sinduscon/SP**. São Paulo: Obra Limpa, I&T, Sinducon/SP, 2005.

PMSC – Prefeitura Municipal de São Carlos. **Controle de transporte de resíduos**. Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/1197386965--Controle_de_Transporte_de_Residuos.pdf. Acessado em Agosto de 2010.

PRADO, T. **Aqua: primeiro referencial técnico brasileiro para construções sustentáveis.** Disponível em: http://planetasustentavel.abril.uol.com.br/noticia/ desenvolvimento /conteudo_275506.shtml. Acessado em Outubro de 2008.

PRIORI JR, L.; MENEZES, J.R.R. **Construção sustentável: potencialidades e desafios para o desenvolvimento sustentável na construção civil**, 1ª Edição, Gráfica Brascolor, Recife, 2008. 42 p.

RESENDE, F. **Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios**, São Paulo, 2007. 210p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, C.M.; GIANNETI, B.F.; ALMEIDA, C.M.B. **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma Ferramenta Importante da Ecologia Industrial**. Disponível em www.hottopos.com/regeq12/art4.htm. Acessado em Julho de 2008.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Equipamentos economizadores de água**. Disponível em: http://www.sabesp.com.br. Acessado em Agosto de 2010.

SABOGAL, C. et al. **Manejo florestal empresarial na Amazônia Brasileira.** Disponível em: http://www.imazon.org.br/upload/ManejoFlorestalEmpresarialRelatorio.pdf. Acessado em Agosto 2010.

SALAGNAC, J. L; **Techniques et chantier**, 1ª Édition, Plan Urbanisme Construction Architeture, Paris, 1999. 40p.

SALVATO, J. A.; NEMEROW, N. L.; AGARDY, F.J.; **Environmental Engineering**, 5th Edition, Editora Wiley, new Jersey, 2003. 1544p.

SANTOS, A.M.A. **O tamanho das partículas de poeira suspensas no ar dos ambientes de trabalho**. Fundacentro, São Paulo, 2001.

SANTOS, F.P. **Meio Ambiente e Poluição**, disponível em: http://www.mundojurídico. adv.br. Acessado em Setembro de 2009.

SARAIVA, F. **Procedimentos para manutenção de máquinas e equipamentos industriais**. Disponível em: http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/2136-manutencao-de-equipamentos-em-conformidade-com-a-iso-9001/. Acessado em Agosto de 2010.

SICILIANO, A.L. et al. **Recomendações básicas de sustentabilidade para projetos de arquitetura.** Disponível em: http://www.cbcs.org.br/comitestematicos/projeto/artigos/recomendacoes_basicas-asbea.php. Acessado em Outubro 2008.

SILVA, F.M.G. **Análise da sustentabilidade no processo de produção de moradias usando adobe e blocos cerâmicos. caso: assentamento rural Pirituba II – Itapeva-SP**, São Carlos, 2007. 182p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios no Brasil: saltando de avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Boletim Ténico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2004.

SILVA, J.L. **A arquitetura pela sustentabilidade social**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA APLICADA PARA ARQUITETURA E ENGENHARIA SUSTENTÁVEL – CITAES, Recife 2008. Anais – CD ROOM.

SILVA, P.M.; SILVA, J.J.R.; BITTENCOURT, L.; AZEVEDO, N. **O protótipo GTC: uma proposta para habitação de interesse social mais sustentável.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA APLICADA PARA ARQUITETURA E ENGENHARIA SUSTENTÁVEL – CITAES, Recife 2008. Anais – CD ROOM.

SILVA, V. G. **Sistemas de avaliação ambiental de edifícios: estado atual da arte e discussão metodológica.** Capítulo 3, Projeto Finep: Tecnologia para a construção habitacional mais sustentável. 2005.

SOARES S.R.; SOUZA D.M.; FERREIRA S.W. **Construção e Meio Ambiente**, Volume 7, Capítulo 4, 1ª Edição, Programa de Tecnologia e Habitação, Coleção Habitare, PortoAlegre, 2006. 32p.

SOUZA, R. **Sustentabilidade nas empresas do setor da construção**. Disponível em:http://www.cbcs.org.br/userfiles/bancoDeConhecimento/RobertoDeSOUZA_SustentabilidadeNoSetorDaConstrucao.pdf?acao3_cod0=85da6c3f03f1327eed81cdada33039db. Acessado em Abril de 2008.

SOUZA, U.E.L; FRANCO, L.S. **Definição do layout do canteiro de obras**. BT/PCC/177 São Paulo – 1997.

SOUZA, U.E.L; **Projeto e implantação do canteiro**, 1ª Edição, Editora O Nome da Rosa: São Paulo, 2000. 95p.

SOUZA. U.E.L. **Como reduzir perdas nos canteiros - manual de gestão do consumo de materiais da construção civil.** São Paulo, Editora PINI, 2005. 128p.

STUMM, S.B. **A influência do arranjo físico nos níveis de ruído em canteiros de obras – um estudo de caso na cidade de Curitiba, Paraná**, Curitiba, 2006. 134p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

TÉCHNE. **Avaliação Ambiental**. Disponível em: http://www.revistatechne.com.br/ engenharia- civil/133 /imprime77962.asp. Acessado em Novembro de 2009.

THEODORE, L.; MCGUINN, Y. C.: **Pollution prevention**, 1st Edition, Editore Van Nostrand Reinhold, New York, 1992. 366p.

TOMAZ, P; **Poluição Difusa**, 1ª Edição, Navegar Editora: São Paulo, 2006. 419p.

VAZQUEZ, E.G.; ROSSI, A.M.G.; BOZZETTI, M.P. **Aspectos da construção** sustentável na arquitetura organicista de Frank Lloyd Wright. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, Fortaleza 2008. Anais – CD ROOM.

WECD (WORLD COMMISSION ON ENVIROMENT AND DEVELOPMENT). **Our common future**. Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.

YAZIGI, W. **A Técnica de edificar**, 6ª Edição, Editora Pini: São Paulo, 2004.

ANEXO - Questionário aplicado na pesquisa:

ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL BASEADAS NO REFERENCIAL AQUA.

A – CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

1. Empresa construtora:
2. Nome da obra:
3. Endereço da obra:
Cidade: Estado:
Fone: Fax: E-mail:
4.Entrevistado:
Cargo:
5. tempo de atuação:
6. Ramo de atuação:

( ) Empresa incorporadora
( ) Empresa construtora
( ) Empresa incorporadora/ construtora
( ) Empresa gerenciadora de obras
( ) Outra
( ) Residencial (alto-média renda)
( ) Residencial (baixo renda)
( ) Comercial
( ) Institucional
( ) Outros

7. Empresa certicada:

( ) Sim Qual certificação
( ) Não

8.Quantidade de funcionários
Administrativos:
Engenheiros:
Operários:
9. Quantas obras em andamento:
Resdenciais:
Não residenciais:
10. Quantas torres em andamento:
11. Quantos apartamentos/ salas:
12. Área privativa:
13. Área de construção:

B - OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DO CANTEIRO DE OBRAS

1. Quais destas ações são adotadas no canteiro para minimizar a produção de resíduos?

a) Adota coordenação modular.

b) Adota modulação rigorosa de componentes de alvenaria, revestimentos de pisos e divisórias.

c) Realiza escolha de produtos que impactem menos o meio ambiente.

d) Realiza escolha de processos e sistemas que gerem menos resíduos.

e) Realiza escolha de produtos cujas embalagens gerem menos resíduos.

f) Evita processos de quebras por conta de embutimentos.

g) Elabora projetos de execução.

h) Promove o envolvimento dos agentes que contribuem para a eficácia da redução da geração de resíduos.

i) Adota algum tratamento especial nas estruturas visando aumentar a durabilidade e ampliar a vida útil das mesmas.

2. Quais destas ações para beneficiamento dos resíduos são adotadas?
a) Quantifica os resíduos de uma forma geral.

b) Quantifica os resíduos por categoria.

c) Identifica cadeias locais para revalorização e eliminação dos resíduos.

d) Analisa a natureza e custo da eliminação.

e) Promove moagem e reuso local dos resíduos de classe A (inertes).

f) Promove reciclagem de resíduos de classe B (metais, vidro, papel, plástico, madeira).

g) O canteiro possui PGRCC.

h) Existe um sistema de auditorias periódicas com check-lists para acompanhamento do PGRCC.

3. Quais as ações adotadas para se assegurar a correta destinação dos resíduos?

C - REDUÇÃO DOS INCÔMODOS, POLUIÇÃO E CONSUMO DE RECURSOS CAUSADOS PELO CANTEIRO DE OBRAS

C1 - INCÔMODOS

1. Quais destas ações são adotadas para limitar os incômodos sonoros?
a) Elabora estudo acústico para identificar e caracterizar as origens de ruídos que possam causar impactos aos trabalhadores e a vizinhança, com diretrizes sobre medidas técnicas e organizacionais para mitiga-las.

b) Possui máquinas e equipamentos em conformidade com a regulamentação, com orientações do fabricante e em boas condições.

c) Realiza posicionamento dos equipamentos e máquinas em função dos pontos sensíveis do entorno.

d) Privilegia soluções tecnológicas que limitem incômodos sonoros.

e) Gerencia a circulação de veículos.

f) Planeja quanto a horários, duração e simultaneidade, as atividades de modo a minimizarem o impacto a vizinhança.

g) Implementa sistema de medição contínua dos ruídos no canteiro.

2. Quais destas ações são adotadas para limitar os incômodos visuais?
a) Adota sistemática para avaliar as condições dos tapumes.

b) Adota cercas em torno da área de armazenamento de resíduos.

c) Realiza limpeza contínua do entorno do canteiro.

3. Quais destas ações são adotadas para limitar os incômodos devido à circulação de veículos?
a) Exige respeito a regulamentação local de trânsito para os veículos que destinam-se a obra.

b) Destina vagas de estacionamento próximo ou no próprio canteiro.

c) Gerencia entrega de produtos e coleta de resíduos.

d) Organiza a circulação nas vias públicas.

4. Quais dessas ações são adotadas para evitar incômodos ao trânsito de pedestres?
a) Não se ocupa calçadas como extensão do canteiro.

b) Só ocupa calçadas no limite estabelecido na regulamentação existente.

c) Utiliza área do próprio canteiro de obras para disposição de container para resíduos.

d) Possui área interna no próprio canteiro destinada à carga e descarga de insumos, máquinas e equipamentos.

5. Quais as ações adotadas para limitar os incômodos devido aos materiais particulados, lama e derramamento de concreto?
a) Implementa sistema de medição contínua dos materiais particulados no canteiro.

b) Possui sistemática contínua de recolhimento das sobras de concreto derramado.

c) Possui sistemática visando limpeza da lama gerada.

C2 – POLUIÇÃO

6. Quais destas ações são adotadas para limitar a poluição da água, do solo e subsolo?

a) Utiliza produtos menos tóxicos (desmoldante a base de óleo vegetal).

b) Identifica tanques, tonéis e bombonas.

c) Impermeabiliza as áreas de armazenamento.

d) Realiza controle e coleta dos efluentes na obra.

e) Possui área de lavagem de veículos que permitam decantação dos efluentes.

f) Possui área para lavagem, manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos e máquinas.

7. Quais destas ações são adotadas para limitar a poluição do ar?

a) Realiza rega dos solos.

b) Realiza limpeza diária do canteiro e das vias de acesso.

c) Proíbe todo tipo de queima.

d) Implementa zona de lavagem de rodas na saída do canteiro.

e) Respeita as áreas verdes existentes durante toda duração da obra.

f) utiliza alguma alternativa tecnológica para renovação do ar nas áreas fechadas.

C3 - CONSUMO DE RECURSOS

8. Quais destas ações são adotadas para limitar o consumo de água?

a) Promove medições e acompanhamento do consumo.

b) Implementa sistemas economizadores.

9. Quais destas ações são adotadas para limitar o consumo de energia?

a) Promove medições e acompanhamento do consumo.

b) Implementa sistemas economizadores.

10. Quais dessas ações são adotadas com relação às perdas incorporadas?

a) Promove aferição das perdas incorporadas?

b) Adota ações de controle de qualidade voltadas a minimizar as perdas incorporadas?