VIVIANE MIRANDA ARAÚJO

**PRÁTICAS RECOMENDADAS PARA A GESTÃO MAIS
SUSTENTÁVEL DE CANTEIROS DE OBRAS**

São Paulo

2009

VIVIANE MIRANDA ARAÚJO

**PRÁTICAS RECOMENDADAS PARA A GESTÃO MAIS
SUSTENTÁVEL DE CANTEIROS DE OBRAS**

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia**

São Paulo

2009

VIVIANE MIRANDA ARAÚJO

**PRÁTICAS RECOMENDADAS PARA A GESTÃO MAIS
SUSTENTÁVEL DE CANTEIROS DE OBRAS**

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia**

**Área de concentração:
Engenharia de Construção Civil e
Urbana**

**Orientador: Prof. Livre-Docente
Francisco Ferreira Cardoso**

São Paulo

2009

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 15 de setembro de 2009.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Araújo, Viviane Miranda

Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras / V.M. Araújo. -- ed.rev. -- São Paulo, 2009. 228 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Sustentabilidade 2. Canteiro de obras 3. Gestão ambiental 4. Edifícios (Projeto; Construção) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t.

*Dedico este trabalho à minha
família, ao meu marido e aos
meus futuros filhos.*

Agradecimentos

Aos meus pais, por estarem sempre presentes, pelo carinho e confiança, por investirem na minha formação e se empenharem na minha educação, e por nunca medirem esforços para eu me tornar uma pessoa feliz e realizada.

Ao meu irmão, cuja simples presença torna mais vivo o meu dia.

Aos meus avós, pelo exemplo de dignidade, moral, trabalho e sabedoria. Por eles compreenderem minha ausência enquanto eu escrevia o “livro”.

Aos meus tios, pelo carinho e pelos exemplos de perseverança.

Ao meu marido, que há nove anos está sempre ao meu lado, me apoiando e me incentivando em desafios e conquistas pessoais e profissionais. Por todos os momentos em que, juntos, nos divertimos, nos auxiliamos e planejamos nosso futuro. Sem sua presença muitas coisas não seriam possíveis.

À minha “nova família”, pelo carinho com que me recebem todos os dias.

Ao meu orientador, professor Francisco, que na graduação me mostrou novos caminhos na engenharia. Pela ajuda em diversos momentos durante o mestrado, pelo apoio na elaboração da pesquisa e compreensão nos momentos de dificuldades pessoais.

Às mestras Fábiana C. S. Marcondes, Priscila F. Pinheiro e doutoranda Clarice M. Degani, pelo auxílio na elaboração da matriz $A \times I$, assim como em outras questões da pesquisa. Às amigas Fá, Pri e Clá, pelos ótimos conselhos, disponibilidade, conversas e carinho.

Aos professores Roberto Lamberts e Ubiraci E. L. de Souza, pela participação na minha qualificação, com sugestões e críticas valiosas.

Aos professores Mércia M. S. B. Barros, Fernando H. Sabbatini, Luiz Sérgio Franco, Ubiraci E. L. de Souza e Silvio B. Melhado, que foram minha inspiração ao longo da graduação e pós, por me incentivarem a fazer o mestrado, por me ensinarem novas formas de pensar e por estarem sempre disponíveis para conversas e aconselhamentos.

Aos meus colegas e amigos do TGP, que foram lindas surpresas. Nunca imaginei que depois de conhecer tanta gente ao longo de minha vida, ainda teria a oportunidade de conviver com pessoas tão especiais quanto vocês. Não gostaria de citar nomes, pois todos foram especiais. Espero que saibam da importância que têm, e que eu tenha demonstrado o apreço que tenho por cada um. Ainda assim me sinto feliz por destacar o Ricardo, a Laura, a Karen e a Cynthia, por fazerem parte dos momentos mais divertidos do mestrado, que não foram poucos.

Aos meus amigos de graduação, que me ajudaram a passar por esta difícil etapa e chegar até aqui.

À CAPES, pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos.

À FINEP, pelo apoio ao Projeto “Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável”. Convênio 2386/04 com a FUSP - Fundação da Universidade de São Paulo, e resultante da Chamada Pública MCT/FINEP/FVA - HABITARE - 02/2004.

Aos outros financiadores do Projeto “Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável”: Cedi plac, SindusCon Florianópolis e a Construtora Y. Takaoka.

À Escola Politécnica, pela infraestrutura e oportunidade. Por me transformar em alguém mais merecedor, conhecedor e confiante, sobre quem sou e para onde vou.

Aos funcionários do PCC, que sempre estiveram disponíveis para me auxiliar em diversas situações.

A todos que contribuíram para este trabalho, de maneira direta ou indireta, e que porventura eu não tenha citado.

Tenha em mente que tudo que você aprende na escola é trabalho de muitas gerações. Receba essa herança, honre-a, acrescente a ela e, um dia, fielmente, deposite-a nas mãos de seus filhos.

Albert Einstein

RESUMO

A construção sustentável é uma condição essencial para o alcance do desenvolvimento sustentável da sociedade. Para isso, é necessário preocupar-se com a sustentabilidade de todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento, desde sua concepção, passando pelo projeto, construção, manutenção, até sua demolição, considerando sempre as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. Portanto, destaca-se o estudo da redução dos impactos negativos da etapa de construção de empreendimentos na medida em que a indústria da construção civil, além de grande consumidora de recursos naturais, é fonte de diversos impactos negativos causados ao meio ambiente. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é propor práticas a serem adotadas por empreendedores e empresas construtoras e seus subcontratados em seus canteiros de obras, visando a um processo de produção de edifícios mais sustentável em áreas urbanas. Essas práticas envolvem diretrizes tecnológicas e gerenciais, além de um guia, que propõe uma estratégia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis. A pesquisa, de propósito exploratório e caráter qualitativo, foi desenvolvida por meio de estudos teóricos, envolvendo revisão bibliográfica nacional e internacional, assim como observações em campo. Como principais resultados, apresentam-se: a evolução da matriz de correlação de aspectos e impactos ambientais de canteiros de obras de edifícios; a formulação de conjunto de diretrizes tecnológicas e gerenciais que visem a um processo de produção mais sustentável em canteiros de obras; e a elaboração de um guia para implantação de um canteiro de obras mais sustentável.

Palavras-chave: Construção sustentável. Canteiro de obras. Diretrizes. Aspecto ambiental. Impacto ambiental.

ABSTRACT

Sustainable construction is an essential condition for society sustainable development achievement. So, concerning about sustainability is indispensable for all stages of the building life cycle, since its conception, through design, construction, maintenance, until its demolition, considering the three dimensions of sustainability: economical, social and environmental. Hence, the building construction negative impacts reduction study stands out, as the construction industry, besides being a great consumer of natural resources, causes unwanted environmental impacts. Thus, the purpose of the research is to provide recommendable practices to be adopted by the constructors in their site works, aiming at a more sustainable production process in urban areas. These practices involve technological and managerial guidelines, besides a guide, which proposes a more sustainable site works establishment strategy. The research has exploratory object and qualitative nature, and was developed through theoretical studies, involving national and international literature review, and field observations. As main results there are: the evolution of the site works environmental aspects and impacts correlation matrix, the formulation of technological and managerial guidelines aiming at a more sustainable site works production process, and the preparation of a guide for a more sustainable site works establishment.

Key-words: Sustainable construction. Construction sites. Guidelines. Environmental aspect. Environmental impact.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Representação gráfica da metodologia do estudo.....	6
Figura 2.1- Representação esquemática do estudo dos aspectos e impactos ambientais.....	14
Figura 2.2 - Representação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil. Fonte: dados extraídos de ABRAMAT (2008).	15
Figura 2.3 - Hierarquia das necessidades segundo Maslow. Fonte: <i>Hernandes et al.</i> (2002).	25
Figura 3.1 - Esquema representativo do estudo dos aspectos e impactos ambientais	42
Figura 3.2 - Processo para definição das diretrizes de gestão ambiental de canteiros de obras.	43
Figura 3.3 - Esquema simplificado da matriz de correlação de aspectos e impactos ambientais	77
Figura 3.4 - Esquema simplificado da matriz de correlação de atividades e aspectos ambientais	78
Figura 4.1 - Ferramenta eletrônica utilizada no canteiro de obras em substituição ao papel. Fonte: acervo pessoal.	86
Figura 4.2 - Uso de compensados de madeira reciclada nas construções provisória. Fonte: acervo pessoal.	86
Figura 4.3 - Sinalizações indicativas da origem e certificação da madeira utilizada no canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.	86
Figura 4.4 - Caixas d'água para armazenamento de água de chuva. Fonte: acervo pessoal.....	88
Figura 4.5 - Selo do prêmio nacional de conservação da energia concedido pelo PROCEL aos produtos etiquetados com a classificação "A" (INMETRO). Fonte: http://www.eletronbras.com/procel	89
Figura 4.6 - Exemplo de etiqueta de eficiência energética para refrigerador do Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO). Fonte: http://www.eletronbras.com/procel	89
Figura 4.7 - Selo do prêmio nacional de conservação de gás concedido pelo CONPET aos produtos etiquetados com a classificação "A" (INMETRO). Fonte: http://www.conpet.gov.br	89

Figura 4.8 - Exemplo de etiqueta de eficiência energética para fogão a gás do Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO). Fonte: http://www.conpet.gov.br	89
Figura 4.9 - Lâmpadas tipo led. Fonte: http://www.google.com.br	90
Figura 4.10 - Lâmpadas tipo T5. Fonte: http://www.google.com.br	90
Figura 4.11 - Proteção utilizada em caminhão para que o óleo não entre em contato com o solo. Fonte: acervo pessoal.	94
Figura 4.12 - Local onde está posicionada a serra. Fonte: acervo pessoal.	100
Figura 4.13 - Proteção para redução da emissão do ruído gerado pela serra. Fonte: acervo pessoal.	100
Figura 4.14 - Sinalização indicando a necessidade de uso de equipamento de proteção no local onde está a serra. Fonte: acervo pessoal.	100
Figura 4.15 - Redes de proteção instaladas no canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.	101
Figura 4.16 - Arestas arredondadas e revestimento do lado externo. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).	103
Figura 4.17 - Sarrafos horizontais posicionados nas guias do balancim, fixadas na cobertura do edifício. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).	103
Figura 4.18 - Emendada da tela. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).	103
Figura 4.19 - Tensionamento e fixação das telas. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).	103
Figura 4.20 - Passagem das cordas pela bandeja. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).	103
Figura 4.21 - Fixação das cordas. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).	103
Figura 4.22 - Blocos quebrados durante o manejo. Fonte: acervo pessoal.	110
Figura 4.23 - Placas de gesso acartonado quebradas durante o processo de execução da vedação. Fonte: acervo pessoal.	110
Figura 4.24 - Balança para pesagem e dosagem de materiais. Fonte: Rodrigo Rosa Tomazetti.	112
Figura 4.25 - Caracterização e triagem do resíduo no local onde foi gerado. Fonte: acervo pessoal.	113
Figura 4.26 - Acondicionamento temporário de resíduos em bombonas. Fonte: acervo pessoal.	114
Figura 4.27 - Acondicionamento de resíduos em baias. Fonte: acervo pessoal.	114
Figura 4.28 - Acondicionamento de resíduos em <i>bags</i> . Fonte: acervo pessoal.	114

Figura 4.29 - Acondicionamento de resíduos em <i>bags</i> . Fonte: acervo pessoal.	114
Figura 4.30 - Recipiente para resíduos perigosos e contaminados em canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.	117
Figura 4.31 - Exemplos de equipamentos controlados remotamente utilizados em demolições (Fonte: http://www.directindustry.com/).	119
Figura 4.32 - Árvore preservada em um canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.	122
Figura 4.33 - Proteções para preservação de árvore em um canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.	122
Figura 4.34 - Proteções para preservação de árvore em um canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.	122
Figura 4.35 - Lonas para proteger talude durante escavação. Fonte: acervo pessoal.	123
Figura 4.36 - Tapume em canteiro de obras da Setin Empreendimentos Imobiliários. Fonte: acervo pessoal.	126
Figura 4.37 - Contêineres utilizados como áreas de vivência. Fonte: acervo pessoal.	127
Figura 4.38 - Escritório em contêiner. Fonte: acervo pessoal.	127
Figura 4.39 - Construções provisórias modulares. Fonte: http://www.algeco.fr	127
Figura 4.40 - Construção modular pré-fabricada. Fonte: http://www.triumphsmartspace.com/	128
Figura 4.41 - Utilização de compensado reciclado no escritório do canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.	128
Figura 4.42 - Presença de extintor de incêndio em área de vivência. Fonte: acervo pessoal.	129
Figura 4.43 - Presença de corrimão para prover segurança aos transeuntes. Fonte: acervo pessoal.	129
Figura 4.44 - Depósito de combustível posicionado dentro de tanque impermeável. Fonte: acervo pessoal.	132
Figura 4.45 - Lavagem de roda de caminhão. Fonte: acervo pessoal.	135
Figura 4.46 - Equipamento utilizado para lavagem rodas de veículos. Fonte: acervo pessoal.	135
Figura 4.47 - Calha para recuperação das águas de lavagem de rodas de veículos. Fonte: acervo pessoal.	135

Figura 4.48 - Escala Ringelmann. Fonte: acervo pessoal.	136
Figura 4.49 - Exemplo de utilização da Escala Ringelmann.	136
Figura 5.1 - Leiaute do empreendimento proposto como exemplo de aplicação da pesquisa.	138
Figura 5.2 - Representação da localização do edifício e vizinhança	138
Figura 5.3- Localização do Parque Fazenda Tizo. Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo (s.d.).	150
Figura 5.4 - Localização detalhada do Parque Fazenda Tizo. Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo (s.d.).	150
Figura 5.5 - Vegetação e uso do solo. Fonte: Atlas Geográfico do Brasil (s.d.).	151
Figura 5.6 - Parque fazenda Tizo. Fonte: Google Maps (http://maps.google.com).	151
Figura 5.7 - O Parque Fazenda Tizo. Fonte: arquivo pessoal - cedido pela Secretaria do meio ambiente.	152
Figura 5.8 - Suscetibilidade à erosão e Geologia. Fonte: SIGRH (s.d.).	153
Figura 5.9 - Geologia. Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo. (s.d.)...	153
Figura 5.10 - Vista aérea do Parque. Fonte: arquivo pessoal - fornecido pela SMA.	154
Figura 5.11 - Parte asfaltada da passagem utilizada durante a construção do Rodoanel. Fonte: arquivo pessoal.	154
Figura 5.12 - Platô 1 (vista aérea) . Fonte: arquivo pessoal - fornecido pela SMA.	154
Figura 5.13 - Platô 2. Fonte: arquivo pessoal.	154
Figura 5.14 - Vale utilizado como passagem pelos caminhões. Fonte: arquivo pessoal.	154
Figura 5.15 - Vale utilizado como passagem pelos caminhões - formação de corpo d'água. Fonte: arquivo pessoal.	155
Figura 5.16 - Sinais de erosão - próximos aos platôs. Fonte: arquivo pessoal.	155
Figura 6.1 - Forma de apresentação e definição dos termos da estratégia para implantação de um canteiro de obras mais sustentável.	169

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1- Participação dos agentes na formação do PIB da cadeia produtiva da construção civil. Fonte: ABRAMAT (2008)	16
Gráfico 2.2 - Participação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil na geração de empregos. Fonte: ABRAMAT (2008).....	16
Gráfico 2.3 - Variação anual do PIB da economia brasileira e da Cadeia produtiva da Construção Civil. Fonte: ABRAMAT (2008).	17
Gráfico 2.4 - Variação do número de empregos formais na Cadeia Produtiva da Construção Civil. Fonte: ABRAMAT (2008).	18
Gráfico 2.5 - Distribuição setorial dos trabalhadores formais, Brasil - 2003. Fonte: SESI (2005).....	22
Gráfico 2.6 - Distribuição dos trabalhadores da construção civil, segundo o vínculo empregatício. Fonte: DIEESE (2001).	23
Gráfico 2.7 - Distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo o gênero. Fonte: SESI (2005).....	23
Gráfico 2.8 - Distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo faixa de remuneração média mensal em intervalos de salários mínimos, Brasil - 2003 (%). Fonte: SESI (2005).	24
Gráfico 2.9 - Distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo grau de instrução, Brasil - 2003 (%). Fonte: SESI (2005).....	24
Gráfico 2.10 - Tipos de lesões apresentadas por trabalhadores da construção civil nos anos de 1998 e 1999. Fonte: Diesel <i>et. al.</i> (s.d.).	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Descrição das empresas construtoras e empreendimentos visitados durante o estudo em campo.....	8
Quadro 2.1 - Elementos que compõem os canteiros de obras. Fonte: Souza <i>et al.</i> (1997).....	19
Quadro 2.2 - Fases de uma obra. Fonte: Adaptado de Caixa Econômica Federal (s.d.).....	20
Quadro 2.3 - Proposta de divisão das fases de uma obra.	21
Quadro 2.4 - Aspiração dos trabalhadores da construção civil quanto à realização de cursos de treinamento e especialização. Fonte: Oliveira (1997).....	26
Quadro 2.5 - Maneira como os trabalhadores da construção civil aprenderam a profissão. Fonte: Oliveira (1997).	26
Quadro 2.6 - Motivos pelos quais trabalhadores da construção civil escolheram a profissão. Fonte: Oliveira (1997).	26
Quadro 2.7 - Distribuição de trabalhadores da construção civil acidentados, atendidos no hospital onde ocorreu o estudo, no período de dois anos, em relação à causa. Fonte: Silveira <i>et al.</i> (2005).....	27
Quadro 2.8 - Aspectos ambientais decorrentes das atividades sob responsabilidade das empresas construtoras de edifícios. Fonte: Degani (2003).	33
Quadro 2.9 - Impactos ambientais consequentes das atividades das empresas construtoras de edifícios. Fonte: Degani (2003).....	34
Quadro 3.1 - Aspectos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: baseado em Degani (2003).	45
Quadro 3.2 - Estrutura do Índice de qualidade do ar. Adaptado de Cetesb (2005)...	52
Quadro 3.3 - Efeitos nocivos potenciais da emissão de material particulado de canteiros de obras. Fonte: Resende (2007).	53
Quadro 3.4 - Impactos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: baseado em Degani (2003).	65
Quadro 4.1 - Produtos da construção com presença de resíduos perigosos.....	92
Quadro 4.2 - Atividade emissoras de material particulado e medidas de prevenção e controle durante atividades de demolição. Fonte: Resende (2007).	104

Quadro 4.3 - Medidas de prevenção e controle de atividades emissoras de material particulado durante atividades de movimentação de terra e serviços preliminares. Fonte: Resende (2007).	105
Quadro 4.4 - Atividades potencialmente geradoras de material particulado e principais serviços de construção do edifício em que ocorrem. Fonte: Resende (2007).	106
Quadro 4.5 - . Classificação e destinações possíveis dos resíduos da construção civil. Fontes: Marcondes (2008) e Conama (2002).	115
Quadro 5.1- Aspectos ambientais identificados no Exemplo 1	141
Quadro 5.2 - Aspectos ambientais identificados no Exemplo 2.	146
Quadro 6.1 - Resumo da estratégia para implantação de um canteiro de obras mais sustentável.	170
Quadro 6.2 - Modelo proposto para representação do perfil ambiental do canteiro de obras.	171
Quadro 6.3 - Exemplo de preenchimento do quadro representativo do perfil ambiental do canteiro de obras.	171

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Tabela resumo comparativa entre os agentes da Cadeia Produtiva da Construção Civil. Fonte: ABRAMAT (2008).	17
Tabela 3.1 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras. Principais fontes: Degani (2003), Environment Agency UK (2005) e Pulaski (2004). Continua.	80
Tabela 3.2 - Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras. Principais fontes: Degani (2003), Environment Agency UK (2005), Pulaski (2004) e Sabbatini et. al. (2007).	82
Tabela 4.1 - Níveis de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A). Fonte: ABNT NBR 10151 (2000).	97
Tabela 4.2 - Níveis de Potência Sonora de equipamentos usados nos canteiros. Fonte: Andrade (2004).	98
Tabela 5.1 - Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras adaptada para o Exemplo 1.	140
Tabela 5.2 - Aplicação da matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras para o Exemplo 1.	142
Tabela 5.3- Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras adaptada para o Exemplo 2.	145
Tabela 5.4 - Aplicação da matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras para o Exemplo 2.	147
Tabela 5.5 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras aplicada ao exemplo do Parque Fazenda Tizo.	156

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAT	Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
ACV	Análise do Ciclo de Vida
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BREEAM	BRE's Environmental Assessment Method
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CERFLOR	Certificação Florestal - Sistema de Certificação Florestal Brasileiro do Inmetro
CIB	The International Council for Research and Innovation in Building and Construction
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
EIA	Estudo Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de estudos e projetos
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FSC	Forest Stewardship Council
GBTOLL	Green Building
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
ISO	International Organization for Standardization
LEED™	Leadership in Energy & Environmental Design
MP	Material particulado
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Norma regulamentadora
OHSAS	Occupational health & safety advisory services
ONG	Organização não governamental
PIB	Produto Interno Bruto
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PSIU	Programa de Silêncio Urbano
RCD	Resíduos de construção e demolição
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SESI	Serviço Social da Indústria
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
UNEP-ITC	United Nations Environment Program International Environmental Technology Centre
VEM	Veículos, equipamentos e máquinas
WCED	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
WWF	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização e justificativa	1
1.2. Contexto do trabalho.....	4
1.3. Objetivo da pesquisa.....	5
1.4. Âmbito da pesquisa.....	5
1.5. Metodologia da pesquisa.....	6
1.5.1. <i>Revisão bibliográfica.....</i>	7
1.5.2. <i>Estudos em campo</i>	7
1.5.3. <i>Aplicação da pesquisa</i>	8
1.6. Resultados da pesquisa.....	9
1.7. Estruturação do trabalho	9
2. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL	
11	
2.1. O desenvolvimento sustentável.....	11
2.1.1. <i>Meio ambiente</i>	13
2.1.2. <i>Aspectos e impactos ambientais</i>	14
2.2. A construção civil.....	15
2.2.1. <i>Panorama do setor da construção civil.....</i>	15
2.2.2. <i>Canteiro de obras</i>	18
2.2.3. <i>Os trabalhadores da construção civil.....</i>	21
2.3. Construção sustentável	28
2.3.1. <i>Canteiros de obras mais sustentáveis.....</i>	32
2.4. Metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios.....	34
2.4.1. <i>Exigências das metodologias internacionais de avaliação da sustentabilidade de edifícios em relação aos canteiros de obras</i>	35
2.4.1.1. BREEAM.....	35
2.4.1.2. CASBEE	36
2.4.1.3. HQE - Haute Qualité Environnementale	36
2.4.1.4. Certification Habitat et Environnement;	37

2.4.1.5. Green Building GB Toll - Versão 2005	38
2.4.1.6. Green Star	39
2.4.1.7. LEED - Leadership in Energy & Environmental Design	39
2.4.2. Exigências do Processo AQUA para a avaliação da sustentabilidade de edifícios em relação aos canteiros de obras	40
2.4.3. Considerações sobre as metodologias de avaliação apresentadas ...	41
3. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DOS CANTEIROS DE OBRAS	42
3.1. Aspectos ambientais	43
3.1.1. Identificação dos aspectos ambientais	43
3.1.2. Razões para se preocupar com os aspectos ambientais	44
3.1.2.1. Recursos	46
3.1.2.2. Incômodos e poluições	48
3.1.2.3. Resíduos	56
3.1.2.4. Infraestrutura do canteiro de obras	58
3.2. Impactos ambientais	63
3.2.1. Identificação dos impactos ambientais	63
3.2.2. Razões para se preocupar com os impactos ambientais	63
3.2.2.1. Meio Físico	63
3.2.2.2. Meio Biótico	70
3.2.2.3. Meio Antrópico	71
3.3. Correlação entre aspectos e impactos	76
3.4. Priorização	78
4. DIRETRIZES PARA A GESTÃO AMBIENTAL DE CANTEIRO DE OBRAS	83
4.1. Recursos	83
4.1.1. Aspecto ambiental: Consumo de recursos (inclui perda incorporada e embalagens)	83
4.1.2. Aspecto ambiental: Consumo e desperdício de água	87
4.1.3. Aspecto ambiental: Consumo e desperdício de energia	88
4.2. Incômodos e poluições	91

4.2.1. Aspecto ambiental: Geração de resíduos perigosos	91
4.2.2. Aspecto ambiental: Geração de resíduos sólidos	94
4.2.3. Aspecto ambiental: Emissão de vibração	95
4.2.4. Aspecto ambiental: Emissão de ruídos	96
4.2.5. Aspecto ambiental: Lançamento de fragmentos	101
4.2.6. Aspecto ambiental: Emissão de material particulado	104
4.2.7. Aspecto ambiental: Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos	107
4.2.8. Aspecto ambiental: Desprendimento de gases, fibras e outros	107
4.2.9. Aspecto ambiental: Renovação do ar	108
4.2.10. Aspecto ambiental: Manejo de materiais perigosos	108
4.3. Resíduos	109
4.3.1. Aspecto ambiental: Perda de materiais por entulho	110
4.3.2. Aspecto ambiental: Manejo de resíduos	111
4.3.3. Aspecto ambiental: Destinação de resíduos (inclui descarte de recursos renováveis)	114
4.3.4. Aspecto ambiental: Manejo e destinação de resíduos perigosos	116
4.3.5. Aspecto ambiental: Queima de resíduos no canteiro	118
4.4. Infraestrutura do canteiro de obras	118
4.4.1. Aspecto ambiental: Remoção de edificações	118
4.4.2. Aspecto ambiental: Supressão da vegetação	119
4.4.3. Aspecto ambiental: Risco de desmoronamentos	123
4.4.4. Aspecto ambiental: Existência de ligações provisórias (exceto águas servidas)	123
4.4.5. Aspecto ambiental: Esgotamento de águas servidas	124
4.4.6. Aspecto ambiental: Risco de perfuração de redes	125
4.4.7. Aspecto ambiental: Geração de energia no canteiro	125
4.4.8. Aspecto ambiental: Existência de construções provisórias	126
4.4.9. Aspecto ambiental: Impermeabilização de superfícies	129
4.4.10. Aspecto ambiental: Ocupação da via pública	129
4.4.11. Aspecto ambiental: Armazenamento de materiais	130

4.4.12. <i>Aspecto ambiental: Circulação de equipamentos, máquinas e veículos</i>	132
4.4.13. <i>Aspecto ambiental: Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos</i>	134
5. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA PESQUISA	137
5.1. Exemplo: Edifício residencial	137
5.1.1. <i>Descrição do empreendimento e local em que está inserido</i>	137
5.1.2. <i>Exemplo 1: Edifício residencial, executado em sistema construtivo convencional, na região central da cidade de São Paulo</i>	139
5.1.2.1. <i>Descrição da tecnologia construtiva</i>	139
5.1.2.2. <i>Análise dos aspectos ambientais do canteiro de obras</i>	139
5.1.2.3. <i>Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais</i>	141
5.1.2.4. <i>Considerações sobre o exemplo apresentado</i>	143
5.1.3. <i>Exemplo 2: Edifício residencial, executado em sistema construtivo não convencional, na região central da cidade de São Paulo</i>	144
5.1.3.1. <i>Descrição da tecnologia construtiva</i>	144
5.1.3.2. <i>Análise dos aspectos ambientais do canteiro de obras</i>	144
5.1.3.3. <i>Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais</i>	146
5.1.3.4. <i>Considerações sobre o exemplo apresentado</i>	146
5.2. Parque Fazenda Tizo	147
5.2.1. <i>O Parque Fazenda Tizo</i>	148
5.2.2. <i>Impactos ambientais</i>	155
5.2.3. <i>Diretrizes para a minimização dos impactos ambientais</i>	161
5.2.4. <i>Considerações sobre o exemplo do Parque Fazenda Tizo</i>	167
5.3. Considerações sobre os exemplos apresentados	167
6. ESTRATÉGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS MAIS SUSTENTÁVEIS	168
6.1. Gestão dos recursos	172
6.1.1. <i>Gestão da seleção e consumo de recursos (exceto água e energia)</i>	172
6.1.2. <i>Medidas voltadas à redução do consumo de energia</i>	174
6.1.3. <i>Medidas voltadas à redução do consumo de água</i>	174

6.2. Gestão das poluições e dos incômodos.....	175
6.2.1. <i>Redução das poluições e dos incômodos</i>	<i>175</i>
6.3. Gestão dos resíduos de construção e demolição.....	176
6.3.1. <i>Gerenciamento de resíduos</i>	<i>176</i>
6.4. Implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras..	177
6.4.1. <i>Redução de impactos na etapa de serviços preliminares</i>	<i>177</i>
6.4.2. <i>Redução de impactos na implantação da infraestrutura de produção e apoio</i>	<i>178</i>
6.4.3. <i>Redução das interferências na vizinhança</i>	<i>181</i>
6.5. Impactos sociais e econômicos dos canteiros de obras	182
6.5.1. <i>Apoio ao desenvolvimento dos funcionários próprios e subcontratados</i>	<i>182</i>
6.5.2. <i>Apoio ao desenvolvimento de fornecedores.....</i>	<i>184</i>
6.5.3. <i>Cuidados com a saúde e segurança dos funcionários.....</i>	<i>184</i>
6.5.4. <i>Apoio ao desenvolvimento local</i>	<i>185</i>
6.6. Considerações sobre a estratégia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis.....	186
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	187
7.1. Do cumprimento do objetivo	188
7.2. Avanços em relação aos trabalhos anteriormente realizados.....	189
7.3. Recomendações para trabalhos futuros	189
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191
APÊNDICE	203

INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e justificativa

A deterioração sofrida pelo meio ambiente, decorrente das atividades humanas, é uma preocupação que se faz presente no cotidiano das pessoas em todo o mundo. Assuntos como aquecimento global e reciclagem são apresentados quase diariamente em jornais, e fazem parte de discussões nos mais diversos meios, sejam eles acadêmicos, escolares, ou até mesmo familiares. Cada vez mais as pessoas se conscientizam da necessidade de construir uma sociedade mais sustentável.

O movimento ambiental teve como um de seus principais elementos impulsionadores a publicação do livro *Silent Springs*, em 1962, por Rachel Carlson (MACIEL; FORD; LAMBERTS, 2007). A seguir, motivada pela crise energética do petróleo, a ideia do desenvolvimento sustentável foi introduzida pela primeira vez no Clube de Roma, em 1968, como uma contestação ao modelo econômico adotado pelos países industrializados (LAMBERTS; TRIANA, 2007). O Relatório Brundtland, elaborado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, define desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987).

O desenvolvimento sustentável, segundo Goodland (1995), deve integrar as dimensões ambiental, econômica e social, ou seja, a busca pelo o que é *socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável*. Sala et al. (2000) mostram que as ações antropogênicas são o principal motivo dos impactos causados ao meio ambiente, enquanto Goodland e Daly (1996) destacam as dificuldades para a implantação da sustentabilidade ambiental, que abrange o manejo dos recursos renováveis, a redução dos resíduos e poluições, a utilização de energia e materiais eficientemente e o investimento no reparo dos sistemas degradados.

A ECO-92, ou Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992, teve como objetivo buscar meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra. Na ocasião foi produzida a Agenda 21, programa de ação que viabiliza o novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional.

O CIB (The International Council for Research and Innovation in Building and Construction), em 1995, iniciou a produção da Agenda 21 para a construção sustentável, publicada em 1999, detalhando “os conceitos, aspectos e desafios para a indústria da construção atingir um patamar mais sustentável”. Porém, segundo John, Silva e Agopyan (2001), essa discussão é aplicável essencialmente a países desenvolvidos, pois as prioridades, objetivos e desafios dos países em desenvolvimento são delineadas por elementos ambientais, econômicos e sócio culturais diferenciados, que “interferem na compreensão e implementação de estratégia de desenvolvimento e construção sustentáveis”.

Em 2002, foi produzida a Agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento, numa parceria entre o CIB e UNEP-ITC (United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre). O objetivo deste documento é apresentar uma estratégia de ação para a construção sustentável em países em desenvolvimento. A diferença entre esse documento e o anteriormente citado, produzido com foco nos países desenvolvidos, é o escopo e o contexto nos quais as recomendações devem ser aplicadas (CIB; UNEP-ITC, 2002).

A representatividade da indústria da construção civil não é difícil de ser verificada. Segundo Augenbroe e Pearce (1998), esta é uma das maiores consumidoras de recursos naturais e a maior fonte de impactos causados ao meio ambiente. Da mesma forma, sua importância econômica é refletida pela participação no PIB brasileiro, que foi de 11,3% em 2007 (FIESP, 2007). A relevância social transparece, dentre outras formas, pelo número de trabalhadores formais empregados no setor, que, no Brasil, era de aproximadamente 1.050.000 de pessoas em 2003 (SESI, 2005), sendo que DIEESE (2007) afirma que apenas 20,1% do total de empregados no setor têm carteira assinada. Portanto, a intervenção na indústria da

construção civil é essencial, permitindo concluir que, para alcançar o desenvolvimento sustentável, é necessário praticar uma construção mais sustentável.

Dentro das possíveis ações para se buscar uma construção sustentável, é possível citar o consumo racional de água e energia; o uso de energias renováveis; a seleção de materiais baseada no ciclo de vida; a racionalização do consumo de recursos na etapa de construção; e a redução dos impactos dos canteiros de obras. Sendo, esta última, em sua dimensão ambiental e social, foco deste trabalho.

A etapa de construção de um edifício responde por uma parcela significativa dos impactos negativos causados ao meio ambiente, principalmente os conseqüentes às perdas de materiais e à geração de resíduos e os referentes às interferências na vizinhança da obra e nos meios físico, biótico e antrópico do local onde a construção é edificada.

Neste contexto, a proposta desta pesquisa é formular práticas para a minimização das consequências negativas dos canteiros de obras, por meio do estudo dos aspectos e impactos ambientais e suas correlações. Para isso é necessário analisar os meios atingidos, assim como a intensidade, a frequência e a magnitude dos efeitos negativos. Ao pensar na forma de minimização, é preciso considerar a viabilidade técnico-econômica das propostas, focando sempre na capacidade das construtoras e dos empreendedores agirem de maneira mais sustentável.

Para a formulação de diretrizes que visem à redução dos impactos, é necessário conhecer os aspectos ambientais, ou seja, os elementos originados das atividades que acontecem nos canteiros de obras. Esses são importantes elementos da pesquisa, interagindo em todas as fases do estudo.

Partindo desse objetivo e escopo, espera-se fornecer aos construtores instrumentos com os quais possam trabalhar na busca de um canteiro de obras mais sustentável. É provável que as propostas aqui feitas sejam revistas, a partir do momento em que a construção e a sociedade evoluírem. No entanto, pretende-se que esta pesquisa seja um dos elementos iniciais na busca contínua pela sustentabilidade nos

canteiros de obras e na construção civil como um todo.

Vale ressaltar que, apesar das práticas apresentadas neste trabalho serem aplicáveis essencialmente aos canteiros de obras, é importante que sejam observadas e consideradas ao longo de toda a etapa de projeto, de maneira a orientar as decisões e se obter melhor eficácia das alternativas selecionadas.

1.2. Contexto do trabalho

É importante destacar que a pesquisa apresentada nesta dissertação foi desenvolvida durante a participação da pesquisadora no Projeto FINEP - Habitare nº 2386/04: Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável¹. O objetivo do Projeto é o desenvolvimento de soluções adequadas à realidade brasileira para tornar a sua construção habitacional mais sustentável. O foco do projeto são os conjuntos habitacionais unifamiliares para baixa e média renda, procurando abarcar, na medida do possível, a construção autogerida. Durante o projeto, a temática foi dividida em seis tópicos: água, energia, energia solar, seleção de materiais, consumo de materiais e canteiro de obras.

A autora e o orientador produziram os capítulos referentes aos canteiros de obras, sendo eles: o levantamento do estado da arte (CARDOSO; ARAÚJO, 2007) e a proposição de um manual com diretrizes para a gestão mais sustentável de canteiros de obras.

Esta dissertação não é uma reprodução do projeto. O estudo aqui exposto apresenta um maior aprofundamento em diversas questões, assim como estudos complementares, por exemplo, no que se refere às estratégias para implantação de ações mais sustentáveis nos canteiros de obras.

¹ <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>

1.3. Objetivo da pesquisa

Esta pesquisa tem por objetivo propor práticas a serem adotadas por empreendedores e empresas construtoras e seus subcontratados em seus canteiros de obras, visando a um processo de produção de edifícios mais sustentável em áreas urbanas. Essas práticas são compostas por diretrizes tecnológicas e gerenciais, além de um guia, que propõe uma estratégia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis.

1.4. Âmbito da pesquisa

Há dois principais fatores que delimitam o escopo deste trabalho: o tipo de construção e o ambiente em que o canteiro de obras está inserido. Dessa forma, o estudo envolve a construção de edifícios em ambientes urbanos. Ou seja, são excluídas as obras de infraestrutura², cujos aspectos e impactos podem se caracterizar pela grande diferença do foco deste trabalho, assim como no caso de edificações localizadas em ambientes não urbanos.

No caso de estradas, portos, aeroportos, obras hidráulicas, dentre outros empreendimentos, projetos urbanísticos, e também daqueles com área acima de 100 ha, ou passíveis de causarem impactos em locais considerados de relevante interesse ambiental, a legislação - Resolução Conama 001 de 1986 - obriga que seja feita uma avaliação mais completa dos mesmos, o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e o seu relatório-resumo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Os EIA/RIMA envolvem estudos cobrindo todo o ciclo de vida do empreendimento, e não apenas a etapa de construção.

2 Segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAEE) obras de infraestrutura compreendem a construção de infraestrutura (autoestradas, vias urbanas, pontes, túneis, ferrovias, metrô, pistas de aeroportos, portos e projetos de abastecimento de água, sistemas de irrigação, sistemas de esgoto, instalações industriais, redes de transporte por dutos e linhas de eletricidade, instalações esportivas, etc.), as reformas, manutenções correntes, complementações e alterações de obras de infraestrutura e a construção de estruturas pré-fabricadas *in loco* para fins diversos, de natureza permanente ou temporária, exceto edifícios. <http://www.cnae.ibge.gov.br>

Da mesma forma, excluem-se deste estudo as usinas de produção de concreto instaladas em canteiros de obras, que exigem licenciamento ambiental específico, de acordo com a Resolução Conama 237 de 1997.

1.5. Metodologia da pesquisa

A pesquisa elaborada tem propósito exploratório e caráter qualitativo, de acordo com as classificações de Gil (1991), sendo desenvolvida por meio de estudos teóricos, envolvendo revisão bibliográfica nacional e internacional, assim como observações em campo. Estas envolveram visitas a canteiros de obras e empresas construtoras, além de entrevistas com profissionais envolvidos com o tema em questão, com o objetivo de identificar instrumentos gerenciais e tecnológicos existentes no Brasil, em especial na cidade de São Paulo, decorrentes das chamadas boas práticas.

O trabalho envolveu a síntese e análise do assunto, resultando no estudo dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras e suas correlações, assim como no conjunto de diretrizes tecnológicas e gerenciais propostas nesta dissertação. A Figura 1.1 ilustra as etapas da pesquisa, cujo detalhamento é apresentado a seguir.

Figura 0.1 - Representação gráfica da metodologia do estudo.

1.5.1. *Revisão bibliográfica*

A revisão foi composta de abrangente bibliografia nacional e internacional, incluindo periódicos, livros, teses e dissertações, além de leis e normas, utilizadas como referenciais técnicos nos assuntos abordados ao longo do texto. Visando à compreensão do contexto internacional, foram analisados manuais, metodologias de avaliação, cartilhas e publicações de institutos de pesquisa, órgãos governamentais etc. Dentre as palavras-chave utilizadas na pesquisa, podem-se mencionar: construção sustentável, impactos ambiental, aspecto ambiental, sustentabilidade, canteiro de obras, entre outras. A busca foi feita em inglês, português, francês e espanhol.

Além de justificar e contextualizar o estudo, o material pesquisado fundamentou a discussão sobre a correlação entre os aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades presentes nos canteiros de obras. O estudo foi essencial para a proposição das diretrizes, incrementando-as com inovações tecnológicas e gerenciais, assim como na formulação do guia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis.

1.5.2. *Estudos em campo*

Após a revisão bibliográfica, o trabalho teve continuidade com os estudos em campo. Foram visitadas empresas e canteiros de obras que representassem as melhores práticas existentes no mercado nacional na ocasião do estudo. Essas empresas e canteiros de obras foram escolhidos por possuírem certificações e experiência em construções mais sustentáveis.

Dessa forma, foram visitados os canteiros de cinco empreendimentos de diferentes empresas construtoras. Estas solicitaram que não fossem identificadas, portanto, serão designadas neste texto por letras maiúsculas. A descrição das empresas, obtidas em *web sites*, e seus respectivos empreendimentos são apresentados no Quadro 0.1.

Durante as visitas e entrevistas, foi usado um roteiro (APÊNDICE A) com os assuntos de interesse. No entanto, optou-se por conduzir as reuniões e visitas de maneira livre (obedecendo sempre ao conteúdo mínimo do roteiro), permitindo ao entrevistado maior liberdade para expor opiniões e informações, de modo a enriquecer o conteúdo. As informações e imagens obtidas durante o estudo em campo foram utilizadas na formulação das diretrizes tecnológicas e gerenciais.

Empresa	Descrição da empresa	Descrição do empreendimento	Época da visita	Fase da Obra
A	Fundada em 1995, a empresa é associada ao Instituto ETHOS de Empresas e Responsabilidade Social e apóia diversas ações, tais como pesquisas na área de sustentabilidade	O empreendimento consiste em um condomínio residencial certificado com a ISO14001.	1º semestre 2006	Terraplenagem, construção de edificações de uso comum
B	Empresa fundada há mais de 15 anos, atua no setor de edificações residenciais, comerciais e industriais. Possui ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001.	Edifício residencial com uma torre, localizado em área nobre de São Paulo.	1º semestre 2006	Execução da estrutura e alvenaria
C	Fundada em 1973, a empresa atua no ramo de edificações em geral: comerciais, industriais e residenciais. A empresa possui ISO 9001 e OHSAS 18001	Conjunto comercial certificado pelo LEED - Greend Building Council.	2º semestre 2006	Execução de terraplenagem de uma das torres e revestimentos de outra.
D	Empresa fundada em 1979, foi a primeira construtora a aderir à ISO 14001 na América Latina. Possui também a ISO 9001. Atua no ramo residencial e hoteleiro.	Conjunto residencial com duas torres. Possui dispositivos economizadores de recursos, como aquecimento solar e tratamento de águas para reutilização.	1º semestre 2008	Finalização do empreendimento: desmonte do canteiro
E	Atuante no segmento de edificações residenciais e comerciais, a empresa integra o Comitê de Meio Ambiente do Sinduscon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo)	Conjunto residencial com 9 torres.	1º semestre 2008	Execução de terraplenagem e estruturas.

Quadro 0.1 - Descrição das empresas construtoras e empreendimentos visitados durante o estudo em campo.

1.5.3. Aplicação da pesquisa

Com o objetivo de auxiliar na compreensão do tema em estudo, foram propostos três exemplos de aplicação da pesquisa. Dois deles são fictícios, e foram baseados em situações observadas e discutidas ao longo da revisão bibliográfica e estudos

em campo. O outro exemplo proposto (item 2.14) é real, tendo sido conduzido no primeiro semestre de 2006. As soluções para esse caso também foram baseadas na revisão bibliográfica, porém, focando nas particularidades do meio ambiente em questão.

1.6. Resultados da pesquisa

Esta pesquisa apresenta como resultados principais:

- Evolução da Matriz A x I proposta por Degani (2003), que correlaciona aspectos e impactos ambientais em canteiros de obras de edifícios. Essa evolução se deu pela inserção de novos aspectos ambientais, e respectiva subdivisão em temas, e pela inclusão do processo de priorização, relatado na seção 2.8.
- Formulação de conjunto de diretrizes tecnológicas e gerenciais que visem a um processo de produção mais sustentável em canteiros de obras. Estas derivam do levantamento bibliográfico das soluções brasileiras e internacionais para minimização dos impactos negativos das atividades realizadas em canteiros de obras e dos estudos em campo, pela investigação de boas práticas e tecnologias existentes em canteiros de obras brasileiros.
- Elaboração de estratégia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis. Esta foi formulada a partir do estudo das diretrizes tecnológicas e gerenciais, além da inclusão de questões não abordadas no estudo anterior.

1.7. Estruturação do trabalho

O trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo este o primeiro, no qual são apresentadas a introdução, contextualização e justificativa do tema, metodologia utilizada na pesquisa, além do objetivo e do âmbito do desenvolvimento do trabalho.

A revisão bibliográfica, apresentada no segundo capítulo, aborda temas relativos à sustentabilidade e canteiros de obras.

No terceiro capítulo, são desenvolvidos os conceitos de aspectos e impactos ambientais, além do estudo da relação entre eles, resultando na evolução da Matriz A x I proposta por Degani (2003).

O quarto capítulo, por sua vez, apresenta um dos focos principais deste trabalho: os instrumentos para redução dos impactos dos canteiros de obras. Esses consistem em um conjunto de diretrizes tecnológicas e gerenciais a serem implantadas na etapa de produção do edifício, de modo a reduzir as suas interferências com o meio ambiente.

A aplicação dos conceitos apresentados ao longo do trabalho é demonstrada no capítulo cinco, por meio de exemplos reais e modelos simplificados, visando à compreensão do assunto.

O capítulo seis apresenta uma estratégia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis. São propostas ações de modo que se alcancem os objetivos de forma mais eficiente

Por fim, o capítulo sete apresenta as considerações finais acerca do trabalho conduzido, além de apontar as necessidades de desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas à sustentabilidade de canteiros de obras. Seguem ainda, ao fim do texto, as referências bibliográficas e o apêndice.

2. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL

Este capítulo tem por objetivo discutir os principais conceitos envolvidos nesta pesquisa, assim como outras questões consideradas relevantes para o estudo da gestão ambiental de canteiros de obras. Dessa maneira, serão abordados assuntos relativos à construção civil, em especial os canteiros de obras, à sustentabilidade, incluindo assuntos como a definição de aspectos e impactos ambientais, e à conjunção dos dois tópicos: sustentabilidade na construção civil.

2.1. O desenvolvimento sustentável

Sustentabilidade pode ser definida como “[...] a situação desejável que permite a continuidade da existência do ser humano e de nossa sociedade [...]”. “Ela busca integrar aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana com a preocupação principal de preservá-los, para que os limites do planeta e a habilidade e a capacidade das gerações futuras não sejam comprometidos”. Sustentabilidade “[...] é o objetivo máximo do processo de desenvolvimento sustentável [...]” (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

O termo desenvolvimento sustentável foi utilizado pela primeira vez em 1980, no documento *World Conservation Strategy* (Estratégia de Conservação Mundial), produzido por *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (União Internacional para a Conservação da Natureza). O documento diz que o desenvolvimento sustentável é alcançado por meio da conservação dos recursos vivos (IUCN, 1980). Esse documento foi criticado pela estratégia ser “[...] restrita aos recursos vivos, focada nas necessidades de manter a diversidade genética, os habitats e os processos ecológicos [...]”, sendo “[...] incapaz de tratar das questões controversas relacionadas com a ordem internacional política e econômica, as guerras, os problemas de armamentos, população e urbanização [...]” (BARONI, 1992).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com o objetivo de popularizar o conceito utilizado em IUCN (1980), apresenta seus princípios e conteúdo como sendo (BARONI, 1992):

- ajuda para os muito pobres, porque eles não têm opção a não ser destruir o meio ambiente;
- a idéia do desenvolvimento auto-sustentado, dentro dos limites dos recursos naturais;
- a idéia do desenvolvimento com custo real, usando critérios econômicos não tradicionais;
- a noção de necessidades de iniciativas centradas nas pessoas.

Na Conferência de Ottawa, em 1986, fica estabelecido que o desenvolvimento sustentável deve responder a cinco requisitos (BARONI, 1992):

- i) Integração da conservação e do desenvolvimento;
- ii) Satisfação das necessidades básicas humanas;
- iii) Alcance da equidade e justiça social;
- iv) Provisão da autodeterminação social e da diversidade cultural;
- v) Manutenção da integração ecológica.

A Conferência culminou com a definição de desenvolvimento sustentável apresentada no Relatório Brundtland (item 1.1), como sendo aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades.

Para a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED), os objetivos oriundos do conceito de desenvolvimento sustentável são (BARONI, 1992):

- Crescimento renovável;
- Mudança de qualidade do crescimento;
- Satisfação das necessidades essenciais por emprego, comida, energia, água e saneamento básico;
- Garantia de um nível sustentável de população;
- Conservação e proteção da base de recursos;
- Reorientação da tecnologia e gerenciamento do risco;
- Reorientação das relações econômicas internacionais.

As definições acima apresentadas são importantes por serem adotadas por organismos e entidades internacionais, como PNUMA, UICN, WWF, Banco Mundial, etc., orientando diagnósticos, análises e propostas, além de representarem uma posição dominante no debate mundial sobre o tema, servindo como marco referencial para outras entidades e órgãos (BARONI, 1992).

2.1.1. *Meio ambiente*

Define-se meio ambiente como a “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações” (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

Dessa forma, o meio ambiente no qual o canteiro de obras de uma empresa construtora opera envolve os meios físico (água, solo e ar), biótico (flora e fauna) e antrópico (trabalhadores, vizinhança e sociedade) do local onde a obra está inserida.

2.1.2. Aspectos e impactos ambientais

O aspecto ambiental é o “elemento das atividades ou produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, cuja significância é dada pelo seu poder de gerar um impacto ambiental significativo, em intensidade ou frequência (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

Impacto ambiental pode ser definido como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização” (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança, e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Portanto, as atividades de construção civil geram aspectos ambientais, que por sua vez provocam impactos ambientais, que atingem o meio ambiente (meios físico, biótico e antrópico) alterando suas propriedades naturais (Figura 2.1).

Figura 2.1- Representação esquemática do estudo dos aspectos e impactos ambientais.

2.2. A construção civil

Este item traz três tópicos relacionados à construção civil. Primeiro, traça-se um panorama do setor, mostrando sua inserção na economia nacional. Em seguida, é feito um estudo do canteiro de obras típico, abordando os elementos e atividades presentes. Por fim, é tratada a questão dos trabalhadores na construção civil, caracterizando-a por meio de pesquisas acadêmicas e de documentos produzidos por órgãos ligados aos governos e sindicatos.

2.2.1. Panorama do setor da construção civil

A Cadeia Produtiva da Construção Civil engloba a indústria da construção, indústria de materiais, serviços, comércio de materiais de construção, outros fornecedores e máquinas e equipamentos para construção. O conceito de Cadeia Produtiva está ligado aos “[...] estágios percorridos pelas matérias-primas, nos quais elas vão sendo transformadas e montadas [...]” (ABRAMAT; FGV, 2008).

Segundo ABRAMAT (2008), a participação da cadeia produtiva da construção civil no PIB brasileiro foi de 8,5% em 2007. Dessa parcela do PIB, 60,7% refere-se à indústria da construção, ou seja, 5,2% do PIB brasileiro. As participações dos outros agentes da cadeia estão apresentadas na Figura 2.2 e no Gráfico 2.1.

Figura 2.2 - Representação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil. Fonte: dados extraídos de ABRAMAT (2008).

A geração de empregos na cadeia produtiva também é um elemento importante. Entre 2005 e 2007, o emprego formal da construção aumentou 8% na média da cadeia. A indústria da construção, por sua vez, é responsável por 68,4% dos

empregos da cadeia (ABRAMAT, 2008). As participações dos outros agentes da cadeia estão apresentadas no Gráfico 2.2.

Gráfico 2.1- Participação dos agentes na formação do PIB da cadeia produtiva da construção civil. Fonte: ABRAMAT (2008)

Gráfico 2.2 - Participação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil na geração de empregos. Fonte: ABRAMAT (2008)

É importante frisar a questão da informalidade na construção civil. O segmento formal da construção gerou 60% do PIB da construção, sendo responsável por apenas 27,4% do emprego. Porém, os “trabalhadores das empresas formais de construção têm produtividade 76% superior à da média da economia brasileira, os informais têm produtividade 56% abaixo da mesma média” (ABRAMAT, 2008).

A Tabela 2.1 apresenta um resumo comparativo entre os agentes da Cadeia Produtiva da Construção Civil, considerando a participação no PIB e a geração de empregos.

Tabela 2.1 - Tabela resumo comparativa entre os agentes da Cadeia Produtiva da Construção Civil. Fonte: ABRAMAT (2008).

Agentes da Cadeia produtiva	R\$ bilhão	(%) no PIB da Cadeia	Pessoal ocupados (milhares)	(%) no emprego
Indústria da Construção	113,6	60,7	6.343,0	68,4
Indústria de materiais	34,65	18,5	583,5	6,3
Serviços e outros	25,66	13,8	1.325,7	14,3
Outros fornecedores	8,86	4,7	974,9	10,5
Máquinas e equipamentos para a construção	4,34	2,3	44,7	0,5
TOTAL	187,11	100	9.272,4	100

Por fim, é mostrado o crescimento do setor nos últimos anos. O Gráfico 2.3 apresenta a variação anual PIB da economia brasileira e da Cadeia Produtiva da Construção Civil, indicando um crescimento da última em 21,7% entre 2004 e 2007, com índices acima da economia brasileira nos anos de 2004, 2006 e 2007. Ressaltando que os dados de 2007 são apenas projeções, e não os índices reais. Já, o Gráfico 2.4 apresenta a variação do número de empregos formais na Cadeia Produtiva da Construção Civil, com crescimento de 37% entre 2004 e 2007.

Gráfico 2.3 - Variação anual do PIB da economia brasileira e da Cadeia produtiva da Construção Civil. Fonte: ABRAMAT (2008).

Gráfico 2.4 - Variação do número de empregos formais na Cadeia Produtiva da Construção Civil. Fonte: ABRAMAT (2008).

2.2.2. Canteiro de obras

Faz-se, neste item, uma breve descrição dos elementos comumente presentes nos canteiros de obras, assim como se apresentam as atividades que ocorrem durante a etapa de construção de edifícios.

O canteiro de obras é definido na Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002) como “área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”. Maia e Souza (2003) definem como o “local no qual se dispõem todos os recursos de produção (mão-de-obra, materiais e equipamentos), organizados e distribuídos de forma a apoiar e a realizar os trabalhos de construção, observando os requisitos de gestão, racionalização, produtividade e segurança/conforto dos operários”.

Os principais elementos presentes nos canteiros de obras são listados no Quadro 2.1. Souza *et. al.* (1997) propõem o agrupamento dos elementos em: ligados à produção, de apoio à produção, sistemas de transporte com decomposição de movimento, sistemas de transporte sem decomposição de movimento, de apoio técnico e ou administrativo, áreas de vivência, outros elementos.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (s.d.) propõe uma divisão para as fases de uma obra (Quadro 2.2). As fases da obra propostas neste trabalho foram embasadas nesse critério de divisão (Quadro 2.3), adaptadas de maneira a permitir uma melhor análise dos aspectos gerados por cada atividade do canteiro de obras.

ELEMENTOS	
Ligados à produção	<ul style="list-style-type: none"> • central de argamassa • pátio de armação (corte/dobra/pré-montagem) • central de fôrmas • central de pré-montagem de instalações • central de esquadrias • central de pré-moldados
De apoio à produção	<ul style="list-style-type: none"> • almoxarifado de ferramentas • almoxarifado de empreiteiros • estoque de areia • estoque de argamassa intermediária • silo de argamassa pré-misturada a seco • estoque de cal em sacos • estoque de cimento em sacos • estoque de argamassa industrializada em sacos • estoque de tubos • estoque de conexões • estoque relativo ao elevador • estoque de esquadrias • estoque de tintas • estoque de metais • estoque de louças • estoque de barras de aço • estoque de compensado para fôrmas • estoque de passarela para concretagem
Sistemas de transporte com decomposição de movimento	<ul style="list-style-type: none"> • na horizontal: carrinho; jérica; porta-paleta; “dumper”; “bob-cat” • na vertical: sarilho; talha; guincho de coluna; elevador de obras
Sistemas de transporte sem decomposição de movimento	<ul style="list-style-type: none"> • guias: torre fixa; torre móvel sobre trilhos; torre giratória; torre ascensional • guindastes sobre rodas ou esteiras • bombas: de argamassa; de concreto
De apoio técnico/administrativo	<ul style="list-style-type: none"> • escritório do engenheiro e estagiário • sala de reuniões • escritório do mestre e técnico • escritório administrativo • recepção / guarita • chapeira de ponto
Áreas de vivência	<ul style="list-style-type: none"> • alojamento • cozinha • refeitório • ambulatório • sala de treinamento/alfabetização • área de lazer • instalações sanitárias • vestiário • lavanderia
Outros elementos	<ul style="list-style-type: none"> • entrada de água • entrada de luz • coleta de esgotos • portão de materiais • portão de pessoal • “stand” de vendas
De complementação externa à obra	<ul style="list-style-type: none"> • residência alugada/comprada • terreno alugada/comprado • canteiro central

Quadro 2.1 - Elementos que compõem os canteiros de obras. Fonte: Souza et. al (1997).

ETAPA	SERVIÇOS	
Serviços preliminares e gerais	• Serviços técnicos (levantamento topográfico, projetos, especificações, etc.)	
	• Instalações provisórias (tapumes, barracão, água, luz esgoto e placas).	
	• Limpeza da Obra	
Infraestrutura	Trabalhos em terra	<ul style="list-style-type: none"> • Demolições • Limpeza do terreno • Escavações mecânicas • Escavações manuais • Aterro e apiloamento • Locação da Obra • Desmonte em Rocha
	Fundações e outros serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Escoramento do Terreno vizinho • Rebaixamento do Lençol Freático/Drenagem • Fundações Profundas • Fundações Superficiais • Vigas, Baldrame e Alavancas
Supra-estrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Concreto Armado • Pré-moldados 	
Paredes e Painéis	<ul style="list-style-type: none"> • Alvenarias • Esquadrias • Ferragens • Vidros 	
Coberturas e proteções	<ul style="list-style-type: none"> • Telhados • Impermeabilizações • Tratamentos 	
Revestimentos, elementos decorativos e pintura	<ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos internos • Azulejos • Revestimentos externos • Forros • Pinturas • Revestimentos especiais 	
Pavimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Madeira • Cerâmica • Carpete • Cimentado • Rodapés, soleiras e peitoris • Pavimentações especiais 	
Instalações e aparelhos	<ul style="list-style-type: none"> • Elétricas e Telefônica • Hidráulicas • Esgoto • Instalações Mecânicas • Aparelhos 	

Quadro 2.2 - Fases de uma obra. Fonte: Adaptado de Caixa Econômica Federal (s.d.).

FASE DA OBRA	ATIVIDADES
Serviços Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> • Demolição • Limpeza superficial do terreno
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Fundações • Rebaixamento do lençol • Escavações e contenções
Estrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura
Vedações Verticais	<ul style="list-style-type: none"> • Alvenarias • Divisórias • Esquadrias
Cobertura e proteção	<ul style="list-style-type: none"> • Telhado • Impermeabilização
Revestimentos verticais	<ul style="list-style-type: none"> • Revestimento vertical
Pintura	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura
Pisos	<ul style="list-style-type: none"> • Piso
Sistemas Prediais	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Prediais
Redes e vias	<ul style="list-style-type: none"> • Redes enterradas e aéreas • Terraplenagem • Pavimentação • Drenagem superficial

Quadro 2.3 - Proposta de divisão das fases de uma obra.

2.2.3. Os trabalhadores da construção civil

O trabalho na construção civil, ainda que tenha sofrido modernizações e melhorias, tradicionalmente é caracterizado por: necessidade de esforço físico, trabalho insalubre e em ambiente adverso, instabilidade no emprego, rotatividade, mobilidade física, baixa qualificação, necessidade de pouca habilitação específica, baixo prestígio social, altos índices de acidentes de trabalho, etc. (CATTANI, 2001). O autor também cita características comumente encontradas nos operários da construção civil nos grandes centros urbanos: grande mobilidade (tanto laboral quanto domiciliar), origem predominantemente interiorana, baixa escolaridade formal, longa jornada de trabalho, pouco tempo destinado ao lazer, baixos rendimentos, etc.

SESI (2005) apresenta informações que auxiliam na caracterização do trabalhador da construção civil no Brasil. Apesar desses dados apenas contemplarem os trabalhadores em situação formal, o estudo é válido na medida em que é possível delinear um perfil da mão-de-obra.

A distribuição setorial dos trabalhadores formais, segundo SESI (2005), indica que apenas 3,5% atua na construção civil (Gráfico 2.5). No entanto, DIEESE (2001) afirma que 20,1% são empregados com carteira profissional assinada, 30,8% são empregados sem carteira assinada, 41% são trabalhadores por conta própria, 3,7% do total são trabalhadores ocupados na construção de suas próprias casas ou trabalhadores sem remuneração, e 4,3% ocupadas como empregadores (Gráfico 2.6). Aponta-se, então, a informalidade como característica do setor.

SESI (2005) ainda traz a distribuição setorial dos trabalhadores formais segundo o gênero, indicando a maioria de trabalhadores do sexo masculino - 92,9% (Gráfico 2.7).

Gráfico 2.5 - Distribuição setorial dos trabalhadores formais, Brasil - 2003. Fonte: SESI (2005).

Gráfico 2.6 - Distribuição dos trabalhadores da construção civil, segundo o vínculo empregatício. Fonte: DIEESE (2001).

Gráfico 2.7 - Distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo o gênero. Fonte: SESI (2005).

SESI (2005) também apresenta a distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo a faixa de remuneração média mensal em intervalos de salários mínimos (Gráfico 2.8). Os dados indicam a baixa remuneração como característica do setor da construção civil.

Gráfico 2.8 - Distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo faixa de remuneração média mensal em intervalos de salários mínimos, Brasil - 2003 (%).
Fonte: SESI (2005).

O Gráfico 2.9 mostra a distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo grau de instrução, indicando a baixa escolaridade da mão-de-obra, inclusive em relação aos outros setores da economia.

Gráfico 2.9 - Distribuição dos trabalhadores formais por setores econômicos, segundo grau de instrução, Brasil - 2003 (%). Fonte: SESI (2005).

FLORES (2008) apresenta uma pesquisa que traçou o perfil do trabalhador de uma empresa construtora. Esse estudo indicou a baixa qualificação e instrução, alto índice de analfabetismo, altos níveis de desnutrição, alto risco e índice de acidentes, desperdício de material, péssima qualidade dos produtos e alta rotatividade.

HERNANDES *et. al.* (2002) apresentam um estudo revelando a motivação dos trabalhadores da construção civil, utilizando a teoria de Maslow. Este propôs a existência de necessidades básicas, dispostas em hierarquia de importância e prioridade: necessidades fisiológicas, de segurança, de afiliação ou sociabilidade, de estima, e de auto-realização. Tais necessidades, entendidas como “iniciativas motivadoras da ação de suprir estados de privações humanas” são representadas em uma pirâmide (Figura 2.3).

Figura 2.3 - Hierarquia das necessidades segundo Maslow. Fonte: Hernandes *et al.* (2002).

Segundo a teoria de Maslow, “[...] as primeiras necessidades (fisiológicas) dominam o comportamento da pessoa até que sejam satisfeitas [...]”, em seguida, a segunda (segurança) “[...] torna-se preponderante até que seja satisfeita, e nesta ordem até a última, apesar de que não seja necessário que uma necessidade esteja 100% satisfeita para surgir a seguinte” (HERNANDES *et. al.*, 2002).

Hernandes *et. al.* (2002) apresentam os resultados de uma pesquisa investigativa em relação às necessidades dos operários. Essa pesquisa observou que aproximadamente 43% dos trabalhadores que responderam à pesquisa se sentem

desmotivados em relação à *segurança* na obra, pois, segundo a visão deles, a empresa obriga o uso dos equipamentos de proteção.

Como resultado da análise, os autores constataram, entre outros, que os trabalhadores estão inseridos nos degraus mais baixos da pirâmide.

Oliveira (1997) identificou em empresas de construção civil a falta de qualificação dos operários, medida por meio da participação de cursos em especialização. A pesquisa detectou que 68% dos trabalhadores nunca fizeram um curso de especialização, no entanto, 62% o fariam, mesmo que fosse fora do horário de trabalho, enquanto 20% não o fariam (Quadro 2.4). A pesquisa diz que apenas 8% aprenderam a profissão por meio de cursos, enquanto 32% adquiriram o conhecimento na prática e 60% nunca recebeu treinamento específico (Quadro 2.5). Outro fato importante abordado pela autora é de que apenas 30% dos trabalhadores atuam na construção civil por opção, outros 30% apenas estão na profissão por se considerarem com baixa qualificação para outras, enquanto 40% dizem que é a melhor opção atual (Quadro 2.6).

Se lhe fossem oferecidos cursos de treinamento/especialização, você:	Quantidade (%) de trabalhadores
Não faria o curso	20%
Faria se o curso fosse oferecido durante o horário de trabalho	18%
Faria mesmo se fosse oferecido fora do horário de trabalho	62%

Quadro 2.4 - Aspiração dos trabalhadores da construção civil quanto à realização de cursos de treinamento e especialização. Fonte: Oliveira (1997).

Como aprendeu a profissão?	Quantidade (%) de trabalhadores
Através de cursos	8%
Aprendeu na prática	32%
Não recebeu treinamento específico	60%

Quadro 2.5 - Maneira como os trabalhadores da construção civil aprenderam a profissão. Fonte: Oliveira (1997).

Por que trabalha na construção civil	Quantidade (%) de trabalhadores
Porque gosta e escolheu a profissão	30%
Porque não estudou o suficiente para desenvolver outra atividade	30%
Porque é a melhor opção atualmente	40%

Quadro 2.6 - Motivos pelos quais trabalhadores da construção civil escolheram a profissão. Fonte: Oliveira (1997).

De acordo com Cattani (2001), a oferta de cursos de formação para trabalhadores da construção civil “[...] não tem tradição no Brasil, não sendo, inclusive, pré-requisito para a contratação de trabalhadores.” O autor explica a irregularidade da oferta pela “[...] mobilidade característica do setor, falta de tradição em formação profissional, irregularidade da demanda (fruto da instabilidade do mercado imobiliário), caráter manufatureiro do ofício, etc.”. O autor afirma que a formação dos trabalhadores acontece no próprio canteiro de obras, com a orientação de companheiros e os técnicos responsáveis, que orientam na execução das tarefas.

Com relação à saúde dos trabalhadores, Borges e Martins (2004) citaram como doenças mais frequentes o alcoolismo, as doenças mentais e as doenças psicossomáticas; ressaltando os acidentes de trabalho.

Silveira *et. al.* (2005) apresentam um estudo listando as principais causas de acidentes de trabalho entre os operários da construção civil, considerando os casos atendidos no hospital em estudo. A causa de maior ocorrência foi “queda”, em 37,3% dos casos. Os resultados são apresentados no Quadro 2.7.

Diesel *et. al.* (s.d.) estudaram os tipos de lesões que acometem os trabalhadores da construção, identificados no Gráfico 2.10.

Causa/Objeto causador de acidente de trabalho	Quantidade (%) de trabalhadores
Quedas	37,3%
Contato com ferramentas, máquinas e aparelhos	16%
Acidente de trajeto	12,7%
Impacto por objeto	11,3%
Corpo estranho	8%
Agressão	4%
Contato com vidro	2,7%
Exposição à corrente elétrica	2,7%
Contato com fontes de calor	1,3%
Outros	4%

Quadro 2.7 - Distribuição de trabalhadores da construção civil acidentados, atendidos no hospital onde ocorreu o estudo, no período de dois anos, em relação à causa. Fonte: Silveira *et al.* (2005).

Gráfico 2.10 - Tipos de lesões apresentadas por trabalhadores da construção civil nos anos de 1998 e 1999. Fonte: Diesel et. al. (s.d.).

Os dados apresentados neste item reforçam a necessidade de incluir ações mais sustentáveis voltadas aos trabalhadores.

2.3. Construção sustentável

Construção sustentável é um processo holístico, cujo objetivo é restaurar e manter a harmonia entre o ambiente natural e o construído, e criar estabelecimentos que afirmem a dignidade humana e incentivem a igualdade econômica (CIB; UNEP-ITC, 2002)

Como já mencionado no capítulo 0, a indústria da construção civil é a atividade humana mais impactante sobre o meio ambiente. Todas as etapas de um empreendimento - construção, uso, manutenção e demolição - são relevantes no que diz respeito ao consumo de recursos e geração de resíduos. Por outro lado, outros aspectos são característicos apenas em algumas etapas, por exemplo, as emissões de materiais particulados, ruídos e vibrações, típicas durante a construção. Além dos impactos ambientais, a indústria da construção civil é capaz de impactar economicamente e socialmente, como apresentado na seção 2.2, podendo funcionar como instrumento para melhoria da qualidade de vida da sociedade como um todo.

Dessa maneira, para se obter uma construção sustentável, é necessário que esta esteja em acordo com (BRE; CAR; ECLIPSE, 2002):

- Sustentabilidade econômica: aumentando a lucratividade pelo uso mais eficiente de recursos, incluindo mão-de-obra, materiais, água e energia;
- Sustentabilidade ambiental: prevenindo impactos perigosos e potencialmente irreversíveis pelo uso cuidadoso de recursos naturais, pela minimização dos resíduos, pela proteção e, quando possível, melhora do meio ambiente;
- Sustentabilidade social: respondendo às necessidades das pessoas envolvidas em todo o processo construtivo (desde o planejamento até a demolição), provendo a satisfação dos clientes e usuários, trabalhando em conjunto com clientes, fornecedores, funcionários e comunidades locais.

Silva (2003) explica o processo envolvido na busca de uma construção sustentável:

Buscar uma indústria da **construção mais sustentável** é fornecer mais valor, poluir menos, ajudar no uso sustentado de recursos, responder mais efetivamente às partes interessadas, e melhorar a qualidade de vida presente sem comprometer o futuro. **Construção sustentável não é** desempenho ambiental excepcional à custa de uma empresa que saia do mercado, nem desempenho financeiro excepcional, à custa de efeitos adversos no ambiente e comunidade local (Silva, 2003).

Ainda, segundo Silva (2003), a construção sustentável não pressupõe a priorização de uma dimensão em detrimento das demais, nem exige uma solução perfeita, e sim “a busca do equilíbrio entre a viabilidade econômica que mantém as atividades e negócios; as limitações do ambiente; e as necessidades da sociedade”.

Para incorporar práticas de sustentabilidade na construção é necessário que o setor se engaje como um todo, mudando a forma de produzir e gerir as obras. Para isso, deve-se introduzir progressivamente a sustentabilidade, buscando soluções economicamente relevantes e viáveis, socialmente responsáveis e ambientalmente favoráveis para cada empreendimento (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008).

A Agenda 21, produzida durante a ECO-92 (item 1.1) “estabelecia uma visão de longo prazo para equilibrar necessidades econômicas e sociais com os recursos naturais do planeta”. A partir daí, os setores da sociedade iniciaram um processo de reinterpretação da Agenda 21 nos contextos específicos (SILVA, 2003).

No setor da construção civil, as ações mais relevantes são: a *Agenda Habitat II*, assinada na Conferência das Nações Unidas em 1996, em Istambul; a *Agenda 21 on sustainable construction*, produzida pelo CIB em 1999, “que contempla, entre outros, medidas para redução de impactos através de alterações na forma como os edifícios são projetados, construídos e gerenciados ao longo do tempo”; e a *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*, desenvolvida pelo CIB e UNEP-IETC em 2002.

A Câmara da Indústria da Construção (2008) destaca alguns dos princípios básicos da construção sustentável, são eles:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Reduzir ou não provocar impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo;

- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

As principais preocupações envolvidas na construção sustentável de um empreendimento são (CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008):

- Sustentabilidade do canteiro de obras;
- Gestão de água e efluentes;
- Gestão de energia e emissões;
- Gestão de materiais e resíduos sólidos;
- Qualidade do ambiente interno;
- Qualidade dos serviços.

Dessa forma, é necessário implantar práticas mais sustentáveis em relação a todos os itens anteriormente listados, de maneira a se obter uma construção mais sustentável. Portanto, no presente trabalho, abordam-se as questões da gestão de resíduos sólidos e materiais - esta, principalmente, no que diz respeito à redução de perdas - e sustentabilidade do canteiro de obras, com foco, principalmente, na sustentabilidade ambiental e, também, envolvendo a dimensão social da sustentabilidade.

2.3.1. *Canteiros de obras mais sustentáveis*

A obtenção de um canteiro de obras mais sustentável é o foco desta pesquisa. Assim, ao longo do trabalho, são estudados aspectos e impactos ambientais provenientes das atividades praticadas nos canteiros de obras, e são propostas diretrizes para a minimização dos efeitos negativos causados ao meio ambiente. A dimensão social é tratada de duas formas: no capítulo 0 e 0, por meio de ações relativas à saúde e segurança; e no capítulo 0, por meio de estratégias que visam a cidadania e melhoria de qualidade de vida.

Degani (2003) apresenta os aspectos ambientais decorrentes das atividades sob responsabilidade das empresas construtoras de edifícios, envolvendo, portanto, as atividades que ocorrem nos escritórios das empresas, além dos canteiros de obras, conforme apresentado no Quadro 2.8.

Degani (2003) também apresenta os impactos ambientais consequentes das atividades das empresas construtoras de edifícios, subdividindo-os em função do meio atingido (Quadro 2.9).

Os aspectos e impactos ambientais apresentados por Degani foram utilizados como base para este trabalho. Para isso, eles foram analisados e sofreram algumas alterações, compondo um novo conjunto de aspectos e impactos ambientais derivados das atividades dos canteiros de obras (Capítulo 0).

Apesar da pequena quantidade de publicações científicas específicas sobre o tema da sustentabilidade do canteiro de obras, recentemente, GANGOLELLS *et al.* (2009) publicaram uma metodologia para previsão da severidade de impactos ambientais relacionados ao processo construtivo de edificações residenciais. Nota-se que o trabalho citado aborda questões semelhantes às desta pesquisa, por exemplo, as relações entre aspectos e impactos ambientais, além de utilizar, no processo avaliação, características como duração do impacto e probabilidade de ocorrência. No entanto, os trabalhos se diferem tanto na identificação de quais aspectos são derivados das atividades de canteiros, como nos impactos considerados relevantes. Isso provavelmente acontece pelo fato das pesquisas ocorrerem em países

diferentes - Espanha e Brasil – portanto, com distinções de meio ambiente, processos construtivos e questões sociais.

Aspectos ambientais decorrentes das atividades sob responsabilidade das empresas construtoras de edifícios
Geração de resíduos tóxicos
Geração de resíduos sólidos
Desperdício de materiais
Lançamento não monitorado
Descarte de recurso renovável
Emissão de vibração
Emissão de ruído dos equipamentos diversos
Impermeabilização do solo
Lançamento de fragmentos
Emissão de material particulado
Consumo e desperdício de água
Consumo e desperdício de energia
Consumo recursos naturais e manufaturados
Queima de combustíveis não renováveis
Uso da via pública
Supressão da vegetação
Rebaixamento do lençol freático
Remoção de edificações
Emprego de mão-de-obra
Risco de geração de faíscas - dispersão gás
Mudança de uso do imóvel
Risco de vazamento de CFC
Desprendimento de gases, fibras, e outros
Troca de gases insuficiente
Consumo e desperdício de gás
Perduração de redes públicas
Risco de desmoronamento
Vazamento de produtos químicos
Estímulo ao comércio local

Quadro 2.8 - Aspectos ambientais decorrentes das atividades sob responsabilidade das empresas construtoras de edifícios. Fonte: Degani (2003).

Impactos ambientais consequentes das atividades das empresas construtoras de edifícios		
Meio físico	Solo	Alteração das propriedades físicas
		Contaminação química
		Indução de processos erosivos
		Esgotamento de reservas minerais
	Ar	Deterioração da qualidade do ar
		Poluição sonora
	Água	Alteração da qualidade águas superficiais
		Aumento da quantidade de sólidos
		Poluição de águas subterrâneas
		Alteração dos regimes de escoamento
		Escassez de água
Meio biótico	Interferências na fauna local	
	Interferências na flora local	
	Alteração da dinâmica dos ecossistemas	
Meio antrópico	Alteração da qualidade paisagística	
	Escassez de energia elétrica	
	Alteração nas condições de saúde	
	Incômodo para a comunidade	
	Alteração no tráfego de vias locais	
	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	
	Alteração nas condições de segurança	
	Danos a bens edificados	
	Aumento do volume de aterros de resíduos	
	Geração de emprego e renda	
	Aumento de despesas do município/empresa	
	Interferência na drenagem urbana	
	Perda de solos férteis	
	Dinamização econômica	

Quadro 2.9 - Impactos ambientais consequentes das atividades das empresas construtoras de edifícios. Fonte: Degani (2003).

2.4. Metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios

Uma das maneiras de incentivar a busca pela sustentabilidade na indústria da construção civil é a adoção de sistemas de avaliação e classificação do desempenho ambiental e da sustentabilidade de edifícios. As metodologias também funcionam como orientação ao mercado quanto ao desempenho esperado para os edifícios.

Dessa forma, diversos países desenvolveram metodologias que cobrem aspectos do empreendimento, desde suas relações com o sítio onde está implantado, até saúde e conforto dos usuários, incluindo preocupações como escolha de materiais, economia de energia e de água, poluições e incômodos (CARDOSO, 2006).

Não é o objetivo deste item apresentar as metodologias detalhadamente. A proposta é abordar as exigências das metodologias internacionais em relação aos canteiros de obras, assim como mostrar como o tema é tratado no Processo AQUA - primeiro certificado para construções sustentáveis adaptado para o Brasil.

2.4.1. *Exigências das metodologias internacionais de avaliação da sustentabilidade de edifícios em relação aos canteiros de obras*

O levantamento das exigências das metodologias internacionais foi realizado com base em Cardoso (2006). Todas as informações apresentadas neste item pertencem a esse estudo. Nele, o autor considerou as metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios mais correntemente em uso no mundo: *BREEAM - BRE's Environmental Assessment Method* (Reino Unido); *CASBEE - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (Japão); *Certification Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® Bureau et Enseignement* (França); *Certification Habitat et Environnement* (França); *EcoHomes – The Environmental Rating for Homes* (Reino Unido); *Green Building GB Toll* (Consórcio internacional); *Green Star™* (Austrália); *LEED™ – Leadership in Energy & Environmental Design* (EUA).

2.4.1.1. **BREEAM**

A metodologia é voltada para edifícios de escritórios novos ou em reforma e a avaliação é feita por pontos, ou seja, o atendimento a cada exigência proposta vale pontos. Assim, com relação ao canteiro de obras, é possível pontuar, no máximo, 70 pontos de um total de 695, ou seja, 11,7%.

As exigências relativas aos canteiros de obras aparecem em duas sessões do referencial da metodologia: Gestão e Ecologia. A primeira trata da monitoração, triagem e reciclagem dos resíduos dos canteiros de obras; das práticas referentes à minimização dos riscos de poluição do ar, do solo, dos cursos d'água e das redes públicas de infraestrutura; do uso de madeira proveniente de manejos sustentáveis, reúso ou reciclagem; do controle do pré-comissionamento, do comissionamento e da qualidade da obra. A segunda sessão, denominada Ecologia, trata da preservação de árvores com troncos de diâmetro acima de 100 mm, de lagoas e de córregos.

2.4.1.2. CASBEE

A metodologia praticamente não inclui exigências referentes ao canteiro de obras. A exceção é o incentivo ao uso de materiais reciclados e o reúso de componentes estruturais, além do emprego de madeiras provenientes de florestas sustentáveis.

2.4.1.3. HQE - Haute Qualité Environnementale

Essa metodologia é voltada para edifícios comerciais e escolas, e apresenta uma categoria denominada “Canteiro de obras com baixo impacto ambiental”. A avaliação é feita por níveis, sendo as escalas: nível Base (B) - critérios baseados em indicadores normalizados ou regulamentares ou correspondentes às práticas usuais; nível Intermediário (I) - critérios superiores aos das práticas usuais; nível Superior (S) - critérios definidos a partir das melhores práticas constatadas em empreendimentos similares já realizados na França.

As duas exigências relacionadas aos canteiros de obras são: otimização da gestão dos resíduos do canteiro e redução dos incômodos, poluições e consumos gerados pelo canteiro. Outra exigência é que o empreendedor implante um Sistema de Gestão do Empreendimento (*Système de Management de l'Opération - SMO*), para assegurar a continuidade das medidas estabelecidas. Dentre as determinações deste, é indicada a sensibilização dos trabalhadores, de modo a comprometê-los com as ações ambientais conduzidas na obra, e a criação de canais de comunicação com vizinhança da obra.

Com relação à otimização da gestão dos resíduos do canteiro, exige-se: a minimização da geração de resíduos, a correta quantificação, organização, triagem e acondicionamento dos resíduos no canteiro, assim como a garantia da rastreabilidade dos resíduos.

As exigências do item “Redução dos incômodos, poluições e consumos gerados pelo canteiro” envolvem a implantação de estratégias e planos para limitar os incômodos sonoros, visuais, os incômodos devidos à circulação de veículos e à poeira, ao barro e às sobras de concreto; as poluições do solo e do subsolo, da água e do ar, o consumo de água e energia.

2.4.1.4. Certification Habitat et Environnement;

Essa metodologia é voltada a edifícios habitacionais, tendo como uma das categorias de preocupação o “Canteiro de obras limpo”. Traz cinco exigências: “mecanismos para a correta contratação das empresas que atuam no canteiro; destinação final dos resíduos; preparação do canteiro; controle dos impactos ambientais do canteiro; e balanço ambiental do canteiro”.

Quanto aos “Mecanismos para a correta contratação das empresas que atuam no canteiro”, exige-se que o empreendedor inclua a questão ambiental no processo de contratação das empresas, determine que cada empresa defina um responsável ambiental para o canteiro e disponibilize para as empresas contratadas os elementos que permitam com que estas atendam aos objetivos ambientais fixados.

Com relação à “Destinação final dos resíduos”, exige-se que a construtora faça uma lista dos resíduos gerados, separando por classes e incluindo as quantidades, de acordo com as etapas da obra, complementando com informações relativas às destinações finais, com uma estimativa dos custos correspondentes. Determina-se a redução da deposição em aterros, privilegiando as cadeias disponíveis de reciclagem. A empresa construtora deve fornecer ao empreendedor os registros relativos à destinação final dos resíduos.

O item “Preparação do canteiro” exige que o empreendedor estude, antes do início da obra, a elaboração do canteiro, de modo a atender aos objetivos relacionados à redução dos impactos ambientais.

Quanto ao “Controle dos impactos ambientais do canteiro”, é exigido que o empreendedor defina as disposições adequadas a serem implantadas para gerenciar os impactos ambientais do canteiro.

Por fim, em relação ao “Balanço ambiental do canteiro” é necessário realizar, ao fim da obra, um balanço ambiental do canteiro, com o objetivo de mensurar os esforços conduzidos, e as disposições ambientais implantadas, além da sua efetividade. Permite-se, dessa forma, a retroalimentação das informações, de modo a utilizar as experiências em outros canteiros de obras.

2.4.1.5. Green Building GBTool - Versão 2005

O GBTool avalia três diferentes preocupações relacionadas aos canteiros de obras: resíduos sólidos, impactos no terreno e aspectos sociais da obra.

Em relação aos resíduos sólidos, a exigência é a minimização da quantidade de resíduos sólidos gerados pela implantação de um plano de gestão de resíduos, com medidas de segregação, reúso e reciclagem, fixando as porcentagens mínimas, em peso, do resíduo da construção a ser reciclado ou reutilizado (no canteiro ou fora dele), de acordo com o nível de resposta do canteiro: aquém, 3%; prática aceitável, 15%; boa prática, 51%; prática excelente, 75%.

A preocupação “Impactos no terreno” exige a elaboração de um plano de minimização dos impactos a cursos d’água e a outras características naturais do terreno, assim como dos impactos erosivos no solo do terreno da obra e no de suas adjacências, devidos à obra ou ao paisagismo realizado.

Por fim, em relação aos aspectos sociais da obra, o objetivo é minimizar os acidentes de trabalho que causem ferimentos ou mortes nos trabalhadores da obra

2.4.1.6. Green Star

A metodologia não inclui exigências referentes ao canteiro de obras.

2.4.1.7. LEED - Leadership in Energy & Environmental Design

A metodologia LEEDTM é avaliada por meio da soma de pontos, com um máximo atingível de 69. O projeto é avaliado quando alcança, no mínimo, 26 pontos (*certified*), sendo que obtém a avaliação máxima a partir de 52 (*platinum*), existindo dois níveis intermediários (*silver* e *gold*).

Duas exigências são feitas referentes ao canteiro de obras: controle de erosão e de assoreamento e gestão dos resíduos do canteiro. A primeira é obrigatória e não acrescenta pontos, enquanto a segunda pode render até dois pontos, ou seja, 3% do total possível.

A exigência “Controle de erosão e assoreamento” tem por objetivo o monitoramento da erosão, visando à redução dos possíveis impactos negativos na qualidade da água e do ar. É necessária a elaboração de um “plano do controle de assoreamento e de erosão” específico para cada obra, de modo a prevenir a perda do solo durante a construção por águas de chuvas ou erosões, assim como evitar a poluição do ar pela poeira ou material particulado.

Com relação à gestão dos resíduos do canteiro, o objetivo é direcionar os resíduos de construção e demolição e a terra escavada para outros destinos que não a disposição em aterros; os recursos recuperados recicláveis de volta para os responsáveis pela sua produção industrial (logística reversa); os materiais reutilizáveis para as destinações apropriadas. Exige-se o desenvolvimento e a implantação de um plano de gestão dos resíduos do canteiro.

2.4.2. Exigências do Processo AQUA para a avaliação da sustentabilidade de edifícios em relação aos canteiros de obras

O processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é o primeiro certificado brasileiro para construções sustentáveis. Seu Referencial Técnico foi adaptado do “Démarche HQE” (item 2.4.1.3), de origem francesa, considerando as demandas e particularidades do Brasil.

A avaliação é feita por níveis, sendo as escalas: nível Base (B) - critérios baseados em indicadores normalizados ou regulamentares ou correspondentes às práticas usuais; nível Intermediário (I) - critérios superiores aos das práticas usuais; nível Superior (S) - critérios definidos a partir das melhores práticas constatadas em empreendimentos similares já realizados no Brasil.

A metodologia apresenta entre suas categorias de preocupações ambientais do edifício o item “Canteiro de obras com baixo impacto ambiental”. Este é dividido em duas subcategorias: otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras e redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras.

Quanto à “Otimização da gestão dos resíduos do canteiro de obras” as preocupações envolvidas são: a minimização da produção de resíduos do canteiro de obras; o beneficiamento do máximo possível dos resíduos e de forma coerente com as cadeias locais existentes; e asseguramento da correta destinação dos resíduos.

Em relação ao item “Redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos”, as exigências concernem à limitação de incômodos, de poluição e de consumo de recursos (água e energia). Os incômodos considerados são os sonoros, visuais, os devidos à circulação de veículos, ao material particulado, à lama e aos derramamentos de concreto. A poluição envolve os efeitos ao solo, subsolo, água e ar. O consumo de recursos, por sua vez, trata de água e energia.

2.4.3. *Considerações sobre as metodologias de avaliação apresentadas*

De maneira geral, as metodologias de avaliação internacionais apresentam poucas exigências em relação aos canteiros de obras, e, em alguns casos, nenhuma. O Processo AQUA e o HQE, por outro lado, dão mais atenção ao tema, ainda assim não abrangendo todos os aspectos envolvidos. As questões sociais estão ausentes em todos os exemplos, evidenciando a ênfase na dimensão ambiental da sustentabilidade.

ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DOS CANTEIROS DE OBRAS

As atividades de construção civil geram aspectos ambientais, que por sua vez provocam impactos ambientais, que atingem o meio ambiente (meios físico, biótico e antrópico) alterando suas propriedades naturais (Figura 3.1).

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa - que tem por finalidade a redução dos impactos ambientais - envolve necessariamente o estudo das causas de tais impactos, ou seja, os aspectos ambientais. Esses são os elementos consequentes das atividades presentes em um canteiro de obras, sobre os quais a equipe de obra pode agir e ter controle. Atuando nestes, seja por meio de inserção de medidas gerenciais ou tecnológicas, obtêm-se as reduções nas interferências negativas causadas pelas construções.

Figura 0.1 - Esquema representativo do estudo dos aspectos e impactos ambientais

Por meio de matrizes de correlação (seção 3.3), é possível relacionar impactos, aspectos e atividades. Assim, é possível saber qual atividade gera cada aspecto, e também qual aspecto gera cada impacto.

Por outro lado, a importância no conhecimento dos impactos ambientais está na escolha de onde agir em primeiro lugar e para o quê dar prioridade (seção 3.4), já que não se pode atuar sobre tudo, pois, normalmente, os recursos disponíveis são limitados.

Priorizados os impactos que precisam ser reduzidos ou eliminados, pode-se definir as tecnologias e as ações de natureza gerencial necessárias para tanto, estabelecendo os recursos que precisam ser implantados - equipamentos a serem comprados, profissionais a serem treinados ou contratados, ferramentas gerenciais a serem implantadas, etc. - e os prazos e custos envolvidos. São essas as principais informações que interessam aos profissionais de obra preocupados com a questão da sustentabilidade. E, portanto, este é o foco do presente trabalho.

O processo descrito - que envolve a identificação de impactos e aspectos ambientais e suas correlações, priorização e definição de diretrizes - é expresso de maneira resumida e esquematizada na Figura 3.2.

Figura 0.2 - Processo para definição das diretrizes de gestão ambiental de canteiros de obras.

2.5. Aspectos ambientais

O estudo teve por objetivo a identificação dos aspectos ambientais presentes nos canteiros de obras e a análise dos motivos pelos quais eles são relevantes.

2.5.1. Identificação dos aspectos ambientais

Os aspectos ambientais foram identificados e analisados com base em Degani (2003) (Quadro 2.8), gerando a divisão em quatro temas - Recursos; Incômodos e Poluições; Infraestrutura do Canteiro de obras e Resíduos - de acordo com as atividades das quais eles são derivados (Quadro 0.1).

O primeiro tema, *Recursos*, trata, dentro dos limites de decisão que a equipe de obra pode ter, do consumo (compras e contratações) de recursos naturais e manufaturados e do consumo e desperdício de água e energia no canteiro.

Os *Incômodos e Poluições* referem-se às atividades de transformação da produção, incluindo: serviços preliminares; infraestrutura; estrutura; vedações verticais; cobertura e proteção; revestimentos verticais; pintura; pisos; sistemas prediais; e redes e vias.

O tema *Resíduos*, por sua vez, trata do manejo e da destinação dos resíduos, considerando as exigências da Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002).

Por fim, o tema *Infraestrutura do canteiro de obras* aborda, entre outros pontos, os procedimentos para que as construções provisórias do canteiro de obras (áreas de produção, de apoio, de vivência, equipamentos, proteções coletivas, etc.) sejam implantadas e funcionem de modo a minimizarem os impactos ambientais decorrentes e para que atividades desenvolvidas para ou durante a construção e o uso dessas instalações causem os menores impactos – remoção de edificações, supressão da vegetação, armazenagem de produtos, ocupação da via pública, circulação de veículos, etc.

2.5.2. *Razões para se preocupar com os aspectos ambientais*

Conhecidos os aspectos ambientais, é necessário entender quais as consequências de cada um e os motivos de seus destaques. Dessa maneira, é possível compreender os impactos ambientais, priorizá-los e formular as diretrizes para eliminar ou diminuir as interferências negativas causadas ao meio ambiente.

ASPECTOS AMBIENTAIS	
Recursos	Consumo de recursos (inclui perda incorporada e embalagens)
	Consumo e desperdício de água
	Consumo e desperdício de energia
Incômodos e poluições	Geração de resíduos perigosos
	Geração de resíduos sólidos
	Emissão de vibração
	Emissão de ruídos
	Lançamento de fragmentos
	Emissão de material particulado
	Risco de geração faíscas onde há gases dispersos
	Desprendimento de gases, fibras e outros
	Renovação do ar
	Manejo de materiais perigosos
Resíduos	Perda de materiais por entulho
	Manejo de resíduos
	Destinação de resíduos (inclui descarte de recursos renováveis)
	Manejo e destinação de resíduos perigosos
	Queima de resíduos no canteiro
Infraestrutura do canteiro de obras	Remoção de edificações
	Supressão da vegetação
	Risco de desmoronamentos
	Existência de ligações provisórias (exceto águas servidas)
	Esgotamento de águas servidas
	Risco de perfuração de redes
	Geração de energia no canteiro
	Existência de construções provisórias
	Impermeabilização de superfícies
	Ocupação da via pública
	Armazenamento de materiais
	Circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos
	Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos

Quadro 0.1 - Aspectos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: baseado em Degani (2003).

2.5.2.1. Recursos

2.5.2.1.1. *Aspecto ambiental: Consumo de recursos (inclui perda incorporada e embalagens)*

O aspecto ambiental “consumo de recursos” envolve o consumo de materiais, produtos e componentes, as perdas incorporadas e as embalagens.

No Brasil, estima-se que a construção habitacional utilize uma tonelada de material por um metro quadrado. Por ano, o consumo de recursos pode passar de 200 milhões de toneladas (SOUZA; DEANA, 2007). De acordo com John; Oliveira e Lima (2007), “a construção de edificações consome até 75% dos recursos extraídos da natureza, com o agravante que a maior parte destes recursos não é renovável”.

O consumo desnecessário de recursos tem como consequência imediata o esgotamento de jazidas e a geração de resíduos. No entanto, outros impactos ambientais podem ser identificados, tais como: emissão de gases poluentes, seja durante a extração, fabricação ou transporte do recurso; contaminação da água por lavagem de matéria prima extraída e por processos industriais; consumo de energia e água, entre outros insumos, para manter a produção, etc. A produção mundial de cimento *Portland*, por exemplo, responde por cerca de 6% de todas as emissões antropogênicas de CO₂ (JOHN, 2003).

Outro ponto a ser considerado é o consumo de recursos mais sustentáveis, ou seja, escolha de fornecedores que respeitem leis trabalhistas e ambientais, e que ofereçam condições de trabalho adequadas aos trabalhadores. É preferível a utilização de materiais renováveis, reutilizáveis ou recicláveis, quando possível.

Especificamente, é importante atentar ao consumo de madeira. Segundo Souza e Deana (2007), no Brasil, a construção civil é responsável pelo consumo de 2/3 da madeira natural extraída. O uso de árvores de áreas não manejadas gera uma complexa cadeia de impactos ambientais que altera a fauna, a flora, o ar, etc.

As perdas são “[...] toda a quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, demais prescrições do executor, para o produto sendo executado [...]”. A perda incorporada, por sua vez, representa a “[...] incorporação de materiais superiores à teoricamente prescrita [...]” em atividades de moldagem *in loco* (SOUZA, 2005). Por exemplo, a construção de lajes ou camadas de revestimento mais espessas que as especificadas em projeto proporcionam um consumo excessivo de materiais, ou seja, perda incorporada.

Por fim, o uso de embalagens de forma desnecessária, que não possam reutilizadas ou recicladas, de materiais não renováveis, que utilizem energia em demasia ou que emitam excesso de poluentes em sua fabricação, é danoso ao meio ambiente e não incorpora nenhum valor ao empreendimento.

2.5.2.1.2. *Aspecto ambiental: Consumo e desperdício de água*

O consumo de água é uma questão de sobrevivência para os seres vivos. A escassez do recurso está relacionada às áreas áridas e semi-áridas do planeta, assim como aos centros urbanos, nos quais os usos da água se diversificaram, provocando a redução no volume e alteração da qualidade das águas disponíveis (SILVA, 2004). Portanto, o desperdício de água nos canteiros de obras colabora para a escassez desse recurso cada vez mais raro, principalmente em centros urbanos.

2.5.2.1.3. *Aspecto ambiental: Consumo e desperdício de energia*

O aspecto ambiental “*Consumo e desperdício de energia*” refere-se ao uso de todos os tipos de energia na implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras, nos processos de produção e nos transporte dentro e fora da praça de trabalho.

Há, pelo menos, três questões centrais a se considerar com relação o consumo de energia: as emissões consequentes da geração de energia e do uso de combustíveis fósseis; se a fonte é renovável ou não; e os riscos ao meio ambiente

(inclusive à saúde e segurança dos trabalhadores e vizinhança) se houver vazamentos no canteiro de obras.

De acordo com Lamberts e Triana (2007), o consumo de energia tem aumentado em todo o planeta, como consequência do modo de vida das populações e suas crescentes exigências, por exemplo, a busca por conforto por meio de sistemas e equipamentos supridos por energia originária de fontes não renováveis. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, o aumento da população e a migração para as cidades é a principal causa do aumento do consumo energético. Países desenvolvidos, como Estados Unidos e Canadá, apresentam um dos maiores níveis de consumo de energia elétrica per capita no mundo, sendo que uma das principais causas são as edificações condicionadas artificialmente.

No entanto, o desafio se apresenta com o aumento do PIB dos países em desenvolvimento, o que gera aumento das expectativas de conforto da população. No entanto, se países como a Índia e a China consumissem da mesma forma que os Estados Unidos ou Canadá, a produção não seria suficiente para atender à demanda. Dessa forma, é imperativo que se tomem medidas visando o consumo racional de energia nos países em desenvolvimento (Lamberts; Triana, 2007).

2.5.2.2. Incômodos e poluições

2.5.2.2.1. Aspecto ambiental: Geração de resíduos perigosos

A geração de resíduos perigosos é aqui indicada por apresentar, de maneira simplificada, três consequências: contaminação dos resíduos inertes, impactos ao meio físico no local da obra e riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, vizinhança e sociedade.

A contaminação dos resíduos inertes pode acontecer no momento da demolição, por exemplo, se parte da tinta do revestimento ficar aderida nos blocos. Na construção, a contaminação pode ocorrer por falhas na separação dos resíduos na obra.

Segundo Ângulo e John (2006), a presença de resíduos perigosos em aterros de inertes, taludes e obras de infraestrutura causam problemas como: dispersão de fibras de cimento amianto pela compactação em aterros, expondo funcionários e a população local a riscos de saúde; e incêndios pela presença de substâncias orgânicas. Outra consequência da contaminação de resíduos é o aumento da concentração de contaminantes por reciclagem intensa e cíclica.

A presença de resíduos perigosos na composição dos RCD (resíduos de construção e demolição) é relativamente baixa. No entanto, sua importância não é menor, sendo necessário proceder e tratar essa parcela adequadamente (PINTO, 1999). Nos Estados Unidos, a quantidade de resíduos perigosos em relação à quantidade total de RCD em massa é de 0,4% (EPA, 1995).

Os resíduos perigosos podem impactar o meio ambiente de diversas maneiras, por exemplo: pela contaminação química do solo por penetração de substâncias tóxicas, como tintas e solventes; deterioração da qualidade do ar pelo desprendimento de gases tóxicos, como compostos orgânicos voláteis; poluição de águas subterrâneas, pela percolação de resíduos perigosos pelo solo, atingindo o lençol freático; e alteração das condições de saúde do trabalhador, por exemplo, pela inalação ou manejo inadequado de substâncias nocivas à saúde.

Destaca-se a questão da escavação de solos contaminados. Estes solos causam “riscos à segurança das pessoas e das propriedades, riscos à saúde pública e dos ecossistemas, restrições ao desenvolvimento urbano e redução do valor imobiliário do terreno” (SÁNCHEZ, 2001). O aumento do número de novas construções na cidade de São Paulo fez com que os terrenos contaminados, anteriormente discriminados pelas construtoras, passassem a ser alternativa para a localização de novos empreendimentos, gerando problemas, por exemplo, durante as escavações, as quais geram resíduos contaminados e precisam receber tratamento adequado.

A geração de resíduos perigosos na construção civil, hoje, não pode ser totalmente evitada, porém, pode ser minimizada ou controlada.

2.5.2.2.2. *Aspecto ambiental: Geração de resíduos sólidos*

Os resíduos de construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos em áreas urbanas. A rápida urbanização e o adensamento das cidades de médio e grande porte têm gerado dificuldades para a destinação do grande volume de resíduos gerados em atividades de construção, renovação e demolição de edificações e infraestrutura urbanas (PINTO, 1999).

Outros impactos advindos da geração de resíduos sólidos podem ser observados, tais como: incômodos à vizinhança pela circulação de caminhões, caçambas, ou disposição em lotes vazios nos arredores; acréscimo da quantidade de sólidos nas águas por carreamento e aumento de material particulado em suspensão, ambos causados por gestão incorreta dos resíduos.

Apesar da geração de resíduos em um canteiro de obras ser inevitável, a Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002) preconiza, em primeiro lugar, a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem e cuidados na destinação final.

2.5.2.2.3. *Aspecto ambiental: Emissão de vibração*

A vibração dos equipamentos e máquinas utilizados pelos trabalhadores pode provocar danos à saúde. As vibrações aplicadas em todo o corpo, originadas por veículos de transporte e pisos vibrantes, por exemplo, “[...] podem provocar ressonâncias nas partes internas do corpo e solicitar principalmente os músculos e o esqueleto (coluna vertebral)”, enquanto vibrações severas sofridas pelas mãos, causadas por ferramentas vibrantes, “[...] podem provocar danos neurológicos, circulatórios, modificações da força muscular e da destreza manual” (XIMENES; MAINIER, 2005).

Nas edificações vizinhas, as vibrações podem causar patologias decorrentes de danos estruturais ou não. Danos estruturais são aqueles que afetam a capacidade resistente da estrutura (como trincas em lajes, vigas ou pilares e alteração das condições das fundações), enquanto danos não estruturais podem acontecer por

consequência de danos estruturais (como reflexão de trincas) ou em decorrência do efeito da vibração nas camadas de revestimento e vedação (como trincas em forros de gesso e pisos).

2.5.2.2.4. *Aspecto ambiental: Emissão de ruídos*

A “Emissão de ruídos” tem por consequência a poluição sonora, que pode ser definida como qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente, “[...] que possam lesar fisiologicamente e/ou, psicologicamente, a saúde, a segurança e o bem-estar dos seres vivos, podendo provocar efeitos clínicos, estresse, dificuldades mentais e emocionais e até a surdez progressiva e imediata” (ANDRADE, 2004).

2.5.2.2.5. *Aspecto ambiental: Lançamento de fragmentos*

O “Lançamento de fragmentos”, como blocos, lascas de concreto, placas cerâmicas, madeira, etc., causa riscos aos trabalhadores, aos transeuntes, veículos parados ou em movimento nos arredores, vizinhos e edificações adjacentes.

2.5.2.2.6. *Aspecto ambiental: Emissão de material particulado*

O material particulado sob certas concentrações, em função de suas propriedades físico-químicas, prejudica a visibilidade e causa efeitos nocivos aos seres humanos, à flora, à fauna e aos materiais (RESENDE, 2007).

Os seres humanos, quando expostos ao material particulado, podem sofrer danos no sistema respiratório e coração, pois as partículas menores que $10\ \mu\text{m}$ - denominadas MP_{10} - “[...] têm facilidade em penetrar no sistema respiratório, atingir os pulmões e, em alguns casos, a corrente sanguínea” (Quadro 0.2). Dentre as patologias identificadas, podem-se mencionar doenças na artéria coronária, asma, falhas no coração e obstrução pulmonar crônica, aumentando o risco de morte em pessoas com doenças respiratórias ou do coração (RESENDE, 2007).

Os efeitos nocivos à fauna, segundo Resende (2007), são: a diminuição das funções respiratórias; danos aos olhos, dentes e ossos; maior sensibilidade a doenças; e

redução da capacidade reprodutiva. Já, a flora sofre com: alteração dos processos fotossintéticos; bloqueio dos estômatos; alteração química da superfície; adição excessiva de nutrientes, poluição e mudanças no pH do solo; aumento de materiais em suspensão nas águas; e limitação da radiação solar. Tais impactos apresentam como consequência redução da resistência a doenças e problemas no crescimento das plantas.

Índice de qualidade do ar	MP ₁₀ (µm/m ³) ³	Descrição dos efeitos sobre saúde
Boa	0-50	-
Regular	51-150	-
Inadequada	151-250	Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia
Má	251-420	Decréscimo da resistência física, e significativo agravamento dos sintomas em pessoas com enfermidades cardíaco-respiratórias. Sintomas gerais na população sadia
Péssima	421-500	Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis
Crítica	501-600	Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua atividade normal

Quadro 0.2 - Estrutura do Índice de qualidade do ar. Adaptado de Cetesb (2005).

Os danos que o material particulado pode causar sobre os materiais estão associados, em geral, à sua deposição sobre superfícies. Assim, o processo de deterioração que os materiais sofrem, causado por ações naturais como vento, chuva, umidade do ar, luz solar e variações de temperatura é agravado pela presença de material particulado. Dentre as possíveis patologias podem-se mencionar a corrosão de metais, danos a pedras calcárias, concretos, argamassas, superfícies pintadas, etc.

Por fim, a visibilidade, “[...] definida como o grau de transparência da atmosfera para a luz visível e claridade e fidelidade de cores da atmosfera”, “[...] é afetada pelo espalhamento de luz e absorção de luz pelos aerossóis” (RESENDE, 2007).

³ Partículas inaláveis

Os efeitos nocivos potenciais da emissão de material particulado de canteiros de obras são sintetizados no Quadro 0.3.

Recursos afetados	Efeitos nocivos potenciais
Pessoas	Efeitos à saúde por partículas que causam irritação nos olhos, boca, pele, cabelo e lábios ou penetram o sistema respiratório, causando problemas respiratórios ou cardíacos
	Danos aos materiais e propriedades por deposição e lavagem frequente das superfícies
Paisagem	Perda de identidade visual por deposição de partículas
Conservação natural	Recobrimento da superfície de folhas, causando sombreamento, com consequente redução da fotossíntese, alteração dos níveis de pigmentação e redução de produtividade
	Bloqueio dos poros estomatais, limitando as funções naturais das plantas
	Alteração das propriedades químicas das folhas, deixando-as suscetíveis a doenças
	Adição de nutrientes por presença das partículas, causando deficiências às plantas
	Mudança dos níveis de pH, quando as partículas possuem diferentes níveis de pH em relação ao solo (partículas de cimento, por exemplo, são altamente alcalinas)
	Poluição do solo por deposição ou carregamento de águas de chuva
	Criação de filme sobre superfície de corpos hídricos por deposição
Ambiente aquático	Aumento de partículas suspensas ou dissolvidas, alterando a ecologia aquática
Qualidade do ar	Aumento da concentração de partículas poluentes, causando deterioração da qualidade do ar

Quadro 0.3 - Efeitos nocivos potenciais da emissão de material particulado de canteiros de obras. Fonte: Resende (2007).

2.5.2.2.7. *Aspecto ambiental: Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos*

A ameaça da geração de faíscas onde há gases dispersos é a ocorrência de explosões e incêndios. Em consequência das atividades realizadas nos canteiros de obras, podem ocorrer vazamentos inesperados de gases, com origem em tubulações perfuradas durante demolição e escavações, ou até mesmo desprendimento de gases do subsolo, como na escavação de tubulões. Por outro

lado, é comum entre as atividades de canteiro que haja geração de faíscas por algum equipamento ou máquina.

2.5.2.2.8. *Aspecto ambiental: Desprendimento de gases, fibras e outros*

É possível que nas atividades realizadas nos canteiros de obras ocorram desprendimentos de gases, fibras, vapores, material particulado (Seção 2.5.2.2.6), entre outros. Como consequência, estes podem causar efeitos nocivos à saúde do ser humano, principalmente dos trabalhadores que estão em contato com a fonte do desprendimento. Embora estejam mais afastadas, a vizinhança e a fauna local também podem sofrer danos à saúde.

Os compostos orgânicos voláteis, como o benzeno, tolueno, xilenos, n-butanol e metilisobutilcetona, encontrados em solventes orgânicos utilizados, por exemplo, em tintas e resinas, “[...] atuam predominantemente sobre o sistema nervoso central como depressoras, que dependendo da concentração e do tempo de exposição, podem causar desde sonolência, tontura, fadiga até narcose e morte [...]” (COSTA; COSTA, 2002).

Dentre os gases possivelmente emitidos durante as atividades de canteiro de obras estão o monóxido de carbono, metano, dióxido de enxofre, etc. O dióxido de enxofre e seus derivados (aerossóis ácidos) são resultados do uso de combustíveis fósseis, e causam irritações nos olhos e trato respiratório, além de contribuir para o fenômeno da chuva ácida. Essas substâncias podem permanecer na atmosfera por um longo período de tempo, sendo transportados para regiões distantes da fonte emissora, aumentando a área de ação do poluente. O monóxido de carbono, cuja principal fonte é a queima de combustíveis e de cigarro, diminui a capacidade do sangue transportar oxigênio, podendo resultar em morte, em função do tempo de exposição (BRAGA; PEREIRA, SALDIVA, 2002).

As fibras, como amianto (ou asbesto), sílica, lãs minerais, entre outros, são responsáveis por diversos males, como pneumoconiose. A asbestose, causada pela exposição aos asbestos, causa insuficiência pulmonar rapidamente progressiva, surgindo, frequentemente, carcinomas brônquicos entre outras doenças, podendo

levar ao óbito (NOGUEIRA et al, 1975). A silicose, causada pela inalação de poeiras contendo sílica livre cristalizada, “[...] é uma doença pulmonar crônica e incurável, de evolução progressiva e irreversível, que pode levar à incapacidade para o trabalho, invalidez, aumento da suscetibilidade à tuberculose e câncer do pulmão [...]” (SANTOS, 2005).

2.5.2.2.9. Aspecto ambiental: Renovação do ar

A falta de renovação do ar no interior de edificações pode aumentar os níveis de poluentes nos ambientes internos, sendo eles gases, material particulado, ou qualquer outra substância emitida dentro do recinto (EPA, sd (1)).

Como discutido nos itens 2.5.2.2.6 e 2.5.2.2.8, diversas substâncias causam efeitos nocivos à saúde dos seres humanos. Estes podem ser potencializados se não houver renovação do ar no ambiente da fonte geradora.

Ambientes em que não são feitas trocas de ar com o exterior tornam-se insalubres pela alta concentração de dióxido de carbono (gás carbônico) em relação ao oxigênio.

A umidade excessiva nos ambientes internos também é prejudicial, principalmente quando são considerados os refeitórios e as áreas de vivência que, muitas vezes, estão localizados em subsolos e estão suscetíveis ao calor e à umidade. Essas condições favorecem à formação de fungos, podendo causar doenças respiratórias e outros problemas à saúde (EPA, sd (2)).

2.5.2.2.10. Aspecto ambiental: Manejo de materiais perigosos

O manejo descuidado de materiais perigosos pode causar diversas patologias, dentre elas as doenças respiratórias (seção 2.5.2.2.6), pneumoconioses (seção 2.5.2.2.8), queimaduras e dermatoses, que podem ocorrer pelo contato com cimento, solventes, óleos, graxas, entre outros (BRASIL, 2006).

2.5.2.3. Resíduos

2.5.2.3.1. Aspecto ambiental: Perda de materiais por entulho

Como mencionado na seção 2.5.2.2.2, os resíduos de construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos em áreas urbanas (PINTO, 1999). A perda de materiais por entulho, de acordo com Souza (2005), é o resíduo das atividades de produção. Essa perda é caracterizada por não ficar na obra, em oposição às perdas incorporadas (seção 2.5.2.1.1), sendo direcionada, em última instância, para os aterros ou reciclagem.

As perdas por entulho, além de representarem um alto custo ao construtor, impactam duplamente o meio ambiente: ao ampliar o consumo dos produtos inutilmente e ao aumentar os volumes enviados às áreas de destinação.

2.5.2.3.2. Aspecto ambiental: Manejo de resíduos

O manejo de resíduos, conforme a Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002), inclui as atividades de caracterização, triagem, acondicionamento e transporte.

Na caracterização, etapa em que o gerador identifica e quantifica os resíduos (Resolução Conama 307 de 2002), é essencial que não haja erros que prejudiquem as etapas seguintes. Por exemplo, a identificação incorreta pode levar a falhas na triagem e, por consequência, pode ocorrer uma destinação inadequada (item 2.5.2.3.3).

O acondicionamento, ou seja, confinamento dos resíduos, deve ocorrer desde a sua geração até o transporte, com o objetivo de assegurar as condições de reutilização e de reciclagem. Esse confinamento também é necessário para que os resíduos não sejam espalhados, poluindo o ar e as vias adjacentes, e alcançando corpos d'água

O transporte de resíduos pode causar dois tipos de impacto: os relativos à circulação e manutenção de veículos, equipamentos e máquinas (itens 2.5.2.4.12 e 2.5.2.4.13) e os relativos ao acondicionamento durante o transporte.

2.5.2.3.3. Aspecto ambiental: Destinação de resíduos (inclui descarte de recursos renováveis)

Os impactos que a destinação imprudente de resíduos podem envolver abrangem o aumento do consumo de recursos, a contaminação e ampliação do volume de aterros, descartes ilegais, dentre outros.

O descarte de recursos que possam ser reciclados ou reutilizados contribui significativamente para o aumento do consumo de recursos e do volume de aterros. Por outro lado, a destinação incorreta de resíduos considerados perigosos (item 2.5.2.2.1) impacta de maneira negativa o meio ambiente, podendo se expandir pelas redondezas do local de descarte, correndo o risco de atingir corpos d'água.

2.5.2.3.4. Aspecto ambiental: Manejo e destinação de resíduos perigosos

Os riscos associados ao manejo e destinação de resíduos perigosos foram discutidos ao longo dos itens 2.5.2.2.1, 2.5.2.2.6, 2.5.2.2.7, 2.5.2.2.8, 2.5.2.2.10.

Assim, o manejo e destinação de resíduos perigosos podem causar poluição do meio ambiente, contaminação dos resíduos inertes e, conseqüentemente, contaminação de aterros, riscos à saúde e segurança dos trabalhadores e vizinhança, além de prejuízos à visibilidade, ocorrência de explosões e incêndios, etc.

2.5.2.3.5. Aspecto ambiental: Queima de resíduos no canteiro

A queima de resíduos nos canteiros, além de não ser prevista na Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002), provoca impactos derivados do desprendimento de gases tóxicos, além de deteriorar a qualidade do ar.

A queima de madeiras pintadas, por exemplo, é uma fonte de contaminação por chumbo, cujas consequências em adultos são, “[...] falta de apetite, gosto metálico na boca, desconforto muscular, mal estar, dor de cabeça e cólicas abdominais fortes” (ABMC, sd). Outro exemplo é a queima do PVC, que gera ácido, clorídrico podendo causar ferimentos sérios (CISQ, sd).

2.5.2.4. Infraestrutura do canteiro de obras

2.5.2.4.1. Aspecto ambiental: Remoção de edificações

A remoção de edificações é um dos aspectos gerados pela atividade de demolição. Por causa da semelhança de terminologia, é necessário diferenciar a atividade do aspecto. Portanto, o aspecto “remoção de edificações” se refere à retirada de um edifício do local e suas consequências. Dessa maneira, a emissão de ruídos é um aspecto gerado pela atividade de demolição, e não é uma consequência do aspecto remoção de edificações, da mesma forma para a emissão de vibrações e material particulado, manejo de resíduos perigosos, desprendimento de gases e fibras, riscos à saúde e segurança para os trabalhadores e vizinhança, etc.

Assim, dentre as consequências da remoção de edificações destacam-se: a exposição do solo sob a edificação, induzindo a processos erosivos; a alteração da qualidade paisagística, pela retirada de uma edificação previamente existente; alteração do tráfego nas vias locais, dependendo do porte da demolição e riscos envolvidos para a vizinhança; danos a bens edificados; etc.

2.5.2.4.2. Aspecto ambiental: Supressão da vegetação

Neste item é necessário diferenciar a vegetação que o projeto determina a retirada, daquela que será mantida. Dessa forma, o construtor não tem responsabilidade sobre a primeira, no entanto, é dever dele preservar a segunda.

Além da alteração da qualidade paisagística, a supressão da vegetação gera um processo dinâmico de alteração do ecossistema local, trazendo riscos à fauna e à flora. Outra consequência da supressão da vegetação é a retirada da camada

superficial de solo do terreno e exposição de camadas inferiores que, em geral, são mais suscetíveis à erosão. O processo erosivo, em pequena escala, pode espalhar solos pelas ruas vizinhas, porém, em maior escala, pode causar desmoronamentos, acidentes, entupimento das redes de drenagem, etc.

2.5.2.4.3. Aspecto ambiental: Risco de desmoronamentos

Os desmoronamentos podem ter variadas dimensões e impactos. Além do perigo de acidentes envolvendo trabalhadores (por exemplo, soterramentos), há o risco à segurança da vizinhança, que pode sofrer com danos às edificações.

2.5.2.4.4. Aspecto ambiental: Existência de ligações provisórias (exceto águas servidas)

O aspecto ambiental envolve as ligações provisórias de água e energia executadas para manter a infraestrutura do canteiro de obras.

As instalações elétricas provisórias em canteiros de obras, em geral, são executadas por profissionais não qualificados e sem projeto, originando riscos para a segurança dos trabalhadores, dos equipamentos e das instalações, sendo o choque elétrico uma das principais causas de acidentes graves e fatais (VIANA *et al*, 2007).

Já, no caso das ligações provisórias de água, a falta de qualidade para o consumo pode gerar problemas de saúde aos trabalhadores. Por outro lado, o excesso de demanda pode causar escassez do recurso na vizinhança.

Para os dois casos, existem os incômodos causados por interrupções de fornecimento quando das ligações pelas concessionárias.

2.5.2.4.5. Aspecto ambiental: Esgotamento de águas servidas

O esgotamento de águas servidas do canteiro pela rede pública, quando mal feito, pode apresentar vazamento e, conseqüentemente, percolação do esgoto através do solo, contaminando não somente águas subterrâneas, como superficiais e também o

subsolo. Quando o esgotamento é ligado erroneamente à rede de drenagem, pode haver riscos à saúde do trabalhador e da vizinhança, por causa do contato com o esgoto; incômodo para a comunidade, pelo o odor e proliferação de vetores; e poluição de águas superficiais. A falta de manutenção, no caso do uso de fossas sépticas, causa incômodos semelhantes.

2.5.2.4.6. Aspecto ambiental: Risco de perfuração de redes

A perfuração de redes causa incômodos à comunidade pela interrupção do fornecimento de água ou gás, interdição de ruas e outras áreas e piora do tráfego, quando da execução dos consertos.

No caso das redes de esgoto, a perfuração e a consequente percolação de esgoto pelo solo podem levar à contaminação de águas subterrâneas. Já, no caso das redes de gás, há o risco de incêndios. Por fim, a perfuração de redes de água pode alterar as propriedades físicas do solo e indução de processos erosivos e, consequentemente, provocar recalques diferenciais, desmoronamentos, etc., além de contribuir para a escassez de água.

2.5.2.4.7. Aspecto ambiental: Geração de energia no canteiro

A geração de energia no canteiro pelo emprego de geradores de combustão causa emissão de gases (item 2.5.2.2.8) e ruídos (item 2.5.2.2.4), provocando riscos à saúde e segurança dos trabalhadores e gerando incômodos para a vizinhança.

2.5.2.4.8. Aspecto ambiental: Existência de construções provisórias

As construções provisórias são consideradas as áreas de vivência e apoio, acesso à obra e tapumes.

A qualidade paisagística é um dos impactos causado pelas construções provisórias, dada a inserção de elementos como tapumes no ambiente local. Outra preocupação é a saúde e segurança dos funcionários, por causa dos perigos relacionados às condições de higiene e salubridade, além da possibilidade de ocorrência de

acidentes. Por fim, o uso de materiais e componentes não reutilizáveis ou não recicláveis aumenta o consumo de recursos (item 2.5.2.1.1) e a geração de resíduos (item 2.5.2.2.2).

2.5.2.4.9. *Aspecto ambiental: Impermeabilização de superfícies*

A impermeabilização dos solos é um dos elementos da perda na eficiência do ciclo hidrológico e do agravamento da situação de escassez de água (SILVA, 2004).

A redução da infiltração de água pelo solo, devido à impermeabilização de superfícies, causa alterações dos regimes de escoamento. Dentre as consequências dessa modificação destacam-se: a sobrecarga das redes de drenagem, podendo causar enchentes; a indução de processos erosivos pelo aumento da velocidade das águas superficiais; redução de águas subterrâneas; degradação de corpos d'água pelo transporte de poluentes pelas águas da chuva (ROSA; VAZ, 2004).

A impermeabilização das superfícies também causa o aumento da temperatura média e diminuição significativa na umidade relativa do ar, principalmente nas grandes cidades, além do realce do frio no inverno e do calor no verão, por causa do alto calor específico dos agentes impermeabilizantes (ROSA; VAZ, 2004).

2.5.2.4.10. *Aspecto ambiental: Ocupação da via pública*

A ocupação da via pública, seja por caçambas colocadas junto ao meio fio, avanço das instalações do canteiro sobre a calçada ou estacionamento de carros, gera incômodos para a comunidade e pode causar acidentes, principalmente pela alteração do tráfego nas vias locais, que obriga os veículos a desviarem das caçambas, além de diminuir os locais para estacionamento na rua.

2.5.2.4.11. *Aspecto ambiental: Armazenamento de materiais*

O armazenamento incorreto de materiais tem como principais consequências as contaminações e poluições do ar, do solo e da água, e as perdas. Estas provocam

um acréscimo no consumo de recursos (seção 2.5.2.1.1) e aumentam a geração de resíduos (seção 2.5.2.2.2).

As perdas se dão pela imprudência no armazenamento de materiais, por exemplo, pela deterioração de produtos perecíveis, quebras, esparrame de materiais a granel, falhas na proteção de materiais que não podem entrar em contato com água, etc. (PALIARI, 1999). Já, o vazamento de materiais perigosos pode causar contaminação química do solo e de corpos d'água. A emissão de gases, fibras, materiais particulados e compostos orgânicos voláteis, causa a deterioração da qualidade do ar (itens 2.5.2.2.6 e 2.5.2.2.8).

2.5.2.4.12. Aspecto ambiental: Circulação de equipamentos, máquinas e veículos

A circulação de equipamentos, máquinas e veículos, pode causar diversos impactos, dentre eles: a deterioração da qualidade do ar pela emissão de gases e material particulado (seções 2.5.2.2.6 e 2.5.2.2.8); poluição sonora, por causa da magnitude dos ruídos gerados (seção 2.5.2.2.4); interferências na fauna local, principalmente no caso de áreas rurais, em que o ruído emitido interfere no ecossistema; incômodo para a comunidade, tanto pelo ruído como excesso de veículos circulando pelas ruas, etc.; e alteração nas condições de segurança da vizinhança, ou mesmo danos a bens edificados, causados, por exemplo, pelo movimento errado de um guindaste que alcance edificação vizinha.

2.5.2.4.13. Aspecto ambiental: Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos

A manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos, se feita sobre solo permeável, pode gerar contaminação química do solo e alteração da qualidade de águas subterrâneas, por exemplo, pelo derramamento de óleo ou produtos de limpeza. Esses produtos também podem causar alteração da qualidade de águas superficiais pelo escoamento superficial.

A falta de manutenção, por outro lado, pode causar deterioração da qualidade do ar, pela excessiva emissão de poluentes (itens 2.5.2.2.8 e 2.5.2.2.6); poluição sonora

(seção 2.5.2.2.4), que também pode afetar a fauna local; vazamentos de combustível ou óleo; incômodos para a comunidade (pelo ruído, veículos quebrados, etc.); alteração das condições de segurança do trabalhador e da comunidade (por causa de acidentes) e danos a bens edificados, por exemplo, um imóvel vizinho atingido por um guindaste defeituoso.

2.6. Impactos ambientais

O estudo teve por objetivo a identificação dos impactos ambientais decorrentes dos canteiros de obras e a análise dos motivos pelos quais eles são relevantes.

2.6.1. Identificação dos impactos ambientais

Os impactos ambientais foram identificados com base em Degani (2003) (Quadro 2.9), que apresenta a divisão das interferências pelos meios afetados: físico, antrópico e biótico, sendo o primeiro subdividido em solo, água e ar. Após a análise da bibliografia, decidiu-se pela subdivisão do meio antrópico em função da amplitude em que é atingido: trabalhadores, vizinhança, sociedade (Quadro 0.4).

2.6.2. Razões para se preocupar com os impactos ambientais

Conhecidos os impactos ambientais, é necessário entender os motivos da importância de cada um. Dessa maneira, é possível priorizá-los e definir sobre quais aspectos ambientais agir.

2.6.2.1. Meio Físico

2.6.2.1.1. Solo

2.6.2.1.1.1. Impacto Ambiental: Alteração das propriedades físicas

As propriedades físicas do solo, responsáveis pelos mecanismos de redução física de poluentes, como filtração e lixiviação, são: textura, estrutura, densidade, porosidade, permeabilidade, fluxo de água, ar e calor (CETESB, s.d.(1))

Portanto, a alteração das propriedades físicas modifica mecanismos fundamentais que garantem o equilíbrio do ecossistema e a redução da poluição. Por exemplo, se houver alterações na textura e permeabilidade do solo, o mecanismo de filtração é alterado, possibilitando a poluição de lençóis freáticos. Outro exemplo é a ocorrência de erosões pela modificação da estrutura do solo.

2.6.2.1.1.2. Impacto Ambiental: Contaminação química

A contaminação química do solo é a alteração de suas propriedades químicas: pH, teor de nutrientes, capacidade de troca iônica, condutividade elétrica e matéria orgânica. Essas propriedades são responsáveis pelos mecanismos redutores de poluentes, como adsorção, a fixação química, precipitação, oxidação, troca e a neutralização (CETESB, s.d. (1)).

2.6.2.1.1.3. Impacto Ambiental: Indução de processos erosivos

A erosão é um processo derivado da alteração das propriedades físicas do solo. No entanto, pela importância do tema, ele foi tratado em destaque em relação ao impacto discutido em 2.6.2.1.1.1.

Segundo Julien (1998), os processos de erosão podem causar severos problemas ambientais, dentre eles: redução da fertilidade e produtividade do solo; transporte de partículas sólidas pelas águas de drenagem, causando entupimentos na rede e a deposição em corpos d'água, gerando alterações nos fluxos e até enchentes; e alteração da qualidade das águas.

Os sedimentos são a maior fonte de poluentes aquáticos e também funcionam como catalisador e meio de transporte de outras formas de poluição. Os sedimentos, por si só, degradam a qualidade da água utilizada para consumo da população, recreação, consumo industrial, vida aquática, etc. Além disso, as contaminações químicas e a

assimilação de resíduos pelas partículas de sedimentos agravam o problema da qualidade das águas, pelo transporte de pesticidas, resíduos, fósforo adsorvido, nitrogênio, bactérias patogênicas e vírus (JULIEN, 1998).

IMPACTOS AMBIENTAIS		
Meio físico	Solo	Alteração das propriedades físicas
		Contaminação química
		Indução de processos erosivos
		Esgotamento de reservas minerais
	Ar	Deterioração da qualidade do ar
		Poluição sonora
	Água	Alteração da qualidade águas superficiais
		Aumento da quantidade de sólidos
		Alteração da qualidade das águas subterrâneas
		Alteração dos regimes de escoamento
Escassez de água		
Meio biótico		Interferências na fauna local
		Interferências na flora local
		Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais
		Alteração da dinâmica do ecossistema global
Meio antrópico	Trabalhadores	Alteração nas condições de saúde
		Alteração nas condições de segurança
	Vizinhança	Alteração da qualidade paisagística
		Alteração nas condições de saúde
		Incômodo para a comunidade
		Alteração no tráfego de vias locais
		Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)
		Alteração nas condições de segurança
		Danos a bens edificados
		Interferência na drenagem urbana
	Sociedade	Escassez de energia elétrica
		Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)
		Aumento do volume aterros de resíduos
		Interferência na drenagem urbana

Quadro 0.4 - Impactos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: baseado em Degani (2003).

2.6.2.1.1.4. **Impacto Ambiental: Esgotamento de reservas minerais**

As reservas minerais são recursos não renováveis, cuja exploração pode causar esgotamento do estoque. Dentre os materiais utilizados na construção civil que se encaixam nesta categoria estão o calcário, areia, brita, etc.

2.6.2.1.2. *Ar*

2.6.2.1.2.1. **Impacto Ambiental: Deterioração da qualidade do ar**

A deterioração da qualidade do ar se dá pela poluição atmosférica e condições meteorológicas. O nível de poluição atmosférica é definido pela quantidade de substâncias poluentes presentes no ar. No entanto, as condições meteorológicas determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes (CETESB, 2008).

A determinação da qualidade do ar é limitada a um número restrito de poluentes, definidos em função de sua importância: monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado, ozônio e dióxido de nitrogênio. A razão da escolha desses poluentes está relacionada à frequência de ocorrência e aos efeitos adversos causados ao meio ambiente.

Nos canteiros de obras, as principais fontes de poluentes são os veículos automotores e a poeira (CETESB, 2008).

2.6.2.1.2.2. **Impacto Ambiental: Poluição sonora**

“Poluição Sonora é qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente causada por sons inadmissíveis ou ruído”, que possam lesar fisiologicamente e psicologicamente, a saúde, a segurança e o bem-estar dos seres vivos. Os efeitos clínicos da poluição sonora são estresse, dificuldades mentais e emocionais e até a surdez progressiva e imediata (ANDRADE, 2004).

Os ruídos emitidos durante a etapa de construção de um edifício causam incômodos devido aos níveis elevados e uso descontínuo das máquinas, equipamentos e

veículos. Segundo Andrade (2004), os fatores que mais influenciam em tais características são:

- a emissão do ruído de cada equipamento varia em função da utilização e do tipo de material processado;
- a emissão sonora de cada equipamento acontece durante períodos curtos de tempo (cada equipamento é ligado e desligado diversas vezes durante uma jornada de trabalho);
- necessidade de disposição de diversas máquinas em local externo, devido à operacionalidade e ao tamanho;
- grande variabilidade do ruído da obra;
- duração da obra que, por sua vez, pode ser de curta a longa;
- existência de ruído de fundo (numa obra, o ruído de fundo pode ser muito diferente, dependendo da localização).

2.6.2.1.3. *Água*

2.6.2.1.3.1. **Impacto Ambiental: Alteração da qualidade das águas superficiais**

Os processos poluidores das águas, segundo Sabesp (s.d.) (2), são:

- *Contaminação*: “introdução na água de substâncias nocivas à saúde e às espécies da vida aquática”;
- *Eutrofização*: “fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes (nitrogênio, fósforo), causando o crescimento descontrolado (excessivo) de algas e plantas aquáticas”;
- *Acidificação*: “redução do pH, como decorrência da chuva ácida, que contribui para a degradação da vegetação e da vida aquática”;
- *Assoreamento*: “acúmulo de substâncias minerais (areia, argila) ou orgânicas (lodo) em um corpo d'água, o que provoca a redução de sua profundidade e de seu volume útil”.

As variáveis que determinam a qualidade das águas são físicas (coloração, resíduo total, temperatura e turbidez), químicas, microbiológicas, hidrobiológicas e ecotoxicológicas (CETESB, s.d.(2)).

A coloração de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico (CETESB, s.d.(2)).

As variações de temperatura são parte do regime climático normal. Corpos d'água naturais “[...] apresentam variações sazonais e diárias, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade”, estes dois últimos podendo ser alterados por atividades antrópicas (CETESB, s.d.(2)).

Os resíduos totais nas águas “[...] correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado” (CETESB, s.d.(2)).

Por fim, a turbidez de um corpo d'água “[...]é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la[...]”, “[...]devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc” (CETESB, s.d.(2)).

2.6.2.1.3.2. Impacto Ambiental: Aumento da quantidade de sólidos

O aumento da quantidade de sólidos nas águas é um tipo de alteração de propriedade física das águas. A importância do impacto ambiental em destaque se dá pela sua influência em todas as variáveis físicas das águas: coloração, resíduo total, temperatura e turbidez (seção 2.6.2.1.3.1).

O principal processo poluidor gerado pelo aumento da quantidade de sólidos nas águas é o assoreamento (seção 2.6.2.1.3.1), porém, conforme visto no item 2.6.2.1.1.3, os sedimentos são a maior fonte de poluentes aquáticos e também

funcionam como catalisador e meio de transporte de outras formas de poluição, como pesticidas, resíduos, fósforo adsorvido, nitrogênio, bactérias patogênicas e vírus (JULIEN, 1998).

2.6.2.1.3.3. Impacto Ambiental: Alteração da qualidade das águas subterrâneas

A alteração da qualidade das águas subterrâneas se dá pela percolação de poluentes líquidos através do solo e penetração de poluentes sólidos no solo, que ao serem arrastados por precipitações, atingem o lençol freático (BURBARELLI, 2004). Na construção civil, estes poluentes podem ser o gesso, solventes, materiais betuminosos, etc.

2.6.2.1.3.4. Impacto Ambiental: Alteração dos regimes de escoamento

Os regimes de escoamento podem ser fluvial ou torrencial. O primeiro caracteriza-se por apresentar velocidades menores, ausência de ondas superficiais, típico dos cursos d'água naturais com baixa declividade em regime normal. Já, o regime torrencial caracteriza-se por velocidades mais altas, turbulência, ondas superficiais, alta vazão e declividade de fundo. Uma importante característica a ser observada é que “[...] as perturbações superficiais não podem deslocar-se corrente acima e as condições de jusante alteram as de montante”. Ao contrário, no regime fluvial, “as perturbações superficiais podem deslocar-se corrente acima e as condições de jusante não alteram as de montante” (ALFREDINI *et al.*, 2004).

Portanto, ao alterar o regime de escoamento de um corpo d'água, é provocado um desequilíbrio que alterará as características do corpo d'água, levando-o a procurar um novo ponto de equilíbrio.

2.6.2.1.3.5. Impacto Ambiental: Escassez de água

O planeta Terra é chamado de “planeta água”. De acordo com Sabesp (s.d.) (1), a quantidade total de água disponível no mundo é 1,4 bilhão de km³. Porém, destes, 97,63% correspondem à água salgada, enquanto a água doce fica com apenas 33,2 milhões de km³. Da quantidade total de água doce, 72% (27,8 milhões de km³)

estão armazenados nas geleiras. Já 0,20% (67 mil km³) estão concentrados na umidade do solo. Na atmosfera, em forma de vapor há outros 0,04% (14 mil km³). Por fim, para o consumo do homem, restam 16,3% (5,3 milhões de km³). “Portanto, se 1 litro representasse toda a água do mundo, a água doce corresponderia a 23 mililitros (ml), ou menos do que um copinho de café. A água disponível para o homem seria de 3,79 ml”.

2.6.2.2. Meio Biótico

2.6.2.2.1. *Biota*

2.6.2.2.1.1. Impacto Ambiental: Interferências na fauna local

A fauna, segundo o IBGE (s.d.), é o “conjunto de espécies animais de uma região”. Portanto, as interferências na fauna alteram suas características e equilíbrio, causando danos ao meio ambiente como um todo.

2.6.2.2.1.2. Impacto Ambiental: Interferências na flora local

A flora, segundo o IBGE (s.d.), é o “conjunto de plantas próprias de uma região ou que servem para determinado fim”. Assim, da mesma forma que ocorre na fauna (item 2.6.2.2.1.1), as interferências na flora alteram suas características e equilíbrio, causando danos ao meio ambiente como um todo.

2.6.2.2.1.3. Impacto Ambiental: Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais

Ecossistema, de acordo com a definição do IBGE (s.d.), é o conjunto de elementos de um determinado lugar (solo, água, ar, animais e vegetais) e a relação que existe entre eles.

Dessa maneira, uma pequena modificação em um componente do ecossistema pode provocar efeitos nos outros, gerando alterações dinâmicas na estrutura. Quando as consequências dessas mudanças são locais, têm-se o impacto ambiental denominado alteração da dinâmica dos ecossistemas locais.

2.6.2.2.1.4. **Impacto Ambiental: Alteração da dinâmica do ecossistema global**

Considerando a definição do item 2.6.2.2.1.3, se uma modificação em um componente do ecossistema provocar mudanças em escala planetária, considera-se que houve uma alteração da dinâmica do ecossistema global.

Um exemplo de uma alteração em um ecossistema global é o aquecimento global, que afeta o planeta como um todo.

2.6.2.3. Meio Antrópico

2.6.2.3.1. *Trabalhador*

2.6.2.3.1.1. **Impacto Ambiental: Alteração nas condições de saúde**

As circunstâncias de trabalho na construção civil oferecem perigos à saúde do trabalhador. Dentre outras enfermidades de risco elevado entre os trabalhadores, destacam-se “[...] os sintomas músculo-esqueléticos, dermatites, intoxicações por chumbo e exposição a asbestos”. Os motivos da ocorrência dessas enfermidades são o grande número de riscos ocupacionais, como: o manejo de veículos, máquinas, equipamentos e ferramentas perfuratrizes e cortantes; o trabalho em grandes alturas; posturas não ergonômicas, como a elevação de objetos pesados; manejo de instalações elétricas; assim como de estresse devido à transitoriedade e à alta rotatividade (SANTANA; OLIVEIRA, 2004).

Portanto, diversas atividades oferecem riscos à saúde do trabalhador. No entanto, a falta de equipamentos de segurança e os descuidos com a maneira como as atividades são executadas, propiciam o aumento dos riscos, alterando as condições de saúde do trabalhador.

2.6.2.3.1.2. Impacto Ambiental: Alteração nas condições de segurança

No Brasil, de acordo com Saurin (2002), o setor da construção se mantém entre os mais problemáticos nas questões de segurança, sendo um dos principais geradores de acidentes fatais. “As estatísticas de acidentes, tanto no Brasil quanto no exterior, retratam a necessidade da intensificação da ênfase na segurança”.

Portanto, os perigos à segurança do trabalhador na construção civil são consideráveis, porém, a falta de equipamentos de segurança e os descuidos com a maneira como as atividades são executadas intensificam os riscos, alterando as condições de segurança do trabalhador.

2.6.2.3.2. Vizinhança

2.6.2.3.2.1. Impacto Ambiental: Alteração da qualidade paisagística

Durante a etapa de construção de um empreendimento, diversas alterações são provocadas na paisagem local, como a presença de equipamentos de grande porte, tapumes, construções provisórias, etc.

2.6.2.3.2.2. Impacto Ambiental: Alteração nas condições de saúde

Além de causar riscos à saúde do trabalhador (seção 2.6.2.3.1.1), algumas atividades podem ameaçar as condições de saúde da vizinhança, seja pelo alto nível de ruído, gases e fibras emitidos, entre outros.

2.6.2.3.2.3. Impacto Ambiental: Incômodo para a comunidade

Incômodo designa mal-estar, indisposição, transtorno, aquilo que importuna, aborrece, é inconveniente ou impróprio (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2001).

Portanto, quaisquer transtornos, como trânsito, presença de material particulado e ruído, etc., enquadram-se nesse impacto ambiental.

2.6.2.3.2.4. **Impacto Ambiental: Alteração no tráfego de vias locais**

Durante a construção de alguns empreendimentos, são necessárias alterações temporárias no tráfego da vizinhança, seja pelo aumento de veículos, interdição de vias, entre outros. Mesmo havendo divulgação das alterações, a comunidade é prejudicada pelos transtornos, como aumento da emissão de gases, do risco de atropelamentos, etc.

2.6.2.3.2.5. **Impacto Ambiental: Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)**

Os serviços urbanos referidos neste item abrangem os serviços públicos e os serviços de utilidade pública.

Conforme definido por Meirelles (1993), serviços públicos são todos aqueles prestados pela Administração Pública, ou seus delegados, com o objetivo de satisfazer necessidades essenciais ou secundárias da coletividade. Dessa forma, serviços públicos “[...] são os que a Administração presta diretamente à comunidade, por reconhecer que sua utilização é uma necessidade coletiva e perene [...]”, por exemplo, “[...] defesa nacional, polícia, justiça, preservação da saúde pública e outros privativos do Poder Público [...]” (ABIKO, 1995).

Já, os serviços de utilidade pública são os que a Administração Pública, reconhecendo sua conveniência (não essencialidade, nem necessidade) para os membros da sociedade, presta diretamente ou por delegação a quem quiser utilizar, mediante remuneração dos usuários, por exemplo, transporte coletivo, fornecimento de energia elétrica, distribuição de água, coleta de lixo, gás, telefone, etc. (ABIKO, 1995; MEIRELLES, 1993).

Portanto, o impacto ambiental “Pressão sobre serviços urbanos” trata da sobrecarga que pode ser gerada pelos canteiros de obras sobre os serviços públicos e de utilidade pública da vizinhança, por exemplo: aumento de usuário do transporte coletivo e do sistema de saúde, utilização de água e energia fornecidos pelas concessionárias locais, etc.

2.6.2.3.2.6. Impacto Ambiental: Alteração nas condições de segurança

Além de causar riscos à segurança do trabalhador (seção 2.6.2.3.1.2), alguns elementos dos canteiros de obras podem ameaçar as condições de segurança da vizinhança, por exemplo, pelo trânsito de veículos de grande porte, lançamento de fragmentos, etc.

2.6.2.3.2.7. Impacto Ambiental: Danos a bens edificados

Os danos a bens edificados podem ter várias origens, dentre elas, as vibrações, os recalques e até acidentes causados por veículos, equipamentos e máquinas do canteiro de obras. Os prejuízos podem ser simples patologias de recuperação rápida, como uma pequena fissura, ou danos estruturais sérios, impossibilitando o uso da edificação.

2.6.2.3.2.8. Impacto Ambiental: Interferência na drenagem urbana

Drenagem urbana “[...] compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações aos quais a sociedade está sujeita [...]” (CARDOSO NETO, 1998). Segundo o autor, as torrentes originadas por precipitação direta sobre a via pública são encaminhadas por gravidade à sarjeta e posteriormente aos bueiros. As torrentes, somadas à água da rede pública coletadas por calhas nas edificações, são escoadas até os condutos secundários, a partir dos quais atingem o fundo do vale, alcançando corpos d’água.

Portanto, resíduos provenientes de canteiros de obras são passíveis de alcançarem a rede pública de drenagem, causando interferências nesta, seja por entupimento dos condutos ou introdução de resíduos perigosos nas águas, provocando contaminação em rios, lagos e oceanos.

2.6.2.3.3. *Sociedade*

2.6.2.3.3.1. **Impacto Ambiental: Escassez de energia elétrica**

O aumento do consumo de energia elétrica é diretamente proporcional ao crescimento do PIB (SCHMIDT; LIMA, 2004). Este, nos países em desenvolvimento, proporciona também o acréscimo das expectativas de conforto da população, ampliando o consumo de energia elétrica. Em 2002, o Brasil apresentou um consumo de energia elétrica de 1.955 kWh/habitante, e esse número vem crescendo a cada ano (LAMBERTS; TRIANA, 2007).

O Brasil, em termos da matriz energética nacional, apresenta quase auto-suficiência, e a geração da energia elétrica é largamente baseada em recursos renováveis, especificamente as usinas hidrelétricas (LAMBERTS; TRIANA, 2007). Dessa forma, a geração de energia elétrica está relacionada diretamente à disponibilidade de água nas represas. Portanto, uma maior demanda de água e de energia representa o abaixamento dos níveis dos reservatórios.

A crise energética de 2001, atribuída aos baixos níveis das represas e aumento do consumo (RODRIGUES; MARTINI; SERNI, 2002), mostrou que o país tem um sistema passível de falhas, apesar da utilização de recursos renováveis.

2.6.2.3.3.2. **Impacto Ambiental: Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)**

Considerando as definições do item 2.6.2.3.2.5, o impacto ambiental “Pressão sobre serviços urbanos”, no âmbito da sociedade, trata da sobrecarga que pode ser gerada pelos canteiros de obras sobre os serviços públicos e de utilidade pública, que afetem uma amplitude maior que a vizinhança da obra.

2.6.2.3.3.3. **Impacto Ambiental: Aumento do volume aterros de resíduos**

De acordo com Pinto (1999), a parcela dos resíduos sólidos de construção e demolição representa 30% dos resíduos sólidos urbanos gerados em média em

grandes cidades, impactando “a qualidade dos ambientes urbanos e a vida útil do sistema de aterros”. O autor afirma que uma “característica dos sistemas de aterros nos municípios é a extrema volatilidade das áreas utilizadas para deposição de resíduos inertes”. Isso se deve à elevada geração de RCD nos municípios e ao pequeno porte dos aterros, levando os gestores públicos a procurar regiões cada vez mais distantes para a realização do “bota-fora”. O distanciamento crescente dos “bota-foras” é mais perceptível nas zonas metropolitanas, sendo que já ocorreu o esgotamento dos “bota-foras” mais próximos na zona metropolitana de São Paulo

2.6.2.3.3.4. **Impacto Ambiental: Interferência na drenagem urbana**

Conforme definições apresentadas na seção 2.6.2.3.2.8, este item trata das interferências cujos efeitos alcancem amplitudes maiores que a vizinhança do canteiro de obras.

2.7. **Correlação entre aspectos e impactos**

Após a descrição e análise dos aspectos e impactos ambientais, é necessário correlacioná-los de forma a definir qual aspecto gera cada impacto (Figura 3.2). Para isso, propõe-se o uso de uma matriz de correlação. Esta apresenta os aspectos em suas linhas e os impactos em suas colunas. Para cada aspecto, deve-se analisar cada impacto, verificando se há correlação entre eles (Figura 0.3). Por isso é chamada de “Matriz Aspecto x Impacto” ou “Matriz A x I”.

Esta pesquisa apresenta uma matriz de correlação (Tabela 0.1) que funciona como referência para os canteiros de obras de edificações inseridas em áreas urbanas. Dessa forma, além de apontar qual impacto é gerado por cada aspecto, foram também demarcados os impactos considerados mais relevantes para uma situação hipotética, em um processo denominado priorização, descrito no item 2.8.

Portanto, para cada aspecto ambiental, foram selecionados os impactos consequentes. Em seguida, foram selecionados os impactos considerados prioritários, e estes foram demarcados por ⊗. Os menos relevantes, ou consequentes dos impactos marcados por ⊗, foram marcados com um x. Os

impactos menos relevantes, e os que eram consequência do x, foram deixados em branco. A relevância foi considerada em função da gravidade do impacto e da frequência com que ocorre.

ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS					
	Impacto Ambiental A	Impacto Ambiental B	Impacto Ambiental C	Impacto Ambiental D	Impacto Ambiental E	Impacto Ambiental F
Aspecto Ambiental 1						
Aspecto Ambiental 2						
Aspecto Ambiental 3						
Aspecto Ambiental 4						
Aspecto Ambiental 5						

{

⊗ - Impactos mais relevantes para o aspecto em questão

X - Impactos menos relevantes ou consequentes de outro mais relevante e indicado por ⊗

□ - Impactos não relevantes ou consequentes de outro impacto indicado por X

Figura 0.3 - Esquema simplificado da matriz de correlação de aspectos e impactos ambientais

Outra matriz de correlação proposta neste trabalho envolve atividades e aspectos ambientais (Tabela 0.2). Nesta, as atividades de produção presentes em um canteiro de obras foram listadas nas linhas, enquanto os aspectos ambientais foram apontados nas colunas. É necessário frisar que apenas os aspectos agrupados em “Incômodos e Poluições” foram incluídos, pois são referentes às atividades de produção, enquanto os demais são relativos ao consumo de recursos, infraestrutura e operação do canteiro de obras e gerenciamento de resíduos, sendo válidos para todas as atividades da obra. Nesta matriz também foi feito um processo de priorização, que consistiu em determinar quais aspectos mais importantes (mais frequentes e de maior intensidade) gerados por cada atividade, considerando a tecnologia convencional no Brasil. A demarcação adotada encontra-se na Figura 0.4.

ATIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTAIS					
	Aspecto Ambiental A	Aspecto Ambiental B	Aspecto Ambiental C	Aspecto Ambiental D	Aspecto Ambiental E	Aspecto Ambiental F
Atividade 1						
Atividade 2						
Atividade 3						
Atividade 4						
Atividade 5						?

◆ - Aspectos mais relevantes
 X - Aspectos menos relevantes
 □ - Aspectos não relevantes

Figura 0.4 - Esquema simplificado da matriz de correlação de atividades e aspectos ambientais

2.8. Priorização

Uma vez entendidas as razões para se preocupar com cada aspecto e impacto ambiental, é necessário adequar as relações e os graus de importância indicados na Tabela 0.1 às condições da cada canteiro de obras.

Assim, devem-se conhecer as intensidades e frequência dos impactos, e suas consequências para os meios físico, biótico e antrópico do local onde a obra está inserida, para então priorizá-los. É também necessário saber em que medida todos aqueles que sofrem impactos, as chamadas “partes interessadas”, consideram-se prejudicados, como as pessoas que trabalham na obra, os fornecedores, o empreendedor, os projetistas, a vizinhança, e até mesmo a sociedade como um todo. Sobre tudo, a priorização deve considerar o contexto específico do canteiro de obras.

A aplicação da matriz, portanto, deve ser acompanhada da criação de um grupo *ad hoc*⁴ pela empresa construtora, que discuta seus conteúdos, valide-os e complemente-os, considerando as especificidades da obra em questão – legislação específica, exigência do empreendedor e demais partes interessadas, características do local, características do empreendimento, etc.

Para cada situação específica, o grupo tem como funções analisar os diferentes aspectos e avaliar as implicações e razões para que representem preocupações. Não obstante, como podem ser muitos os impactos negativos a serem enfrentados, e escassos os recursos para mitigá-los, uma técnica possível, após a identificação dos mesmos, é a da sua ponderação relativa. Para se ponderar, é necessário antes estabelecer prioridades.

É interessante que o grupo *ad hoc* envolva representantes da construtora e dos principais subcontratados, do empreendedor, dos principais projetistas, de empresa gerenciadora, etc.; técnicos com formação acadêmica ou experiência profissional sobre temas específicos podem ser envolvidos, conforme o caso, de modo a subsidiar as decisões.

Essa mesma técnica pode ser usada na escolha de alternativas para a minimização dos impactos ambientais. A opção sobre a melhor maneira de reduzir ou eliminar um impacto pode acontecer segundo critérios e prioridades pré-estabelecidas – custos, redução dos impactos negativos ou potencialização dos impactos positivos. Embora possua limitações, esta postura permite uma ordenação rápida das alternativas, supondo-se que seja possível associar-se uma escala de ponderação representativa dos interesses priorizados envolvidos.

⁴ Ad hoc, segundo Houaiss, Villar e Franco (2001) significa “formulado com o único objetivo de legitimar ou defender uma teoria, e não em decorrência de uma compreensão objetiva e isenta da realidade (diz-se de argumento, proposição ou hipótese)”.

Tabela 0.1 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras.
Principais fontes: Degani (2003), Environment Agency UK (2005) e Pulaski (2004). Continua.

TEMAS		IMPACTOS AMBIENTAIS																													
		Meio físico											Meio antrópico																		
		Solo		Ar	Água			Meio biótico			Traba- lhador	Vizinhança						Sociedade													
ASPECTOS AMBIENTAIS		Alteração das propriedades físicas	Contaminação química	Indução de processos erosivos	Esgotamento de reservas minerais	Deterioração da qualidade do ar	Polição sonora	Alteração da qualidade das águas superficiais	Aumento da quantidade de sólidos	Alteração da qualidade das águas subterrâneas	Alteração dos regimes de escoamento	Escassez de água	Interferências na fauna local	Interferências na flora local	Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais	Alteração da dinâmica do ecossistema global	Alteração nas condições de saúde	Alteração nas condições de segurança	Alteração da qualidade paisagística	Alteração nas condições de saúde	Incomôdo para a comunidade	Alteração no tráfego de vias locais	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Alteração nas condições de segurança	Danos a bens edificados	Interferência na drenagem urbana	Escassez de energia elétrica	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Aumento do volume de aterros de resíduos	Interferência na drenagem urbana	
Recursos	Consumo de recursos (inclui perda incorporada e embalagens)	X		X	⊗												⊗													X	
	Consumo e desperdício de água											⊗					X														
	Consumo e desperdício de energia				X	⊗													⊗						⊗	X		⊗			
Incomôdos e poluições	Geração de resíduos perigosos		⊗			⊗		X		⊗								⊗		X											
	Geração de resíduos sólidos	X			X			X	⊗												⊗			X					X	⊗	
	Emissão de vibração			X									X					⊗	X	X	⊗				X	⊗					
	Emissão de ruídos						⊗						X					⊗		X	⊗				X	⊗					
	Lançamento de fragmentos																X	⊗	X						⊗	⊗					
	Emissão de material particulado					⊗							X					⊗		⊗	⊗										
	Risco de geração faíscas onde há gases dispersos																		⊗						⊗						
	Desprendimento de gases, fibras e outros					⊗												⊗		⊗											
	Renovação do ar																	⊗													
Resíduos	Manejo de materiais perigosos					X		X		X								⊗	X	X											
	Perda de materiais por entulho			X	X											X														⊗	
	Manejo de resíduos				⊗	X		⊗	⊗	X	X							X	⊗	X	X	⊗	X		X					⊗	
	Destinação de resíduos (inclui descarte de recursos renováveis)	X	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	X			⊗	⊗				⊗	⊗	⊗	X		X		⊗			⊗	⊗
	Manejo e destinação de resíduos perigosos		⊗			X		⊗		⊗				⊗	⊗			⊗	X		⊗	⊗									
	Queima de resíduos no canteiro					⊗							X					⊗			⊗	⊗									

⊗ - Impactos normalmente mais relevantes.

Tabela 0.1 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras. Principais fontes: Degani (2003), Environment Agency UK (2005) e Pulaski (2004). Continuação.

TEMAS		IMPACTOS AMBIENTAIS																														
		Meio físico													Meio antrópico																	
		Solo			Ar	Água			Meio biótico				Traba- lhador	Vizinhança						Sociedade												
ASPECTOS AMBIENTAIS		Alteração das propriedades físicas	Contaminação química	Indução de processos erosivos	Esgotamento de reservas minerais	Deterioração da qualidade do ar	Poliuição sonora	Alteração da qualidade das águas superficiais	Aumento da quantidade de sólidos	Alteração da qualidade das águas subterrâneas	Alteração dos regimes de escoamento	Escassez de água	Interferências na fauna local	Interferências na flora local	Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais	Alteração da dinâmica do ecossistema global	Alteração nas condições de saúde	Alteração nas condições de segurança	Alteração da qualidade paisagística	Alteração nas condições de saúde	Incômodo para a comunidade	Alteração no tráfego de vias locais	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Alteração nas condições de segurança	Danos a bens edificados	Interferência na drenagem urbana	Escassez de energia elétrica	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Aumento do volume de aterros de resíduos	Interferência na drenagem urbana		
Infraestrutura do canteiro de obras		Remoção de edificações			X				⊗		X									X	X	⊗		X	⊗	X				⊗		
		Supressão da vegetação	X		⊗				X		X			X	⊗	⊗				⊗						X				X	X	
		Risco de desmoronamentos	X		X				X		X						X		⊗	X			X	⊗	⊗							
		Existência de ligações provisórias (exceto águas servidas)	X		X								⊗						⊗			X			X	X	X	X				
		Esgotamento de águas servidas		X			X		⊗		⊗							⊗			⊗	⊗		X			X					
		Risco de perfuração de redes	⊗	X	⊗				X		⊗		⊗						X	X		X	⊗	X	X	X	X	X				
		Geração de energia no canteiro				X	X	⊗							X								⊗									
		Existência de construções provisórias							X		X								⊗	⊗	⊗		X			X						
		Impermeabilização de superfícies			X				X	X		⊗					X										⊗					X
		Ocupação da via pública																	X		X		⊗	⊗		⊗						
		Armazenamento de materiais		⊗	X		⊗		⊗	⊗	⊗				X	X			⊗	X		X	X			X		X				
		Circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos	X	X		X	⊗	⊗	X		X				⊗	X			X	X	X		⊗	⊗		⊗	⊗					
		Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos		⊗		X	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		X		⊗	X			X	⊗		X	⊗			⊗	⊗					

⊗ - Impactos normalmente mais relevantes.

Tabela 0.2 - Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras. Principais fontes: Degani (2003), Environment Agency UK (2005), Pulaski (2004) e Sabbatini et. al. (2007).

		Incômodos e Poluições									
		Aspectos Ambientais									
Fase da Obra	Atividades	Geração de resíduos perigosos	Geração de resíduos sólidos	Emissão de vibração	Emissão de ruídos	Lançamento de fragmentos	Emissão de material particulado	Risco de geração faíscas onde há gases dispersos	Desprendimento de gases, fibras e outros	Renovação do ar	Manejo de materiais perigosos
Serviços Preliminares	Demolição	◆	◆	◆	◆	◆	◆	X	◆	X	◆
	Limpeza superficial do terreno		◆		◆	X	◆				
Infraestrutura	Fundações		◆	◆	◆		◆			◆	
	Rebaixamento do lençol		◆	X	X	X	X				
	Escavações e contenções		◆	◆	◆		◆				
Estrutura	Estrutura	◆	◆		◆	◆	◆				X
Vedações Verticais	Alvenarias		◆		X	◆	X				
	Divisórias	◆	X		X		X		◆		
	Esquadrias		X		X				◆		
Cobertura e proteção	Telhado		◆		X	X			◆		
	Impermeabilização	◆	X		X				◆	X	◆
Revestimentos verticais	Revestimento vertical		◆	X	◆	◆	◆				
Pintura	Pintura	◆					◆		◆	◆	◆
Pisos	Piso	◆	◆		X	X	◆		◆	◆	◆
Sistemas Prediais	Sistemas Prediais		◆	X	X	X	X	X	◆		
Redes e vias	Redes enterradas e aéreas	X	◆	◆	◆	X	◆	◆	X		
	Terraplenagem	◆	◆	◆	◆	X	◆	X	X		
	Pavimentação	◆	◆	◆	◆	X	◆		◆		◆
	Drenagem superficial		◆	X	◆	X	X				

◆ - Aspectos ambientais normalmente mais relevantes.

DIRETRIZES PARA A GESTÃO AMBIENTAL DE CANTEIRO DE OBRAS

Após o estudo descrito no capítulo 0, que envolve a identificação de impactos e aspectos ambientais e suas correlações, e o processo de priorização, parte-se, então, para a definição de diretrizes gerenciais e tecnológicas para a gestão ambiental de canteiro de obras (Figura 3.2).

No presente capítulo, os aspectos ambientais são apresentados em forma de itens e para cada um são propostas diretrizes para minimização dos impactos gerados. Estas funcionam como diretivas, ou linhas de atuação.

Durante o processo de pesquisa, foram feitas visitas a canteiros de obras. As soluções encontradas são apresentadas neste capítulo, por meio de relatos e fotos. Os canteiros de obras não são identificados por exigência das empresas construtoras.

2.9. Recursos

2.9.1. *Aspecto ambiental: Consumo de recursos (inclui perda incorporada e embalagens)*

As diretrizes referentes ao aspecto ambiental “consumo de recursos” envolvem o consumo de materiais, produtos e componentes, seleção de fornecedores, as perdas incorporadas e o uso e destinação de embalagens. É importante observar que a equipe da obra não tem autonomia para alterar as especificações de projeto. Portanto, este item abordará questões sobre as quais os construtores têm poder de decisão, por exemplo: perdas durante a execução dos serviços; uso de embalagens; a escolha do tipo de fôrmas; etc.

Considerando a dimensão do consumo de materiais na construção civil (seção 2.5.2.1.1), a questão inicial é a incorporação de critérios de sustentabilidade na seleção e contratação de produtos e fornecedores. De acordo com John, Oliveira

e Lima (2007), uma alternativa para a seleção de materiais e componentes é a Análise do Ciclo de Vida (ACV), que considera de forma mais abrangente e potencialmente mais eficiente a avaliação ambiental de produtos. Porém, hoje, há poucas informações disponíveis por parte dos fabricantes, tornando impraticável a realização da seleção baseada em ACV.

Por outro lado, a seleção de materiais e componentes com base em soluções ambientalmente preferíveis constitui em uma alternativa viável para a avaliação de produtos. Os critérios utilizados são: consumo de recursos; uso de materiais locais; uso de materiais renováveis (madeira e fibras vegetais); conteúdo energético; conteúdo de material reaproveitado e potencial de reaproveitamento; emissões e resíduos; presença de substâncias perigosas e qualidade do ambiente interno (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007).

Além dos processos citados, recomendações específicas podem ser listadas, tais como: priorização de produtos reutilizáveis, em especial nas construções provisórias; utilização de materiais recicláveis, desde que o processo de reciclagem não cause maiores impactos que a extração e fabricação de novos; preferir o uso de produtos produzidos localmente, como forma de incentivo ao desenvolvimento local e redução dos impactos de transportes; etc.

A seleção de fornecedores também deve ser feita com critérios de sustentabilidade, considerando as dimensões econômica, social e ambiental. Dessa forma, além do custo, é necessário considerar se a empresa respeita o meio ambiente e incorpora ações sustentáveis no processo de extração, fabricação e transporte.

É essencial que o fornecedor seja socialmente responsável, isto é: que não trabalhe com mão-de-obra informal; que esteja em dia com suas obrigações tributárias e fiscais; que pratique uma política de remuneração, benefícios e carreira justa com seus funcionários e seus próprios fornecedores; que participe de programas setoriais da qualidade, não praticando concorrência desleal e seguindo a normalização técnica e a legislação; que valorize a saúde, segurança dos funcionários e condições dignas de trabalho.

Indica-se aqui a importância da madeira para o canteiro de obras, pois, atualmente, é o material mais utilizado para as fôrmas e construções provisórias. Além disso, a extração indiscriminada de madeira tem como consequências alterações dinâmicas no ecossistema local e global, causando desde prejuízos à flora e fauna das áreas próximas ao desmatamento, como contribuindo para questões mais amplas, como o aquecimento global pelo efeito estufa.

Portanto, as medidas a serem adotadas no consumo de madeira são: definir cuidadosamente o tipo de madeira a ser utilizado, de modo a não utilizar espécies ameaçadas de extinção; comprar madeira somente de empresas que possam comprovar a origem do insumo, seja por meio de certificação (FSC⁵ ou Cerflor⁶), ou pela seleção de madeiras de florestas plantadas, o que indicaria a redução da exploração de árvores nativas (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007).

A proposta para a redução das perdas incorporadas envolve a racionalização da produção, a gestão do consumo de materiais, o treinamento e a motivação dos trabalhadores (SOUZA, 2005). É necessário, além de realizar o projeto do produto visando à redução das perdas na fase de produção, efetuar o projeto para produção especificando “as definições de: disposição e sequência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora” (MELHADO, 1994). Dessa maneira, é possível racionalizar a produção, evitando erros que levem às perdas incorporadas.

Por fim, com relação às embalagens, recomenda-se: incentivar o fornecedor para que as embalagens sejam reduzidas em tamanho, reutilizáveis ou recicláveis, quando possível; devolver a embalagem ao fornecedor para que ele as reutilize ou recicle; especificar a não utilização de embalagens, quando for possível; enviá-las para uma central de reciclagem. No caso da embalagem ser considerada um resíduo perigoso, tratar conforme preconiza a Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002).

⁵ Forest Stewardship Council

⁶ Sistema de Certificação Florestal Brasileiro do Inmetro

Em canteiros de obras da cidade de São Paulo, foram encontradas duas soluções visando à redução do consumo de recursos naturais. A Figura 0.1 mostra o uso de ferramenta eletrônica em substituição ao papel no processo de verificação das atividades do canteiro de obras. A Figura 0.2, por outro lado, apresenta o uso de compensados de madeira reciclada nas construções provisórias. A Figura 0.3 apresenta a sinalização no canteiro de obras indicando o uso de madeiras certificadas. Portanto, em todas as peças de madeira do canteiro de obras, há uma placa identificando o fornecedor e a certificação.

Figura 0.1 - Ferramenta eletrônica utilizada no canteiro de obras em substituição ao papel.
Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.2 - Uso de compensados de madeira reciclada nas construções provisória. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.3 - Sinalizações indicativas da origem e certificação da madeira utilizada no canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.

2.9.2. *Aspecto ambiental: Consumo e desperdício de água*

A gestão da utilização da água é fundamental para a preservação dos recursos hídricos, contribuindo para o adiamento dos problemas de escassez.

A redução do consumo de água potável pode ser obtida pela diminuição da vazão nos pontos de utilização, empregando válvulas redutoras de pressão; assim como pela limitação do consumo de água nos pontos de utilização, procurando usar tecnologias e componentes economizadores nos pontos de uso da água. Tais ações são aplicáveis nas instalações provisórias e em outros pontos do canteiro, funcionando ao longo de todo o período da obra e com a possibilidade de reaproveitamento dos equipamentos (JOHN, 2009).

Outra ação eficaz é a setorização da medição do consumo de água, com emprego de medidores individuais para as áreas de vivência e de produção, de modo a conhecer os consumos de cada área e combater desperdícios (JOHN, 2009).

A utilização de fontes alternativas, como o emprego de águas pluviais, é uma possibilidade para a redução do consumo de água potável, assim como pode contribuir para a diminuição do despejo de água nas redes de drenagem. Essa fonte pode ser utilizada para limpeza do canteiro de obras, irrigar plantas e outras finalidades não potáveis (JOHN, 2009). A Figura 0.4 apresenta um sistema de captação de águas de chuva implantado em um canteiro de obras, com o objetivo de irrigar a vegetação existente.

É necessário realizar inspeções sistemáticas de modo a identificar e prevenir perdas oriundas de vazamentos e mau uso dos equipamentos. Da mesma forma, é essencial prever manutenções periódicas dos componentes, evitando desperdícios.

Parte das ações indicadas depende do uso correto dos equipamentos, dessa forma, propõe-se a promoção de campanhas educativas e palestras, envolvendo os funcionários na gestão do consumo, orientando sobre as estratégias e disponibilizando os dados dos medidores individualizados (JOHN, 2009).

Figura 0.4 - Caixas d'água para armazenamento de água de chuva. Fonte: acervo pessoal.

2.9.3. Aspecto ambiental: Consumo e desperdício de energia

As diretrizes referentes ao aspecto ambiental “consumo e desperdício de energia” envolvem o uso de energia renovável e de aparelhos energeticamente eficientes, assim como a melhoria do desempenho térmico de construções provisórias.

O uso de energia solar é possível para os chuveiros existentes nos vestiários. O sistema pode ser instalado de maneira que seja reutilizado em outros canteiros de obras.

Por outro lado, todas as máquinas e equipamentos devem possuir o selo PROCEL⁷ (Figuras 4.5 e 4.6) ou Conpet⁸ (Figuras 4.7 e 4.8) nível A, pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO⁹, quando estes forem aplicáveis (JOHN, 2009). O Conpet é voltado aos aquecedores a gás e fogões, dessa maneira, aplicável às áreas de vivência, enquanto o PROCEL, além de eletrodomésticos, também é

⁷ Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - <http://www.eletronbras.com/procel>.

⁸ Programa de Etiquetagem de Aparelhos Domésticos a Gás - <http://www.conpet.gov.br>.

⁹ Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

aplicável a outros equipamentos identificados em seu site <http://www.eletronbras.com/procel>.

Figura 0.5 - Selo do prêmio nacional de conservação da energia concedido pelo PROCEL aos produtos etiquetados com a classificação "A" (INMETRO). Fonte: <http://www.eletronbras.com/procel>

Energia (Elétrica)	
Fabricante Marca	REFRIGERADOR ABCDEF XYZ(Logo)
Tipo de degelo Modelo/tensão(V)	ABC/Automático IPQR/220
Mais eficiente <div> <div>A</div> <div>B</div> <div>C</div> <div>D</div> <div>E</div> <div>F</div> <div>G</div> </div>	A
Menos eficiente	
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes) (adotado no teste clima tropical)	XY,Z
Volume do compartimento refrigerado (l)	000
Volume do compartimento do congelador(l)	000
Temperatura do congelador (°C)	-18
<small>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Assesimados - RESP/001-REF Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>	
PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA <small>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</small>	

Figura 0.6 - Exemplo de etiqueta de eficiência energética para refrigerador do Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO). Fonte: <http://www.eletronbras.com/procel>

Figura 0.7 - Selo do prêmio nacional de conservação de gás concedido pelo CONPET aos produtos etiquetados com a classificação "A" (INMETRO). Fonte: <http://www.conpet.gov.br>

Energia (Gás)	
Fabricante Marca	FOGÃO A GÁS ABCDEF XYZ(Logo)
Modelo Tipo de Gás	IPQR GLP
QUEIMADORES DA MESA Mais eficiente <div> <div>A</div> <div>B</div> <div>C</div> <div>D</div> <div>E</div> </div>	A
Menos eficiente	
RENDIMENTO MÉDIO - %	62,4
FORNO VOLUME INTERNO - litros	43,0
CONSUMO DE MANUTENÇÃO - kg/h	0,128
Classificação quanto ao consumo A: mais econômico E: menos econômico	A B C D E
<small>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Fogões e Fornos a Gás - RESP008-FOG Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o manual do aparelho. PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM-PBE</small>	
CONPET <small>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</small>	

Figura 0.8 - Exemplo de etiqueta de eficiência energética para fogão a gás do Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO). Fonte: <http://www.conpet.gov.br>

A principal forma de reduzir o consumo de energia com iluminação artificial é integrá-la com a natural, por meio de aberturas. Recomenda-se, também, a execução de um cuidadoso projeto para a distribuição de circuitos, de maneira que os pontos de iluminação trabalhem com maior flexibilidade, permitindo uma iluminação dirigida ou geral, conforme a necessidade. A eficiência energética também deve ser considerada na escolha de lâmpadas e reatores, que devem ser somente classificados com nível A pelo selo PROCEL, sendo recomendadas as lâmpadas fluorescentes compactas, as lâmpadas tipo “led” (Figura 0.9), “PL”, ou “T5” (Figura 0.10). Os sensores de presença são aplicáveis em alguns locais da obra, e, assim como as lâmpadas, podem ser reutilizados em outros canteiros (JOHN, 2009). Propõe-se, também, a minimização do uso de placas de sinalização com luzes, substituindo-as por sinalizações simples onde for possível.

Figura 0.9 - Lâmpadas tipo led. Fonte: <http://www.google.com.br>

Figura 0.10 - Lâmpadas tipo T5. Fonte: <http://www.google.com.br>

Nas construções provisórias, principalmente dormitórios e escritórios, deve-se atentar à adequação bioclimática, por meio de ferramentas como a ventilação cruzada, evitando condições de extremo desconforto e o uso excessivo de ar condicionado (JOHN, 2009). Dessa forma, se desperta a questão do uso de contêineres como escritório nos canteiros de obras: se por um lado eles são completamente reutilizáveis, evitando o maior consumo de recursos e geração de resíduos, por outro eles são desconfortáveis, pelo baixo isolamento térmico que

proporcionam. Assim, é recomendável ponderar sobre o uso e, ao fazê-lo, adaptar o contêiner, utilizando isolantes térmicos, de modo a torná-lo mais confortável.

O uso e manutenção adequados são essenciais para o bom funcionamento das soluções propostas. Portanto, é fundamental dar manutenções adequadas aos equipamentos, assim como respeitar as especificações de projeto ao substituir peças, componentes, ou até os próprios equipamentos (JOHN, 2009). É necessário zelar para que não haja consumo desnecessário com luzes mantidas acesas em áreas administrativas e de vivência, banhos longos em chuveiros elétricos, aparelhos de ar-condicionado funcionando ininterruptamente, etc. Devem ser promovidas campanhas de conscientização para sensibilizar e envolver os trabalhadores, de modo a evitar o desperdício.

2.10. Incômodos e poluições

2.10.1. Aspecto ambiental: Geração de resíduos perigosos

Considerando as possíveis consequências desse aspecto (item 2.5.2.2.1) - contaminação de resíduos inertes, riscos à saúde e segurança dos trabalhadores e impactos ao meio físico no local da obra - o objetivo é reduzir a geração de resíduos perigosos e evitar a contaminação de resíduos inertes.

Os resíduos perigosos que podem estar presentes nos resíduos de construção e demolição podem ser divididos em quatro categorias (EPA, 1995): resíduos excedentes das atividades de construção e seus recipientes, por exemplo, latas de tinta ainda com material dentro; resíduos de óleos, graxas e fluidos, por exemplo, óleos de máquinas, fluido de freio, etc.; baterias, lâmpadas fluorescentes etc.; resíduos como: formaldeídos presentes em carpetes, madeiras tratadas, etc. O Quadro 0.1 apresenta produtos em que há presença de resíduos perigosos.

É importante atentar para que os resíduos perigosos passem por cuidadoso processo de triagem e sejam corretamente acondicionados, evitando contaminações de resíduos inertes e para que recebam os cuidados necessários.

Componentes do RCD	Produtos do RCD	Substâncias
Pintura	Tintas e container de tinta.	Resinas (à base acrílica, à base de chumbo, à base de mercúrio, à base de PVA, PVC, à base de poliuretano, à base de epóxi, à base de melanina etc.). Pigmentos (chumbo, arsênio, cromo)
Fechamento de paredes	Gesso acartonado	Sulfato
Produtos à base de petróleo	Diversos tipos de óleos e tanques combustíveis	
Madeira	Laminados, vernizes, preservativos	Preservativos (pentaclorofenol, CCA, ACA, creosoto etc.)
Cobertura	Telhas de cimento amianto	Asbestos
Metais	Soldas, lâmpada de mercúrio	Soldas (chumbo)
Outros	Baterias, carpetes, selantes, fibras de vidros, container de epóxi, solventes em geral	Carpetes (formaldeído)

Quadro 0.1 - Produtos da construção com presença de resíduos perigosos.
Extraído de Ângulo; John (2006).

A geração de resíduos perigosos pode ocorrer em diferentes atividades desenvolvidas em um canteiro de obras, e as diretrizes para minimizar seus impactos variam em cada caso. Portanto, seguem algumas recomendações específicas que visam orientar o manejo e minimizar o uso de determinados produtos, diminuindo assim a produção dos resíduos perigosos por eles gerados.

Durante as demolições, é preciso tomar cuidado com resíduos de antigas tubulações em chumbo e de pinturas, pois em imóveis antigos podem ter sido executadas com tintas à base de chumbo. Nesse caso, deve-se evitar respirar a poeira oriunda de pinturas removidas por lixamento, apicotamento, etc. Em edificações onde há possibilidade de exposição dos produtos a radiações ou produtos químicos, como clínicas radiológicas e instalações industriais, os resíduos são considerados perigosos (CONAMA, 2002).

No caso das escavações em solos contaminados, deve-se considerar a possibilidade de remediação dos resíduos, de modo que estes passem a ser não perigosos, podendo ser reutilizados.

Outros resíduos perigosos são: a lama bentonítica e os siltes, que não podem ser jogados nos esgotos ou rede de drenagem; a nata de cimento, assim como os resíduos contendo gesso, pois, embora de baixa solubilidade, são solúveis em água, podendo atingir lençóis e aquíferos; produtos hidrossolúveis tóxicos de preservação contra insetos e fungos em madeiras estruturais (sais e outros produtos a base de cobre, cromo, arsênio e boro), que devem ter suas quantidades definidas em função das condições de exposição do componente estrutural. O IBAMA¹⁰, em seu *site*, apresenta as classes de riscos de produtos de preservação da madeira.

Outros cuidados são: impedir derramamentos de colas, emulsões, solventes, tintas, vernizes, etc; nunca permitir que os resíduos da limpeza de pincéis e outros instrumentos e ferramentas de pintura adentrem a rede de esgoto ou atinjam o terreno natural.

Deve-se, também, evitar o emprego de produtos antiferrugem contendo chumbo, cromo ou cádmio, assim como o uso de vernizes sintéticos à base de poliuretano, tintas e vernizes a óleo (glicerofitálicos) e solventes à base de derivados de petróleo (tolueno, xileno, *white spirit*, etc.), clorados (tricloroetileno, diclorometano, etc.), oxigenados (acetonas, álcoois, ésteres, éteres, etc.).

Nas construções provisórias, preferir o uso de tintas e vernizes sem formaldeídos ou formóis, que não emitam compostos orgânicos voláteis, ou que apresentem baixa emissão, que não possuam mercúrio e seus derivados em sua composição, assim como pigmentos de chumbo, cádmio, cromo ou seus óxidos.

Com relação aos riscos oferecidos à saúde e segurança dos trabalhadores, as diretrizes são apresentadas no item 2.10.10, referente ao manejo de materiais perigosos. Valem também as recomendações da seção 2.11.4, manejo e destinação de resíduos perigosos, que trata da triagem, acondicionamento e transporte destes, evitando a contaminação de resíduos inertes e a poluição do meio físico do canteiro de obras e vizinhança.

¹⁰ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis: <http://www.ibama.gov.br/>

A Figura 0.11 apresenta uma proteção acoplada a um caminhão para que o óleo que vaza não entre em contato com o solo.

Figura 0.11 - Proteção utilizada em caminhão para que o óleo não entre em contato com o solo.
Fonte: acervo pessoal.

2.10.2. Aspecto ambiental: Geração de resíduos sólidos

O objetivo deste item é a redução da geração de resíduos sólidos no canteiro de obras. As seções 2.9.1 - Consumo de recursos - e 2.11.1 - Perdas de materiais por entulho - também discutem o tema, incluindo diretrizes relevantes para este aspecto ambiental. De maneira geral, deve-se incentivar o aproveitamento máximo dos materiais e produtos, empregando técnicas e peças que reduzam a necessidade de cortes, que esvaziem por completo a embalagem e realizando medidas com exatidão.

Para alcançar o objetivo, é necessário estudar a geração de resíduos em cada atividade do canteiro de obras e as maneiras de reduzi-la. Propõe-se o uso da Tabela 0.2 para identificar quais atividades geram resíduos sólidos de maneira mais significativa. Neste item são propostas diretrizes para algumas das atividades consideradas mais relevantes em relação ao aspecto estudado, de modo a completar as recomendações apresentadas nos itens 2.9.1 e 2.11.1.

A demolição é atividade que gera grandes quantidades de resíduos de composição variável. Assim, a primeira recomendação é a realização de demolição seletiva, realizando o procedimento de forma inversa à da construção: retirada de elementos de decoração não fixos, aparelhos e instalações, forros falsos, revestimentos reutilizáveis, elementos de cobertura, vedações verticais e estrutura. Esse procedimento aumenta o potencial de reutilização e reciclagem dos componentes e materiais. É importante, também, realizar o gerenciamento de resíduos com cuidado, de modo a assegurar a correta destinação, evitar a contaminação de resíduos inertes e reduzir o volume destinado a aterros.

Durante a construção da superestrutura, deve-se evitar que caminhões betoneiras sujem vias e calçadas, e, caso isso ocorra, realizar a limpeza; contratar o projeto de fôrmas, fabricá-las e utilizá-las adequadamente, de maneira que as mesmas sejam reaproveitadas um grande número de vezes, evitando a produção de resíduos extras de madeira.

Por fim, para as alvenarias, sugere-se que o corte de blocos para a instalação de embutidos seja feito em uma central, com uso de serra, de modo a reduzir as quebras. Também é interessante, sempre que possível, que as tubulações passem através dos furos dos blocos, evitando a geração de resíduos por quebra de paredes.

2.10.3. *Aspecto ambiental: Emissão de vibração*

As vibrações são fontes de danos à saúde do trabalhador, incômodos à vizinhança e patologias em edificações próximas ao canteiro de obras. Dessa forma, este aspecto é particularmente importante se houver, na vizinhança, hospitais, escolas, hotéis, sítios históricos, edificações antigas ou tombadas pelo patrimônio histórico, entre outros.

Segundo Andrade (2004), “[...] O grau de vibração está associado à intensidade, à duração, à frequência e ao número de ocorrência [...]” das ações que a causam. Vale lembrar que, também como resultados das vibrações, há “o aumento da

propagação do ruído pelo transporte do som através do solo e das estruturas, sendo mais perceptível durante a noite, devido ao baixo nível de ruído de fundo”.

Se a emissão de vibração for inevitável, é recomendável que a faça em períodos que causem menores incômodos à vizinhança. No caso de construções vizinhas com risco de apresentarem manifestações patológicas, deve-se tomar as precauções necessárias, por exemplo, a execução de reforços.

Durante a demolição, a emissão de vibração pode ser reduzida pelo uso de equipamentos leves e serras de corte. No caso dos serviços de terraplenagem, quando possível, deve-se substituir o rolo compressor vibratório pelo não vibratório. Já, no caso da execução das fundações, que são uma das maiores fontes de vibração em obras, especialmente quando são utilizadas estacas cravadas, é preferível a utilização de bate-estacas vibratórios, por causarem menores incômodos que os que funcionam por gravidade.

Além das ocorrências aqui apresentadas, recomenda-se, para cada atividade, o estudo da causa da vibração e a busca de maneiras de reduzi-la, seja pela troca de um equipamento ou de um método construtivo.

2.10.4. *Aspecto ambiental: Emissão de ruídos*

A emissão de ruído é um dos aspectos ambientais que causam maiores incômodos, podendo prejudicar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e da comunidade próxima à obra. Dependendo da vizinhança do canteiro de obras, os cuidados com a emissão de ruídos precisam ser redobrados, por exemplo, quando existirem hospitais, creches, escolas, ou se a região for estritamente residencial e calma.

No canteiro de obras, especificamente, os equipamentos são responsáveis pela geração de ruído. Este varia em função do equipamento; de sua utilização, que diversifica em razão do tempo e continuidade da ação; tipo de material processado; disposição do equipamento, que pode ser interna ou externa; etc. (ANDRADE, 2004).

Não existe legislação do governo brasileiro que regulamente, especificamente, o ruído provocado pelos canteiros de obras (ANDRADE, 2004). Dessa forma, utiliza-se como referência a Norma da ABNT NBR 10151, que “fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações”. Dessa maneira, utiliza-se como método de avaliação de ruído o apresentado por essa norma. Tal procedimento, apresentado detalhadamente por Andrade (2004), consiste na comparação do nível de critério de avaliação (Tabela 0.1) e o nível de pressão sonora emitido pela fonte, nesse caso, o canteiro de obras.

Tabela 0.1 - Níveis de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A). Fonte: ABNT NBR 10151 (2000).

Tipos de áreas	Diurno dB(A)	Noturno dB(A)
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Para o cálculo da previsão do ruído, utiliza-se o nível de potência sonora da fonte, ou seja, os equipamentos da construção civil (Tabela 0.2); a distância do equipamento ao receptor; o tempo de exposição sonora, ou tempo em que o equipamento permanece ligado; e o nível de ruído ambiental, este, definido pela norma ABNT NBR 10151 (ANDRADE, 2004).

Algumas das ações propostas por Andrade (2004), visando à redução dos incômodos, são: realizar as atividades em períodos que causem menos incômodos à vizinhança; implantar silenciadores em escapamentos; manter veículos e equipamentos desligados quando não estiverem sendo utilizados; localizar as áreas de produção de ruídos e vibrações (compressores, betoneiras, vibradores, bombas, etc.) de forma a minimizar os impactos na vizinhança, trabalhadores e fauna local; zelar pelo uso e bom estado das proteções acústicas existentes nas ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos; prever a implantação de proteções acústicas complementares para aqueles que produzam ruídos excessivos; prever a construção

de barreiras físicas ou utilizar barreiras existentes entre as fontes emissoras e receptoras.

Tabela 0.2 - Níveis de Potência Sonora de equipamentos usados nos canteiros. Fonte: Andrade (2004).

Equipamento	Potência Sonora dB(A)
Bate-Estaca	140
Betoneira com Carregador	119
Bombas	111
Bomba para Concreto	117
Caminhões	105
Caminhão Basculante	119
Caminhão Betoneira	123
Caminhão Tanque	96
Compactador	110
Compressor	102
Distribuidora de Agregados	108
Elevador de Carga	64
Elevador de Plataforma	64
Gerador	102
Grua	115
Guindaste	115
Mangote-Vibrador	117
Máquina Soldadora	72
Pá Carregadeira	108
Perfuratriz-Rompedor	121
Pistola finca-pinos	120
Raspadeira, Niveladora	127
Régua Vibratória	94
Retro-Escavadeira	127
Rolo Pé-de-Carneiro	111
Serra Circular-Bancada	117
Serra Manual Madeira/Mármore	125
Trator	130
Rolo Compactador	121

Outras recomendações específicas envolvem o uso de rompedores elétricos, e não pneumáticos, nas atividades de demolição; a utilização de bate-estacas vibratório ao invés de bate-estacas por gravidade, quando possível; na concretagem, preferir o uso de vibradores de agulha e privilegiar o uso de concretos autoadensáveis; evitar a perfuração de lajes ou estruturas em geral para realizar aberturas de passagens; preferir o emprego de componentes produzidos fora do canteiro (armadura pronta, fôrmas racionalizadas, estruturas pré-moldadas, estruturas metálicas, etc.); se houver necessidade do uso da britadeira, esta deve ser utilizada em períodos que provoquem menores incômodos à vizinhança (ANDRADE, 2004).

As diretrizes apresentadas por Andrade (2004), visando à redução dos incômodos causados pela emissão de ruídos, são diversas e não cabe a reprodução completa neste trabalho. Portanto, indica-se a consulta à tese de doutorado citada.

No presente estudo, foi possível constatar que alguns equipamentos e máquinas, atualmente insubstituíveis para as atividades nos canteiros de obras, produzem ruídos excessivos. Por outro lado, os fabricantes apresentam poucas ações visando à melhoria desse aspecto. Há necessidade de investimentos na fabricação de ferramentas, equipamentos e máquinas que produzam menores níveis de ruídos.

A legislação relativa ao tema abrange, em esfera federal, a Resolução Conama 01 de 1990 (CONAMA, 1990 (1)), que “estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades”, e a Resolução Conama 02 de 1990 (CONAMA, 1990 (2)), que “institui, em caráter nacional, o Programa Silêncio, visando controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população”.

No âmbito municipal, considerando a cidade de São Paulo, têm-se: a Lei 11.501 - de 11 de abril de 1994, que “dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora; impõe penalidades, e dá outras providências”; a Lei n.º 11.804 - de 19 de junho de 1995, que “dispõe sobre avaliação da aceitabilidade de ruídos na cidade de São Paulo, visando o conforto da comunidade”; o Decreto n.º 34.569 - de 6 de outubro de 1994, que “institui o Programa Silêncio Urbano - PSIU, visando controlar e fiscalizar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e

bem-estar da população, e dá outras providências”; e o Decreto n.º 34.741 - de 9 de dezembro de 1994, que “regulamenta a Lei n.º 11.501 - de 11 de abril de 1994”.

As Figuras 4.12 a 4.14 apresentam o local onde a serra está posicionada em um canteiro de obras visitado na cidade de São Paulo. O equipamento foi colocado em uma área com proteções acústicas (Figura 0.13), de modo a reduzir os incômodos causados pela emissão de ruídos. As proteções estavam sendo retiradas no dia em que a foto foi feita. Portanto, o local não está inteiramente fechado (Figura 0.12). Na entrada do lugar havia uma placa indicando a necessidade do uso de equipamentos de proteção (Figura 0.14).

Figura 0.12 - Local onde está posicionada a serra. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.13 - Proteção para redução da emissão do ruído gerado pela serra. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.14 - Sinalização indicando a necessidade de uso de equipamento de proteção no local onde está a serra. Fonte: acervo pessoal.

2.10.5. *Aspecto ambiental: Lançamento de fragmentos*

As recomendações deste item são, basicamente, relativas à segurança, sendo tratadas na Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), nos itens 18.22.3 - que aborda a questão de ruptura e projeção de peças de máquinas e equipamentos - e 18.13, que versa sobre medidas de proteção contra projeção de materiais, além de quedas de trabalhadores.

A Figura 0.15 apresenta redes de proteção utilizadas em um canteiro de obras visitado na cidade de São Paulo, com o objetivo de evitar o lançamento de fragmentos e a queda de trabalhadores.

Figura 0.15 - Redes de proteção instaladas no canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.

Machado e Ferraresi (2009) apresentam boas práticas relativas à manutenção das telas de proteção, dentre elas:

- arredondar as arestas da plataforma, revestindo o lado externo para criar uma superfície deslizante, de modo a evitar rasgos na tela devido aos movimentos de subida ou descida do balancim (Figura 0.16);
- posicionar sarrafos horizontais nas guias do balancim, fixadas na cobertura do edifício, com o objetivo de distribuir de maneira uniforme o carregamento das telas na estrutura. “Sem os sarrafos, a concentração das cargas nas pontas das guias tende a rasgar o material” (Figura 0.17);
- as telas podem ser emendadas com presilhas ou com costura mecânica, respeitando a sobreposição de 5 cm na realização da costura, passando uma corda entre elas (Figura 0.18);
- “o tensionamento e a fixação das telas devem ser feitos com corda de polietileno ou náilon de, no mínimo, 10 mm de diâmetro”. Não devem ser utilizadas cordas de sisal, cujas fibras podem entrar em atrito com a tela, cortando-a (Figura 0.19);
- “as cordas devem passar no meio da base das bandejas, por furos feitos com serra-copo, protegidas com conduítes do atrito com o plano”. As cordas não devem ser amarradas na base ou na estrutura das bandejas, que também podem ser arrancadas com a força do vento, comprometendo a segurança dos operários. (Figura 0.20);
- as pontas das cordas devem ser amarradas diretamente no chão, em insertes metálicos chumbados no solo, de modo a garantir a fixação. Não se deve amarrar em barris ou blocos de concreto soltos, que podem ser arremessados por ventos mais fortes (Figura 0.21).

Figura 0.16 - Arestas arredondadas e revestimento do lado externo. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).

Figura 0.17 - Sarrafos horizontais posicionados nas guias do balancim, fixadas na cobertura do edifício. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).

Figura 0.18 - Emendada da tela. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).

Figura 0.19 - Tensionamento e fixação das telas. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).

Figura 0.20 - Passagem das cordas pela bandeja. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).

Figura 0.21 - Fixação das cordas. Fonte: Machado e Ferraresi (2009).

2.10.6. *Aspecto ambiental: Emissão de material particulado*

As diretrizes referentes ao aspecto ambiental “Emissão de material particulado” envolvem ações durante todo o período de duração do canteiro de obras. Para cada atividade há diferentes recomendações. Resende (2007) apresenta diversas diretrizes visando à redução das emissões, não cabendo aqui a reprodução de todas. Como exemplos, serão descritas as ações relativas aos serviços de demolição (Quadro 0.2), movimentação de terra e serviços preliminares (Quadro 0.3). No entanto, para obter informações mais detalhadas, além de outras diretrizes, indica-se a dissertação de mestrado citada.

Fonte Potencial	Medida de Controle
Utilização de explosivos	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre que possível esta medida deve ser evitada, buscando outras metodologias de demolição
Emissão de partículas de atividades diversas (serragem, britagem, quebra, lixamento, entre outros)	<ul style="list-style-type: none"> • Cercar a obra ou pontos de emissão com telas de poliéster de malha fina ou outras barreiras físicas, como chapas de madeira, tecidos, entre outros, de modo a garantir que as partículas, mesmo quando movimentadas pelos ventos não passem dos limites da obra; • Aspergir água com mangueiras de alta vazão, ou dispositivos associados aos equipamentos, antes e durante a atividade de demolição; • Evitar atividade de demolição quando as velocidades do vento estiverem elevadas; • Manter a área umedecida após o término da demolição. Em períodos grandes, utilizar estabilizadores químicos, se houver.
Materiais biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Todo tipo de material biológico presente na edificação, que apresente riscos ao meio, deve ser removido antes do início da demolição. Deve-se evitar que o material se torne um aerossol, quando removido.
Descarga e transporte de material	<ul style="list-style-type: none"> • O lançamento de materiais em caçambas estacionárias ou caminhões deve ser feito da menor altura possível, evitando maior dispersão na atmosfera; • As caçambas e caminhões devem ser umedecidos e cobertos para evitar dispersão de partículas.
Armazenamento de resíduos na obra	<ul style="list-style-type: none"> • Os resíduos de demolição devem ser removidos o quanto antes da obra, evitando sua exposição a ventos e chuvas. Quando não for possível, devem ser cercados, umedecidos e cobertos.
Cortes com maçarico	<ul style="list-style-type: none"> • É recomendável a utilização de exaustores localizados, conforme a intensidade de utilização.
Trânsito de veículos	<ul style="list-style-type: none"> • As rotas de veículos devem estar sempre umedecidas com água ou estabilizadores químicos biodegradáveis.

Quadro 0.2 - Atividade emissoras de material particulado e medidas de prevenção e controle durante atividades de demolição. Fonte: Resende (2007).

Dessa forma, no Quadro 0.2, são identificadas as fontes potencialmente emissoras de material particulado e as respectivas medidas de controle para as atividades de demolição. Já, no Quadro 0.3, são apresentadas as fontes potencialmente emissoras e as medidas de prevenção e controle relativas à movimentação de terra e serviços preliminares.

Resende (2007) apresenta a relação entre as potenciais atividades geradoras de material particulado, considerando os serviços de execução de estrutura, vedações verticais e horizontais e acabamentos em geral (Quadro 0.4).

Por fim, para que se possam garantir os níveis desejados de emissões de materiais particulados, Resende (2007) propõe um plano de gestão, abrangendo ações durante a concepção do edifício até a sua entrega.

Fonte potencial	Medidas de prevenção e controle
Durante a movimentação de terra em geral	<ul style="list-style-type: none"> • A vegetação existente deve ser removida conforme o avanço das atividades de movimentação de terra, evitando exposição do solo; • Serviços de escavação devem ser evitados durante períodos muito secos e com ventos fortes; • A remoção de terra da obra deve ser feita, preferencialmente, logo após sua escavação/movimentação; • Sempre que possível, umedecer o solo periodicamente; • Prever barreiras físicas ao redor da obra ou das áreas de trabalho para diminuir as emissões além do limite da obra; • Caso possível, manter as áreas em escavação umedecidas e cobertas nos períodos de paralisação; • Controlar a altura de lançamento de terra nos trabalhos de carga e descarga. Esvaziar a caçamba lentamente, evitando a formação de nuvens de poeira.
Término da movimentação de terra	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre que possível, aplicar a vegetação sobre o solo logo que forem finalizados os serviços de movimentação de terra; • Sempre que possível, aplicar pavimentação definitiva ou provisória sobre o solo para evitar sua exposição; • Quando não for possível nenhuma das opções acima, recomenda-se umedecer o solo periodicamente ou ainda aplicar estabilizadores químicos.
Estoques de terra	<ul style="list-style-type: none"> • Devem ser umedecidos periodicamente e cobertos com lona; • Outra opção é molhar a superfície dos estoques de terra com estabilizadores químicos.
Transporte de material	<ul style="list-style-type: none"> • Os caminhões transportadores devem ser cobertos com lona ou outra barreira física; • Os pneus do caminhão devem ser lavados sempre que deixarem o canteiro. A água de lavagem deve ser adequadamente coletada para impedir danos ao meio ambiente.

Quadro 0.3 - Medidas de prevenção e controle de atividades emissoras de material particulado durante atividades de movimentação de terra e serviços preliminares. Fonte: Resende (2007).

A legislação referente ao assunto, em âmbito federal, envolve a Resolução Conama 05 de 1989 (CONAMA, 1989), que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, que tem como estratégia limitar “os níveis de emissão por tipologia de fonte e poluentes prioritários, reservando o uso de padrões de qualidade como ação complementar de controle”; a Portaria Normativa nº 348 de 14 de março de 1990 do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), que

estabelece “os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência”; e a Resolução Conama 03 de 1990 (CONAMA, 1990 (3)), que contempla os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Portaria Normativa citada. Em âmbito estadual, considerando-se São Paulo, tem-se o Decreto Estadual nº 8.468 - de 8 de setembro de 1976, que “dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente”.

		Atividades geradoras de Material Particulado												
		Corte com serra de disco	Corte com serra de bancada	Serragem manual (serrotes)	Perfuração	Desgaste superficial	Uso de material pulverulento	Aspersão de partículas líquidas	Lançamento/projeção de material com queda e resuspensão	Quebra de materiais pulverulentos	Queima	Uso de maçarico/soldas	Limpeza com varrição	Escavação Manual
Serviços de construção	Fôrma		O	♦	x								O	
	Armação		♦									x	O	
	Concretagem	x			x	x	O		O	x			O	
	Forros e divisórias	x		♦	x	x	x						O	
	Alvenarias	O			x		O		O	x			O	
	Revestimentos internos					x	O		O	x			O	
	Revestimentos externos					x	O		O	x			O	
	Pisos argamassados						O		O	x			O	
	Revestimentos cerâmicos	O			♦		♦		♦	x			O	
	Esquadrias	♦		♦	♦	♦							O	
	Pintura					O	♦	O					O	
	Cobertura	O		♦	x		x		x	x			O	
	Impermeabilização						♦		x		O	♦	x	
	Pavimentação	O				x	O		♦	x	♦		O	O
	Paisagismo						♦							O
Sistemas Prediais	x	x	x	♦		x		x	x	x	x	x	O	
Legenda: ♦ - Ocorre com maior intensidade/freqüência														
x - Ocorre com menor intensidade/freqüência														
O - Atividades com maior potencial de emissão de MP														

Quadro 0.4 - Atividades potencialmente geradoras de material particulado e principais serviços de construção do edifício em que ocorrem. Fonte: Resende (2007).

2.10.7. Aspecto ambiental: Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos

As diretrizes relativas a este aspecto envolvem evitar a dispersão de gases e a geração de faíscas próximas a locais em que podem ocorrer vazamentos de gases. Além das recomendações presentes no item 18.26 da Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), - Proteção contra incêndio -, deve-se atentar às tubulações durante o processo de demolição e entrar em contato com a concessionária local, de modo a evitar perfurações em tubulações de gás.

2.10.8. Aspecto ambiental: Desprendimento de gases, fibras e outros

As diretrizes referentes a este aspecto podem ser divididas em prevenção de desprendimentos e redução das consequências deste.

A prevenção de desprendimentos abrange a não utilização de materiais tóxicos, que emitam compostos orgânicos voláteis e fibras. É necessário destacar que, se os usos de tais materiais forem determinações do projeto do empreendimento, sobre o qual a equipe do canteiro de obras não tem poder de decisão, para evitá-los é preciso haver uma negociação com o empreendedor da obra. No entanto, sempre que a escolha for de responsabilidade da equipe do canteiro de obras, tais produtos devem ser evitados.

Dessa maneira, deve-se não utilizar solventes orgânicos, por causa da emissão de compostos orgânicos voláteis; reduzir ao mínimo a queima de combustíveis fósseis; proibir o emprego de produtos que contenham amianto e minimizar o uso dos que incluam sílica e lãs minerais; evitar o uso de aerossóis e prover manutenção adequada aos equipamentos que possuem sistemas de refrigeração, de modo a impedir a emissão de clorofluorcarbonos hidrogenados, assim como se deve atentar às tubulações de equipamentos contendo líquidos refrigerantes para não perfurá-las.

Na impossibilidade de evitar a ocorrência de desprendimentos, a empresa construtora deve fazer um estudo levantando informações sobre os ventos dominantes (frequências, com velocidades e sentido), as condições do relevo e das construções vizinhas, de maneira a delimitar as possíveis áreas afetadas pelos desprendimentos. É também de responsabilidade da empresa construtora fornecer os equipamentos de proteção adequados aos trabalhadores que entrem em contato com os produtos tóxicos.

Como exemplo de produtos que possam desprender substâncias tóxicas, têm-se: resinas sintéticas, presentes em tintas, vernizes e revestimentos, à base de epóxi, poliuretano, poliéster; colas com solventes, que trazem riscos de explosão, incêndio, intoxicação grave, agressão à pele e mucosas nasais; gessos obtidos a partir de fósfogessos, que podem emitir radônio; solventes à base de acetona, que causam problemas de saúde aos trabalhadores, causam chuvas ácidas e aumentam o efeito estufa; etc.

2.10.9. Aspecto ambiental: Renovação do ar

A Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), no item 18.20, apresenta recomendações específicas sobre o trabalho em locais confinados, de modo a garantir a saúde e segurança dos trabalhadores.

2.10.10. Aspecto ambiental: Manejo de materiais perigosos

As principais diretrizes, visando à redução dos impactos derivados do manejo de materiais perigosos, são: elaboração de um protocolo de ação, no caso de derramamento de substâncias perigosas; oferta de treinamento aos funcionários quanto ao significado dos símbolos e pictogramas de risco impressos nas etiquetas; atender todas as recomendações de uso dadas pelos fabricantes; fornecer equipamentos de proteção adequados aos trabalhadores; armazenar os materiais perigosos em local seguro e com acesso controlado.

Acrescentam-se, ainda, as diretrizes apresentadas nos itens 2.10.8 e 2.11.4, que também são válidas para esse aspecto.

2.11. Resíduos

Para este tema como um todo, em primeiro lugar, deve-se considerar a Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002), que define “diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais”. Para tanto, a Resolução estabelece como instrumento o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que incorpora dois outros instrumentos:

- Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, que estabelece diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local;
- Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, elaborados e implantados pelos geradores não enquadrados no caso anterior, fundamentalmente as empresas construtoras, e que têm como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos gerados nos canteiros de obras; a Resolução define, assim, a construtora como responsável pelos resíduos até a sua destinação final.

Dessa maneira, é necessário que as construtoras procurem, no município em que o canteiro de obras está localizado, o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, e execute, para cada obra, o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme indicado, por exemplo, pelos manuais do SindusCon de São Paulo (PINTO, 2005) e de Minas Gerais (JUNIOR, 2005), da Caixa Econômica Federal (PINTO; GONZÁLEZ, 2005(2)) e do CREA-SP (PINTO; GONZÁLEZ, 2005(1)).

2.11.1. *Aspecto ambiental: Perda de materiais por entulho*

As perdas podem ser classificadas segundo a sua natureza. Essa diferenciação auxilia na identificação das mesmas na forma de redução. De acordo com Agopyan *et. al.* (1998), pode-se classificar as perdas em: por superprodução, por substituição, por espera, por transporte, no processamento, nos estoques, no movimento, pela elaboração de produtos defeituosos, roubos, vandalismos, etc. Dentre essas, as relevantes para este trabalho, ou seja, as que geram entulhos, são descritas abaixo.

- a) Perdas por superprodução: perdas por produção superior à necessária, por exemplo, produção de argamassa de revestimento superior ao necessário;
- b) Perdas por transporte: ocorrem devido ao manuseio excessivo dos materiais e componentes em função do arranjo físico ineficiente no canteiro ou programação ruim de atividades, por exemplo, quebra de blocos por queda durante o transporte (Figura 0.22);
- c) Perdas no processamento em si: são originadas na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada, por exemplo, na quebra manual de paredes emboçadas para execução de instalações prediais ou quebras de placas de gesso acartonado por erros de execução (Figura 0.23);

Figura 0.22 - Blocos quebrados durante o manuseio. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.23 - Placas de gesso acartonado quebradas durante o processo de execução da vedação. Fonte: acervo pessoal.

- d) Perdas nos estoques: falta de cuidados no armazenamento de materiais, existência de estoques excessivos por causa de programação inadequada na entrega de materiais ou erros na orçamentação, por exemplo; acondicionamento incorreto de sacos de cimento, provocando sua hidratação; ou a compra peças de madeiras em excesso para a execução de fôrmas;
- e) Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: fabricação de produtos que não atendem aos critérios de qualidade especificados, acarretando em retrabalhos e deficiência no desempenho do produto final, por exemplo, falha na impermeabilização e pintura, descolamento de placas cerâmicas, etc.

Considerando as perdas descritas, para cada atividade, é necessário analisar as maneiras de reduzir o desperdício. Souza (2005) apresenta um manual de gestão de consumo de materiais, com o objetivo de reduzir as perdas.

Algumas recomendações são: calcular corretamente o consumo de argamassa e gesso para que não haja desperdícios na frente de trabalho pelo excesso de produção; projetar o canteiro cuidadosamente, de modo a diminuir deslocamentos e fazê-lo de maneira segura; executar o projeto para produção, evitando erros, retrabalhos e quebras excessivas; armazenar corretamente os materiais e componentes no estoque; mensurar meticulosamente as quantidades necessárias ao adquirir produtos; etc.

A Figuras4.24 mostra um equipamento para auxiliar na correta medição durante diversas atividades existentes no canteiro de obras, por exemplo, dosagem de argamassa.

2.11.2. *Aspecto ambiental: Manejo de resíduos*

O manejo de resíduos, conforme a Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002), inclui as atividades de caracterização, triagem, acondicionamento e transporte.

Figura 0.24 - Balança para pesagem e dosagem de materiais. Fonte: Rodrigo Rosa Tomazetti.

A Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002) determina que os geradores devem “ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos, e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final”. Considerando este propósito, a etapa de caracterização, que consiste na identificação e quantificação dos resíduos, é essencial para criar as condições que permitam a reutilização ou reciclagem, ou seja: evitar a mistura de resíduos de classes diferentes, e também de produtos diferentes de uma mesma classe. Os resíduos comuns, de característica doméstica, devem ser considerados Classe E, e são considerados rejeitos (JUNIOR, 2005). Além da classificação, é necessário estimar a geração média semanal de resíduos sólidos por classe e tipo de resíduo (em kg ou m³).

A triagem, segundo a Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002), “deve ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade”. Dessa forma, entende-se que a realização da triagem na origem é o que possibilita a reutilização dos resíduos na própria obra.

O acondicionamento, ou confinamento dos resíduos, de acordo com a Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002), deve ocorrer após a geração e até a etapa de transporte, assegurando, nos casos possíveis, as condições de reutilização e de reciclagem. Sendo assim, deve-se assegurar que os resíduos não sejam

contaminados e que não poluam o meio ambiente. Por exemplo, os resíduos de gesso não devem entrar em contato com outros resíduos e com o solo.

Segundo a Limpurb¹¹ (s.d.), somente as empresas regularizadas podem descartar o entulho em aterros de resíduos da construção, dando disposição final ambientalmente adequada aos materiais, portanto, é importante verificar, antes de contratar o serviço, a lista das empresas cadastradas pela administração municipal. Na cidade de São Paulo, essa lista está disponível no *site* da Limpurb: <http://www.limpurb.sp.gov.br>.

A Figura 0.25 apresenta resíduos caracterizados e triados no próprio pavimento em que foram gerados. As Figuras 4.26 a 4.29 mostram resíduos acondicionados.

A literatura sobre esse tema é extensa, e não se pretende abranger todo o assunto nesta dissertação. Portanto, para informações mais detalhadas, indicam-se Marcondes (2008), Pinto (1999, 2005), Junior (2005), Pinto e González (2005)(1), Pinto e González (2005)(2).

Figura 0.25 - Caracterização e triagem do resíduo no local onde foi gerado. Fonte: acervo pessoal.

¹¹ Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura de São Paulo

Figura 0.26 - Acondicionamento temporário de resíduos em bombonas. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.27 - Acondicionamento de resíduos em baías. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.28 - Acondicionamento de resíduos em bags. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.29 - Acondicionamento de resíduos em bags. Fonte: acervo pessoal.

2.11.3. Aspecto ambiental: Destinação de resíduos (inclui descarte de recursos renováveis)

Os geradores são responsáveis pela correta destinação dos resíduos, seja a reutilização e reciclagem, ou o encaminhamento a Áreas de Transbordo e Triagem, aterros, etc. A destinação orientada pela Resolução Conama 307 de 2002 (CONAMA, 2002) é apresentada no Quadro 0.5.

No entanto, a melhor opção é a incorporação dos resíduos no próprio ciclo produtivo, reutilizando-os na própria obra, sempre que possível, reduzindo o consumo de recursos e a geração de resíduos.

Classe	Exemplos	Destinação
Classe A	Componentes cerâmicos, argamassas, concreto, solos, etc.	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
Classe B	Plástico, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	Reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C	Gesso, lixas, mantas asfálticas, e outros sem tecnologia de recuperação.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	Tintas, solventes, óleos e outros resíduos contaminados.	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Quadro 0.5 - . Classificação e destinações possíveis dos resíduos da construção civil. Fontes: Marcondes (2008) e Conama (2002).

Destaca-se a logística reversa como forma de reaproveitamento de resíduos, seja por novo emprego ou pela transformação, por beneficiamento industrial, em outros produtos. Marcondes (2008) define logística reversa como:

“processo de planejamento, implementação e controle eficiente, de fluxos de matéria-prima, de inventário em processo, estoques, bens finalizados, custos e informações relativas a eles, do ponto de consumo para o ponto de origem, ou ainda para outro ponto de reaproveitamento, que se mostre mais viável, com o propósito de recapturar valor, criar valor, ou ainda dar disposição adequada, levando-se em consideração os requisitos técnicos, sociais e econômicos, sem significar necessariamente a transferência de responsabilidade pelos fluxos”.

Dessa forma, o processo descrito contribui para a redução do consumo de recursos e da disposição de resíduos em aterros.

Em São Paulo e outras cidades do estado, no caso das obras de pequeno porte, a prefeitura disponibiliza locais para o recebimento dos resíduos, denominados Ecopontos (Estação de Entrega Voluntária de Inservíveis). Os endereços estão disponíveis no site da Limpurb: <http://www.limpurb.sp.gov.br>.

A literatura sobre esse tema é extensa, e não se pretende abranger todo o assunto nesta dissertação. Portanto, para informações mais detalhadas, indica-se Marcondes (2008), Pinto (1999, 2005), Junior (2005), Pinto e González (2005)(1) Pinto e González (2005)(2).

2.11.4. *Aspecto ambiental: Manejo e destinação de resíduos perigosos*

O manejo e a destinação dos resíduos perigosos são casos particulares dos discutidos nos itens 2.11.2 e 2.11.3. Dessa forma, as mesmas recomendações são aplicáveis, porém com mais rigor, e outras novas são acrescentadas.

Os resíduos perigosos são aqueles que podem causar poluição do meio ambiente; contaminação dos resíduos inertes, e consequente contaminação de aterros; riscos à saúde e segurança dos trabalhadores e vizinhança; prejuízos à visibilidade; ocorrência de explosões e incêndios; etc. Assim, a primeira ação é a preparação de uma lista contendo todos os resíduos perigosos presentes na obra, e os cuidados necessários para cada um.

Os resíduos, assim como suas embalagens e os produtos contaminados por esses, devem passar por um cuidadoso processo de caracterização e triagem, de modo a não expandir a contaminação a outros resíduos. É necessário que os trabalhadores usem os equipamentos de proteção necessários em todo o processo.

A norma da ABNT NBR 12235 dispõe sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos, de acordo com a classificação proposta pela norma da ABNT NBR 10004, que dispõe sobre a classificação de resíduos.

Cuidados especiais devem ser considerados na destinação dos resíduos perigosos, uma vez que, se feito de forma incorreta, traz consequências extremamente danosas para comunidades mais distantes. Assim, recomenda-se que as construtoras procurem a prefeitura do município no qual a obra está localizada para definir a destinação mais adequada desses resíduos.

Os recipientes de armazenamento de resíduos perigosos devem ser identificados antes de serem enviados às áreas de destinação, conforme a Resolução Conama 06 de 1988 (CONAMA, 1988). O transporte deve atender às normas da ABNT: NBR 7500 - “Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos”; e NBR 7503 - “Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos”.

A Figura 0.30, obtida em visita a um canteiro de obras da cidade de São Paulo, mostra a disponibilidade de recipientes para resíduos perigosos e contaminados, próximos aos mais comumente encontrados, como para resíduos orgânicos e papéis, o que não é recomendado, pois pode haver engano no momento da deposição.

Figura 0.30 - Recipiente para resíduos perigosos e contaminados em canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.

2.11.5. Aspecto ambiental: Queima de resíduos no canteiro

A queima de resíduos em canteiro de obras é proibida pela Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), conforme citado no item 18.29.4.

2.12. Infraestrutura do canteiro de obras

2.12.1. Aspecto ambiental: Remoção de edificações

Neste item são feitas recomendações relacionadas ao aspecto ambiental “remoção de edificações” e também à atividade de demolição (seção 2.5.2.4.1). Essa decisão foi tomada porque algumas recomendações não se encaixam em nenhum outro aspecto, e considerou-se importante mantê-las neste trabalho. Por outro lado, nem todas diretrizes relacionadas à atividade de demolição são feitas aqui, pois se inserem em outros aspectos, por exemplo, emissão de ruídos e vibrações.

Dessa forma, além do apresentado no item 2.10.2, recomenda-se que os materiais perigosos recebam atenção especial na remoção, por exemplo, os asbestos. Devem-se utilizar equipamentos de proteção individual, de modo a não afetar a saúde dos trabalhadores. No entanto, vale considerar o enclausuramento dos materiais perigosos ao invés de sua retirada, nos casos em que esta não se faz necessária. O enclausuramento é realizado com uma capa protetora à prova d’água aplicada sobre o material, selando-o por, no mínimo, 20 anos.

Outros cuidados a serem tomados são: proteger a superfície do solo exposta após a remoção da edificação com o uso, por exemplo, de lonas e plásticos; é necessário proteger o material removido para que, antes de sua destinação final, não seja transportado por chuva ou vento; estudar o alívio de cargas que a remoção da edificação causará, evitando danos aos edifícios vizinhos; estudar a alteração da qualidade paisagística local e, ao serem constatados impactos negativos, tentar compensar a vizinhança com benfeitorias; informar à vizinhança sobre possíveis alterações do tráfego, seja pelo uso de faixas ou correspondências; analisar

movimentação de equipamentos e prestar manutenção aos mesmos, de modo a prevenir acidentes com vizinhança e trabalhadores.

Duas normas relevantes sobre a questão são: a norma da ABNT NBR 5682: "Contratação, execução e supervisão de demolições", que define as exigências para a contratação e licenciamento de trabalhos de demolição, providências e precauções a serem tomadas com relação aos trabalhos e métodos de execução; e a Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), especificamente o item 18.5, relativo à demolição. Outra referência ao assunto é Barros *et al.* (2002), que apresentam recomendações relativas à equipe de demolição, sendo indispensáveis para o bom andamento do trabalho e outros que antecedem o trabalho de demolição e que devem ser observados pela supervisão e equipe de trabalho, dentre os quais se destacam.

Wilkins (2009) reporta uma nova tecnologia para demolições, que são equipamentos controlados remotamente. Dessa forma, evita-se que o trabalhador entre em contato com materiais particulados, ruídos e vibrações, assim como evitam acidentes. Alguns exemplos desses equipamentos são apresentados na Figura 0.31.

Figura 0.31 - Exemplos de equipamentos controlados remotamente utilizados em demolições
(Fonte: <http://www.directindustry.com/>).

2.12.2. Aspecto ambiental: Supressão da vegetação

As diretrizes deste item referem-se à vegetação sobre a qual o construtor tem responsabilidade, ou seja, àquela que o projeto determina a manutenção no terreno,

(seção 2.5.2.4.2) ou às plantadas durante a obra, como parte do projeto paisagístico. Dessa maneira, as empresas construtoras devem minimizar os impactos à vegetação que não será retirada.

Dessa forma, as principais recomendações relativas à proteção¹² e preservação¹³ da vegetação são: fazer um inventário de todos os recursos naturais existentes e elaborar um plano de preservação e, se necessário, transplante, com a orientação de um profissional capacitado; prever soluções para a proteção de árvores remanescentes no canteiro, para as que venham a ser plantadas, também para as existentes em terrenos vizinhos e na calçada, incluindo suas raízes; assegurar a correta molhagem das árvores e vegetações preservadas durante a obra; no caso da necessidade de podas, empregar as boas práticas; ocupar o mínimo de espaço possível do terreno natural para a infraestrutura e atividades do canteiro de obras, procurando assim preservar ao máximo as áreas verdes existentes, orientar os funcionários da obra de modo a auxiliarem na preservação da vegetação.

Caso seja necessária a retirada de vegetação por causa das atividades executadas durante a obra, há a alternativa de transplantar os exemplares mais notáveis para lugares próximos aos de origem. É preciso atentar para os problemas de erosão devido à retirada de árvores, o que causa a exposição de camadas inferiores do solo, evitando-se declividades acentuadas e protegendo a superfície com lonas, por exemplo. A vegetação retirada deve ser estocada de forma adequada, de modo a assegurar que não sofra deterioração, cuidando para evitar a mistura de resíduos da vegetação não aproveitável com o solo, facilitando o uso futuro deste.

Outros cuidados a serem tomados são: evitar a abertura de valas e a execução de compactações em zonas contíguas a árvores preservadas; nunca usar o tronco ou galhos de árvores preservadas para fixar objetos, mesmo que provisoriamente; não estocar produto de qualquer natureza nas proximidades de árvores preservadas.

¹² O termo “proteção” abrange medidas que protejam a vegetação de danos causados pelas atividades do canteiro, como esbarrões de veículos, equipamentos e máquinas, ou pessoas, ou avarias por descuido.

¹³ O termo preservação envolve cuidados como rega e poda (entre outros), orientados por um especialista.

A legislação relativa ao assunto é diversa, e, em geral, de âmbito municipal. Assim, optou-se neste trabalho pela apresentação da legislação relativa ao município de São Paulo, passando pela esfera federal e estadual concernente.

A legislação municipal envolve a Lei nº 10.365 - de 22 de setembro de 1987, que disciplina o corte e a poda de vegetação de porte arbóreo existente no Município de São Paulo, e dá outras providências; o Decreto nº 26.535 - de 3 de agosto de 1988, que regulamenta a lei anterior; Decreto 28.088 - de 19 de setembro de 1989, que acrescenta parágrafo ao artigo 6º do Decreto nº 26.535 - de 3 de agosto de 1988.

A Secretaria do Verde e Meio Ambiente, por sua vez, apresenta as portarias SVMA.G/99, que disciplina os pedidos de aprovação de projetos de edificação em áreas revestidas total ou parcialmente por vegetação de porte arbóreo; portaria nº 122 /SMMA.G/2001, que disciplina os critérios e procedimentos de compensação ambiental pela remoção, em caráter excepcional, de vegetação de porte arbóreo; portaria nº 127 - de 5 de novembro de 2002, que visa tornar mais ágil a análise dos processos relativos à supressão de vegetação de porte arbóreo submetidos à Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

O estado de São Paulo, por sua vez, traz o Decreto nº 30.443 - de 20 de setembro de 1989, que considera patrimônio ambiental e declara imunes de corte exemplares arbóreos situados no Município de São Paulo, e dá outras providências.

Por fim, considerando a esfera federal, há o Código Florestal, Lei nº 4.771 - de 15 de setembro de 1965. Porém, é necessário assinalar que, segundo o código, “no caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo”. Portanto, é desnecessário analisar o Código Florestal, considerando a cidade de São Paulo e o âmbito deste trabalho, canteiros de obras inseridos em áreas urbanas.

As Figuras 4.32 a 4.34, obtidas durante visita a um canteiro de obras na cidade de São Paulo, mostram a preservação da vegetação do canteiro de obras. Na Figura 0.32, pode-se observar uma árvore mantida em meio à escavação, enquanto as Figuras 4.33 e 4.34 apresentam redes de proteção utilizadas para proteger a vegetação na periferia do terreno.

Figura 0.32 - Árvore preservada em um canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.33 - Proteções para preservação de árvore em um canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.34 - Proteções para preservação de árvore em um canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.

2.12.3. *Aspecto ambiental: Risco de desmoronamentos*

Os desmoronamentos podem ser de solos, no caso de taludes, fundações ou em platôs, ou também de partes de edifícios em execução, já acabados ou em demolição. Dessa forma, os cuidados são relativos à segurança dos trabalhadores e vizinhança. Portanto, recomenda-se o atendimento à Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002).

A Figura 0.35, feita em um canteiro de obras da cidade de São Paulo, apresenta uma solução usual para evitar a erosão e os desmoronamentos durante o processo de escavação: o uso de lonas para proteger o talude.

Figura 0.35 - Lonas para proteger talude durante escavação. Fonte: acervo pessoal.

2.12.4. *Aspecto ambiental: Existência de ligações provisórias (exceto águas servidas)*

Para impedir os impactos causados pelas deficiências das ligações provisórias, propõe-se evitar improvisos e interromper o mínimo possível o fornecimento na

vizinhança. Além das indicações da Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), outras recomendações são aqui apresentadas.

Dessa maneira, deve-se consultar as concessionárias sobre as instalações a serem executadas e normas referentes; planejar os serviços de modo a interromper o mínimo possível o fornecimento, reduzindo a perturbação causada à vizinhança; informar a vizinhança com antecedência sobre os cortes de fornecimento; se possível, instalar no início da obra as ligações definitivas do empreendimento, evitando a execução de instalações provisórias desnecessárias; reparar imediatamente os danos causados ao bem comum para a execução das ligações, como calçadas e vias de circulação de veículos; monitorar sistematicamente as ligações provisórias para detectar irregularidades.

Entre as boas práticas construtivas para instalações elétricas, sugere-se o isolamento destas e, quando forem enterradas, corrê-las dentro de tubos ou manilhas de proteção. Para tubulações de diferentes naturezas (água, drenagem, esgotos, etc.) e materiais (plásticos, metais, etc.), atentar para aspectos como execução de embasamento adequado, de cobertura mínima de solo e de envolvimento de camada de proteção (contra oxidação, por exemplo).

2.12.5. *Aspecto ambiental: Esgotamento de águas servidas*

Além do indicado na Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), recomenda-se: aplicar ao canteiro as soluções técnicas existentes para o esgotamento de águas servidas no caso de construções permanentes, de adequado desempenho técnico e econômico; projetar um sistema para esgotamento de águas servidas da obra, por rede pública ou por instalações provisórias, como fossas sépticas e caixas de gordura; prever uma área de decantação de águas com material particulado (argamassas, gesso, etc.) para recolher as águas de lavagem de equipamentos, rodas de veículos, etc., antes de esgotá-las; assegurar a manutenção periódica das instalações, verificando a existência de vazamentos e a limpeza periódica de tanques sépticos e caixas de gordura; etc.

2.12.6. *Aspecto ambiental: Risco de perfuração de redes*

Para impedir a perfuração de redes enterradas, é necessário o conhecimento exato do posicionamento destas. Assim, recomenda-se, em primeiro lugar, a consulta aos cadastros das concessionárias, de modo a localizar e evitar a perfuração de redes mapeadas. No entanto, há dificuldades na busca de informações em tais documentos, pois nem sempre estão disponíveis por parte das concessionárias, e podem existir erros no posicionamento das redes.

Uma possível solução é fazer uso de técnicas de identificação de redes enterradas, não destrutivas, por exemplo, pelo uso de aparelhos de emissão contínua de ondas eletromagnéticas no solo que, ao serem refletidas nas estruturas ou objetos em profundidade, a uma antena disposta no aparelho, fornecem a localização de tubulações e cabos enterrados (*GPR - Ground Penetrating Radar*). Entende-se, no entanto, que essa técnica pode apresentar alto custo, não compatível com algumas obras.

Vale indicar a necessidade de que o governo deve promover ações no sentido de cadastrar as redes já construídas e atualizar constantemente tal documento. É interessante que exista um cadastro único, envolvendo todos os serviços que utilizem redes subterrâneas. No caso do município de São Paulo, a Comgás (Companhia de Gás de São Paulo) disponibiliza em seu *site* (<http://www.comgas.com.br>) o “Cadastro de Redes”, que apresenta a posição de suas redes, e também o “Plano de Prevenção de Danos”, que disponibiliza um conjunto de ações cujo objetivo é evitar acidentes e desconfortos para os empregados e a população.

2.12.7. *Aspecto ambiental: Geração de energia no canteiro*

O objetivo, neste caso, é a redução da emissão de ruídos e gases. Dessa forma, recomenda-se o uso de grupo gerador cujo fabricante informe o nível de ruído produzido, escolhendo o equipamento a ser utilizado dentre aqueles que produzam

níveis menos elevados. Deve-se também observar as recomendações referentes à emissão de gases, apresentadas no item 2.10.8.

2.12.8. *Aspecto ambiental: Existência de construções provisórias*

As principais preocupações relativas às construções provisórias são a saúde e segurança dos trabalhadores, a alteração da qualidade paisagística, o consumo de recursos e a geração de resíduos.

Dessa maneira, no que concerne à saúde e segurança dos trabalhadores, orienta-se a utilização da Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002) como referência, no que diz respeito às áreas de vivência e apoio, assim como tapumes.

Com relação à qualidade paisagística, recomenda-se a adoção de tapumes que causem o menor impacto visual, que evitem o grafitismo e a colocação de cartazes por terceiros. A Setin Empreendimentos Imobiliários¹⁴, por exemplo, tem o Projeto Tapume, cujo objetivo é amenizar os transtornos causados pelas obras, por meio da preservação dos tapumes e inserção de artes nestes (Figura 0.36).

Figura 0.36 - Tapume em canteiro de obras da Setin Empreendimentos Imobiliários. Fonte: acervo pessoal.

Por fim, com relação à redução do consumo de recursos e geração de resíduos, propõe-se o uso de componentes modulares reutilizáveis para abrigar as construções provisórias. No Brasil, algumas construtoras utilizam contêineres como

¹⁴ <http://www.setin.com.br/>.

escritórios e áreas de vivência (Figuras 4.37 e 4.38), porém a solução apresenta problemas relativos ao conforto térmico, sendo necessário o uso de ar-condicionado nos ambientes. Em outros países, entretanto, há sistemas mais sofisticados e duráveis, por exemplo, o apresentado pela empresa Agelco¹⁵, na França (Figura 0.39), e Smart Space¹⁶, nos Estados Unidos (Figura 0.40).

Figura 0.37 - Contêineres utilizados como áreas de vivência. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.38 - Escritório em contêiner. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.39 - Construções provisórias modulares. Fonte: <http://www.algeco.fr>.

¹⁵ <http://www.algeco.fr>.

¹⁶ <http://www.triumphsmartspace.com/>.

Figura 0.40 - Construção modular pré-fabricada. Fonte: <http://www.triumphsmartspace.com/>.

Outra ação importante é a alteração dos *stands* de vendas, que também podem ser feitos em componentes modulares e reutilizáveis. No entanto, uma prática a ser repensada é a construção de “apartamentos modelos”, pois promovem uma grande agressão ao meio ambiente, enquanto o benefício aos compradores do imóvel é discutível.

Durante visitas a canteiros de obras, foi possível constatar boas práticas relativas às construções provisórias. A Figura 0.41 mostra o uso de compensados de madeira reciclada no escritório do canteiro de obras. Já, a Figura 0.42 mostra a presença de equipamentos de extintores junto às áreas de vivência. Por fim, a Figura 0.43 apresenta a utilização de corrimões, com o objetivo de fornecer segurança aos transeuntes.

Figura 0.41 - Utilização de compensado reciclado no escritório do canteiro de obras. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.42 - Presença de extintor de incêndio em área de vivência. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.43 - Presença de corrimão para prover segurança aos transeuntes. Fonte: acervo pessoal.

2.12.9. Aspecto ambiental: Impermeabilização de superfícies

A recomendação é evitar ao máximo impermeabilizar superfícies sobre o terreno natural que será mantido, de acordo com o projeto do empreendimento, de modo a não causar diminuição da capacidade de infiltração de água pelo solo. Caso existam construções anteriores no local, sugere-se o uso destas, ao invés de impermeabilização de novas áreas.

2.12.10. Aspecto ambiental: Ocupação da via pública

O objetivo, neste item, é a implantação de um canteiro de obras que não necessite fazer uso do espaço público, como calçadas, espaço junto ao meio fio e vias de circulação de veículos. Assim, sugere-se evitar as perturbações causadas às vias públicas de circulação de pedestres (calçadas) e veículos, incluindo meio fios, como estrangulamentos, bloqueios e desvios para pedestres, colocação de caçambas de coleta, construções provisórias sobre o passeio público ou praças, etc.; realizar estudo dos acessos e condições de circulação de pedestres, assegurando a correta sinalização de desvios de fluxos, áreas de circulação proibida, acessos para pedestres, etc.

Também se recomenda informar aos vizinhos de toda restrição de circulação, apresentando a solução provisória adotada; prever uma área de estacionamento para funcionários e visitantes, de modo a não sobrecarregar as vias públicas; dar atenção à circulação e acessos de veículos e ao estacionamento; estimular o transporte solidário e o uso de transporte coletivo entre os funcionários da obra de todos os níveis; estabelecer uma sistemática de limpeza de calçadas e áreas públicas, sobretudo durante a obra bruta.

2.12.11. Aspecto ambiental: Armazenamento de materiais

As diretrizes relativas ao armazenamento de materiais envolvem evitar as perdas, contaminações do meio ambiente e preservar a saúde e segurança dos trabalhadores.

Como recomendações gerais, têm-se a realização do projeto do canteiro, conforme orientado em Ferreira e Franco (1998), visando à minimização da ocupação do terreno com áreas destinadas ao armazenamento de materiais, assim como não fazer uso de áreas ambientalmente valiosas; o fornecimento de capacitação aos funcionários em relação ao armazenamento de produtos, especialmente os perigosos; a consulta à Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002), que traz recomendações referentes ao armazenamento e estocagem de materiais nos canteiros de obras.

Para evitar as perdas de produtos por deterioração ou furto, recomenda-se prover segurança nas áreas de armazenamento, de modo a evitar furtos; programar o uso de produtos armazenados, de modo que o prazo de validade não expire; realizar inspeção visual nos produtos e suas embalagens antes do recebimento, para garantir que estejam nas condições corretas; manipular os produtos entregues cuidadosamente, com o objetivo de não danificá-los, principalmente os produtos entregues acabados tais como esquadrias, painéis, elevadores, etc.; proteger adequadamente os produtos armazenados de agentes agressivos como umidade (pela chuva e pelo solo), raios solares, animais, etc.

Também é necessário proteger os produtos para que não ocorram vazamentos e carreamento por intempéries (água, vento, etc.) ou pela ação da gravidade, dessa maneira, deve-se evitar o armazenamento em superfícies inclinadas ou próximas a desníveis; proteger materiais finos e pulverulentos de ventos; proteger os produtos da ação das águas.

Os cuidados no armazenamento de solo fértil de escavações para posterior reutilização abrangem: separar o solo retirado de acordo com suas possíveis aplicações, armazenando em superfícies horizontais, em montes de dois metros de altura no máximo; proteger a superfície para evitar erosão e ação da chuva; não compactar o depósito e evitar o trânsito de máquinas, equipamento e veículos sobre este.

No caso do armazenamento de produtos tóxicos e perigosos, as indicações envolvem: prever áreas de estocagem impermeáveis para produtos tóxicos e perigosos, sendo estas capazes de reter eventuais vazamentos (combustíveis, aditivos, tintas, solventes, etc.); armazenar materiais potencialmente poluidores distantes de cursos d'água; solicitar as fichas técnicas de produtos considerados perigosos aos fornecedores, de modo a estabelecer condições específicas de armazenamento; estocar os produtos perigosos de forma que as etiquetas fiquem visíveis. A Figura 0.44, obtida em um canteiro de obras na Região Metropolitana de São Paulo, mostra um tanque de combustível posicionado em tanque impermeável.

É necessário dedicar atenção especial aos produtos inflamáveis que possivelmente sejam estocados na obra. A presença de extintores de incêndio adequados ao tipo de produto e com cargas no prazo de validade é fundamental. A localização de produtos inflamáveis, assim como de outras fontes de poluição, deve ser definida considerando os ventos dominantes e os riscos à vizinhança.

Outras indicações são apresentadas no item 4.2.10, que apresenta informações referentes ao manejo de materiais perigosos.

Figura 0.44 - Depósito de combustível posicionado dentro de tanque impermeável. Fonte: acervo pessoal.

2.12.12. Aspecto ambiental: Circulação de equipamentos, máquinas e veículos

O objetivo é a redução da circulação dentro do canteiro e em seu entorno, restringindo-a a caminhos específicos. Dentre as diversas indicações que podem ser feitas sobre o tema, algumas são apresentadas neste item.

As sugestões para a redução dos impactos envolvem: realizar estudo de acessos e condições de circulação das vias de acesso ao canteiro, incluindo delimitações de horários e de tonelagens de veículos; definir trajetos por vias que permitam um deslocamento seguro e que perturbem o menos possível a circulação e as zonas contíguas; estudar soluções alternativas de circulação, conjuntamente aos técnicos do serviço municipal responsáveis pelo assunto.

Recomenda-se, também, realizar estudos da logística de entregas e retiradas de material prevendo datas, horários e condições de entrega (embalagens, volumes, pesos, equipamentos de transporte, proteções contra intempéries, etc.). É preciso considerar as legislações locais específicas, como, no município de São Paulo, onde

há restrição de circulação de veículos pesados em determinados horários e regiões. No caso de retiradas da obra, principalmente nas etapas de demolição e escavação, deve ser estabelecido um plano de chegada de caminhões, evitando que fiquem estacionados nas vizinhanças da obra.

É necessário também: prever acessos e vias adequadas no interior do canteiro, impedindo que as rodas de veículos se sujem de barro, poluindo vias externas; delimitar os locais onde possa haver circulação no interior do canteiro dando preferência a locais que serão impermeabilizados posteriormente e evitando a circulação sobre solo destinado à área verde, de modo a impedir sua compactação; preparar corretamente as circulações entre a área do armazenamento e o local onde está o equipamento de transporte vertical (grua, elevador, guincho, etc.); prever áreas de estacionamento de veículos que impeçam o contato de óleos que vazem de motores e possam atingir o solo; fixar corretamente e proteger a carga transportada, com lonas, por exemplo.

Outras indicações são: selecionar veículos, equipamentos e máquinas com melhores desempenhos, principalmente no que se refere às emissões de gases e ruídos e ao consumo de combustível; aperfeiçoar o número de deslocamentos, ajustando a carga a ser transportada à capacidade do veículo; instalar sinalização adequada (locais de entregas, acessos de veículos e pedestres, caçambas de coleta, etc.); caso necessário, o local da obra deverá ser sinalizado em vias públicas, em comum acordo com os órgãos responsáveis.

Com relação ao transporte vertical, deve-se evitar que os deslocamentos sejam feitos sobre a vizinhança, definir o volume limite de circulação de cargas aéreas, identificar a presença de linhas elétricas ou de alta tensão no terreno ou vizinhança no estudo da escolha dos equipamentos de transporte vertical (guinchos, gruas, etc.) e na definição do volume limite de circulação de cargas aéreas.

Com relação à normalização, a Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002) traz um capítulo específico sobre o transporte de trabalhadores em veículos automotores. A legislação, no entanto, varia de acordo com o município, portanto, como exemplo, apresenta-se o que se refere a São Paulo: a Lei nº 14.751 - de 28 de

maio de 2008, que dispõe sobre a implantação do “Programa de Restrição ao Trânsito de Veículos Automotores Pesados”, do tipo caminhão, no município de São Paulo; o Decreto Nº 50.446 - de 20 de fevereiro de 2009, que regulamenta o transporte de produtos perigosos por veículos de carga nas vias públicas do Município de São Paulo, nos termos da legislação específica. A CET¹⁷, em seu *site*, apresenta orientações quanto à legislação, restrições, autorizações especiais, mapas de circulação, entregas noturnas, etc.

2.12.13. Aspecto ambiental: Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos

Dentre as ações que visam à redução dos impactos, sugere-se assegurar que máquinas, veículos e equipamentos sejam submetidos a manutenções regulares, respeitando as especificações dos fabricantes, limpar as ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos imediatamente após o uso, evitando o uso de produtos perigosos (como solvente, por exemplo).

É necessário prever uma área de lavagem de rodas de caminhões e de outros veículos (Figuras 4.45 e 4.46), com dispositivo para recuperação das águas (Figura 0.47), que devem ser tratadas em área específica prevista no canteiro. Em tais áreas é realizada a decantação de águas de lavagem de equipamentos como betoneira, argamassadeira, etc., destinando o material recolhido à caçamba de coleta ou baia de resíduos adequada.

O abastecimento deve ser realizado em áreas específicas (impermeabilizadas, com caixa de óleo, etc.). As recomendações envolvem: proteger o tanque contra possíveis colisões de veículos; realizar sistematicamente medições de emissões de gases e ruídos em máquinas, veículos e equipamentos; observar sistematicamente se não ocorrem vazamentos; pintar o concreto do tanque com tinta tipo epóxi, de maneira que o óleo ou combustível não fique retido nos poros do concreto - dessa forma, quando demolido, o concreto não será classificado como resíduo perigoso (Figura 0.44).

¹⁷ Companhia de Engenharia de Tráfego da cidade de São Paulo - <http://www.cetsp.com.br>.

Figura 0.45 - Lavagem de roda de caminhão.
Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.46 - Equipamento utilizado para lavagem rodas de veículos. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.47 - Calha para recuperação das águas de lavagem de rodas de veículos. Fonte: acervo pessoal.

É essencial que haja capacitação da mão-de-obra, de modo a garantir a execução das ações propostas. Os funcionários que operam os equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos devem ter pleno conhecimento do seu funcionamento, e são responsáveis pelo bom funcionamento, manutenção e limpeza dos mesmos.

A medição da emissão de fumaça preta, conforme proposta pela Cetesb, utiliza a Escala Ringelmann. Fazendo uso de um gabarito (Figura 0.48), com esta escala, observa-se a fumaça emitida pelo veículo, o que pode ser expandido a outros equipamentos - conforme apresentado na Figura 0.49.

Figura 0.48 - Escala Ringelmann. Fonte: acervo pessoal.

Figura 0.49 - Exemplo de utilização da Escala Ringelmann.
Fonte: Cetesb - <http://www.cetesb.sp.gov.br>

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados exemplos que objetivam ilustrar e facilitar a compreensão, por meio da comparação de diferentes situações, das propostas apresentadas ao longo da pesquisa. Para isso, foram utilizados exemplos fictícios e um caso real: a proposta de implantação do canteiro de obras do Parque Fazenda Tizo. Os dois exemplos fictícios têm por finalidade mostrar a aplicação da matriz de correlação entre aspectos e impactos, enquanto o exemplo do Parque, além da matriz, também apresenta diretrizes para redução dos impactos ambientais do canteiro de obras.

2.13. Exemplo: Edifício residencial

Propõe-se uma situação hipotética: uma empresa é contratada para construir um empreendimento. Esta já recebe os projetos prontos e o terreno selecionado. No entanto, precisa escolher entre duas tecnologias construtivas diferentes. A construtora pretende atuar de forma mais sustentável por meio de suas ações em canteiros de obras. Portanto, contrata um estudo dos impactos ambientais das duas alternativas. Dessa maneira, apresenta-se o estudo realizado para a construtora.

2.13.1. *Descrição do empreendimento e local em que está inserido*

Considera-se, neste exemplo, um edifício residencial de trinta pavimentos e três subsolos, localizado na região central da cidade de São Paulo, próximo à Avenida Paulista. O empreendimento contará com uma torre, piscina, *playground*, quadra poliesportiva, churrasqueira e um pequeno bosque, formado por parte da vegetação previamente existente no terreno. O subsolo não ocupará o terreno inteiro, pois foi decidido, na fase de concepção do empreendimento, que este avançará somente alguns metros sob o solo em que está a vegetação que será mantida (Figura 5.1).

À esquerda do terreno em que será construído o empreendimento há uma escola e, à direita, existe um conjunto de dois edifícios residenciais com quatro subsolos, construído há cinco anos. Atrás do terreno há sobrados geminados construídos na

década de 1960, sendo alguns residenciais e outros comerciais. Atualmente, no terreno em que será construído o empreendimento, existe uma residência e uma edícula, ambas com dois pavimentos, diversas árvores, piscina e uma quadra de tênis (Figura 5.2).

Figura 0.1 - Leiaute do empreendimento proposto como exemplo de aplicação da pesquisa.

Figura 0.2 - Representação da localização do edifício e vizinhança

2.13.2. *Exemplo 1: Edifício residencial, executado em sistema construtivo convencional, na região central da cidade de São Paulo*

2.13.2.1. **Descrição da tecnologia construtiva**

A construção será realizada em sistema de construção convencional: estrutura de concreto moldada "in loco", alvenaria de blocos cerâmicos, instalações elétricas e hidráulicas montadas no local. As fundações, de acordo com as definições do projeto, serão executadas em estaca pré-moldada. As contenções são em pranchão de madeira com perfil metálico na divisa de trás do lote, da frente e à esquerda, enquanto que, na divisa direita, não há necessidade de contenções, visto que o edifício lateral tem quatro subsolos e foi executado utilizando uma parede diafragma.

2.13.2.2. **Análise dos aspectos ambientais do canteiro de obras**

Considerando o estudo elaborado no capítulo 0, é feita a análise dos aspectos ambientais gerados pelo canteiro de obras. Para isso, são incluídas as atividades de fundações, estrutura e fechamentos, excluindo a movimentação de terra, instalações prediais hidráulicas e elétricas, revestimentos de fachada, entre outros.

Considerou-se, para fins de estudo, apenas o tema "Incômodos e poluições", excluindo os temas "Infraestrutura do canteiro de obras", "Recursos" e "Resíduos".

Para isso, o primeiro passo é a aplicação da matriz (Tabela 0.2), que correlaciona atividades e aspectos ambientais (Tabela 0.1). A justificativa para as correlações apresentadas na matriz é apresentada por meio dos aspectos ambientais relacionados a seguir:

- **Geração de resíduos perigosos:** Nesse caso, consideram-se a nata de cimento e o desmoldante como resíduos perigosos;
- **Geração de resíduos sólidos:** dentre outros, o descarte de fôrmas, antes do fim da vida útil, e de argamassa de assentamento de alvenaria, assim como

as quebras de blocos, que geram muitos resíduos injustificáveis. A execução dos subsolos também gera grandes quantidades de resíduos;

- **Emissão de vibração:** a utilização de estaca pré-moldada emite vibrações que poderiam ser evitadas pelo uso de bate-estacas vibratórios;
- **Emissão de ruídos:** nesse caso, incluem-se os ruídos das bombas de concreto, caminhões betoneiras e veículos em geral;
- **Lançamento de fragmentos:** pode ocorrer, por acidente, durante o levantamento da estrutura ou assentamento da alvenaria;
- **Emissão de material particulado:** o material particulado pode ser emitido pelos veículos, bate-estacas, bomba, entre outros;
- **Manejo de materiais perigosos:** pode ocorrer no manejo de cimento, concreto e desmoldante.

Tabela 0.1 - Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras adaptada para o Exemplo 1.

		Incômodos e Poluições						
		Aspectos Ambientais						
Fase da Obra	Atividades	Geração de resíduos perigosos	Geração de resíduos sólidos	Emissão de vibração	Emissão de ruídos	Lançamento de fragmentos	Emissão de material particulado	Manejo de materiais perigosos
Infraestrutura	Fundações		■	♦	♦		♦	
Estrutura	Estrutura	♦	♦		♦	♦	♦	X
Vedações Verticais	Alvenarias		♦		X	♦	X	

♦ - Aspectos ambientais considerados mais relevantes.

■ - Alterações em relação à Tabela 0.2

É interessante notar que, por causa das tecnologias construtivas selecionada, os aspectos ambientais “Risco de geração faíscas onde há gases dispersos”, “Desprendimento de gases, fibras e outros” e “Renovação do ar” foram excluídos da análise. Isso significa que esses aspectos não serão gerados pelas atividades de produção consideradas neste exemplo. Dessa maneira, o Quadro 0.1 apresenta os aspectos ambientais considerados neste estudo.

TEMAS	ASPECTOS AMBIENTAIS
Incômodos e poluições	Geração de resíduos perigosos
	Geração de resíduos sólidos
	Emissão de vibração
	Emissão de ruídos
	Lançamento de fragmentos
	Emissão de material particulado
	Manejo de materiais perigosos

Quadro 0.1- Aspectos ambientais identificados no Exemplo 1

2.13.2.3. Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais

A matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais, apresentada no capítulo 0, é aplicada para a situação apresentada. Em seguida, considerando as particularidades do meio ambiente e do empreendimento, foram desconsideradas as correlações não existentes e destacadas as prioridades específicas (Tabela 0.2).

Para o caso em estudo, considerando as informações já fornecidas sobre o empreendimento e local em que está inserido, destacam-se e analisam-se os impactos ambientais cujas consequências são diferenciadas:

- **Poluição sonora:** é necessário cuidar para que o ruído emitido pelo canteiro de obras não atrapalhe, principalmente, as atividades da escola vizinha;
- **Interferências na flora local:** por causa da vegetação que será mantida no terreno, é necessário cuidar para que não haja interferências;

Tabela 0.2 - Aplicação da matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras para o Exemplo 1.

TEMAS		IMPACTOS AMBIENTAIS																
		Meio físico						Meio biótico	Meio antrópico									
		Solo		Ar	Água		Trabalhador		Vizinhança			Sociedade						
ASPECTOS AMBIENTAIS	Incômodos e poluições	Alteração das propriedades físicas																
		Contaminação química	⊗															
		Indução de processos erosivos																
		Esgotamento de reservas minerais			X													
		Deterioração da qualidade do ar	⊗															
		Poliuição sonora																
		Alteração da qualidade das águas superficiais	X															
		Aumento da quantidade de sólidos			X	⊗												
		Alteração da qualidade das águas subterrâneas	⊗															
		Alteração dos regimes de escoamento																
		Escassez de água																
		Interferências na fauna local																
		Interferências na flora local	X															
		Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais																
		Alteração da dinâmica do ecossistema global																
		Alteração nas condições de saúde	⊗															
Alteração nas condições de segurança																		
Alteração da qualidade paisagística																		
Alteração nas condições de saúde	X																	
Incômodo para a comunidade			⊗															
Alteração no tráfego de vias locais			X															
Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)			X															
Alteração nas condições de segurança																		
Danos a bens edificados																		
Interferência na drenagem urbana																		
Escassez de energia elétrica																		
Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)			X															
Aumento do volume aterros de resíduos	⊗																	
Interferência na drenagem urbana																		

⊗ - Impactos considerados mais relevantes.

■ - Alterações em relação à Tabela 0.1

- **Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais:** nesse caso, a preocupação principal é que as alterações no terreno danifiquem a vegetação local;

- **Alteração da qualidade paisagística:** por ser uma região considerada nobre, sendo a Avenida Paulista ponto turístico da cidade de São Paulo, todo cuidado é necessário com relação à qualidade paisagística local;
- **Incômodo para a comunidade:** por ser uma região com população de alta renda, alto tráfego de pessoas, diversos comércios e escritórios, a tolerância aos incômodos, em geral, é bastante baixa, devendo ser um item bem observado.
- **Alteração no tráfego de vias locais:** a região apresenta alta circulação de veículos particulares e públicos, além de pedestres. Portanto, a alteração do tráfego nas vias locais é danosa, com muitos malefícios e, em alguns casos, podendo atingir a cidade como um todo. Outra dificuldade é o fato do empreendimento estar inserido em uma zona onde há restrição de circulação de veículos pesados;
- **Danos a bens edificados:** é necessário prestar atenção, principalmente, aos sobrados construídos na década de 1960, pois podem estar em mau estado de conservação;
- **Escassez de energia elétrica:** na região do empreendimento, onde há escritórios, bancos e comércios, cortes na energia elétrica podem causar grandes danos econômicos.

2.13.2.4. Considerações sobre o exemplo apresentado

Após a análise dos aspectos e impactos ambientais e suas correlações, faz-se a proposição de diretrizes para a minimização das interferências negativas. Essa não será elaborada, pois o objetivo do exemplo é a análise das atividades presentes no canteiro de obras e as consequências no meio ambiente.

2.13.3. *Exemplo 2: Edifício residencial, executado em sistema construtivo não convencional, na região central da cidade de São Paulo*

2.13.3.1. Descrição da tecnologia construtiva

A construção será realizada em estrutura pré-moldada de concreto, fechamento externo em painéis cimentícios e fechamentos internos em gesso acartonado. As fundações, de acordo com as definições de projeto, serão executadas em tubulão a céu aberto.

2.13.3.2. Análise dos aspectos ambientais do canteiro de obras

Da mesma forma como o elaborado no item 2.13.2.2, aplica-se a este exemplo a matriz (Tabela 0.2), que correlaciona as atividades e os aspectos ambientais (Tabela 0.3).

- **Geração de resíduos perigosos:** considera-se o gesso acartonado como resíduo perigoso;
- **Geração de resíduos sólidos:** a execução dos subsolos e de tubulões gera grandes quantidades de resíduos;
- **Emissão de ruídos:** nesse caso, incluem-se os ruídos de veículos em geral, guindastes para içar as peças pré-moldadas, etc;
- **Emissão de material particulado:** o material particulado pode ser emitido pelos veículos que trafegam no canteiro, pelos guindastes, etc;
- **Risco de geração faíscas onde há gases dispersos:** é preocupante no caso dos tubulões, pois, durante a escavação, pode ocorrer dispersão de gases;

- **Renovação do ar:** é preocupante durante a execução de tubulões, pois o pequeno diâmetro, aliado a possíveis vazamentos de gases, pode dificultar a renovação do ar;
- **Manejo de materiais perigosos:** pode ocorrer no manejo de gesso e solo contaminado, no caso dos tubulões e escavação dos solos.

É interessante notar que, por causa das tecnologias construtivas selecionadas, os aspectos ambientais “Emissão de vibração” e “Desprendimento de gases, fibras e outros” foram excluídos da análise, pois não serão gerados pelas atividades de produção consideradas neste exemplo.

Tabela 0.3- Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras adaptada para o Exemplo 2.

		Incômodos e Poluições						
		Aspectos Ambientais						
Fase da Obra	Atividades	Geração de resíduos perigosos	Geração de resíduos sólidos	Emissão de ruídos	Emissão de material particulado	Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos	Renovação do ar	Manejo de materiais perigosos
Infraestrutura	Fundações		♦	♦	♦	X	♦	
Estrutura	Estrutura	♦	♦	♦	♦			X
Vedações Verticais	Divisórias	♦	X	X	X			
	Fechamento externo			♦				

♦ - Aspectos ambientais normalmente mais relevantes.

Considerando as observações feitas nos parágrafos anteriores, o Quadro 0.2 apresenta os aspectos ambientais considerados neste estudo.

TEMAS	ASPECTOS AMBIENTAIS
Incômodos e poluições	Geração de resíduos perigosos
	Geração de resíduos sólidos
	Emissão de ruídos
	Emissão de material particulado
	Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos
	Renovação do ar
	Manejo de materiais perigosos

Quadro 0.2 - Aspectos ambientais identificados no Exemplo 2.

2.13.3.3. Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais

A matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais, apresentada no capítulo 0, é aplicada para a situação apresentada. Em seguida, considerando as particularidades do meio ambiente e do empreendimento, foram desconsideradas as correlações não existentes e destacadas as prioridades específicas (Tabela 0.4).

Vale, para esse exemplo, a análise das consequências diferenciadas dos impactos ambientais, efetuada no item 2.13.2.3.

2.13.3.4. Considerações sobre o exemplo apresentado

Após a análise dos aspectos e impactos ambientais e suas correlações, faz-se a proposição de diretrizes para a minimização das interferências negativas. Da mesma forma que no exemplo apresentado no item 2.13.2, essa não será elaborada, pois o objetivo do exemplo é a análise das atividades presentes no canteiro de obras e as consequências no meio ambiente.

Tabela 0.4 - Aplicação da matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras para o Exemplo 2.

TEMAS		IMPACTOS AMBIENTAIS													
		Meio físico						Meio biótico		Meio antrópico					
		Solo		Ar	Água					Trabalhador	Vizinhança			Sociedade	
Aspectos Ambientais	Geração de resíduos perigosos	Alteração das propriedades físicas													
		Contaminação química	⊗												
		Indução de processos erosivos													
		Esgotamento de reservas minerais													
		Deterioração da qualidade do ar		⊗											
		Polluição sonora													
		Alteração da qualidade das águas superficiais			X										
		Aumento da quantidade de sólidos			⊗										
Aspectos Ambientais	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade das águas subterrâneas													
		Alteração dos regimes de escoamento													
		Escassez de água													
		Interferências na fauna local													
		Interferências na flora local						X							
		Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais													
		Alteração da dinâmica do ecossistema global													
		Alteração nas condições de saúde							⊗						
Aspectos Ambientais	Emissão de ruídos	Alteração nas condições de segurança													
		Alteração da qualidade paisagística													
		Alteração nas condições de saúde								X					
		Incômodo para a comunidade								⊗					
		Alteração no tráfego de vias locais													
		Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)									X				
		Alteração nas condições de segurança													
		Danos a bens edificados													
Aspectos Ambientais	Emissão de material particulado	Interferência na drenagem urbana													
		Escassez de energia elétrica													
		Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)												X	
		Aumento do volume de aterros de resíduos												⊗	
		Interferência na drenagem urbana													
Aspectos Ambientais	Risco de geração faíscas onde há gases dispersos														
Aspectos Ambientais	Renovação do ar														
Aspectos Ambientais	Manejo de materiais perigosos														

⊗ - Impactos normalmente mais relevantes.

■ - Alterações em relação à Tabela 0.1

2.14. Parque Fazenda Tizo

O Parque Fazenda Tizo, criado pelo Decreto Estadual nº 50.597 de 27 de março de 2006, pelo governo do estado de São Paulo, teve seu projeto de implantação coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), cujo objetivo era a realização de um empreendimento pioneiro de construção sustentável, numa região de Mata Atlântica preservada.

Com base na premissa, o objetivo desse exemplo é identificar os impactos ambientais decorrentes das atividades de canteiro relacionadas à implantação do Parque Fazenda Tizo, e propor diretrizes para a minimização dos mesmos. O escopo do estudo é restrito à construção de edifícios administrativos (recreação, centro de visitantes, viveiros, pesquisa, etc.). Este trabalho foi apresentado em Araújo e Cardoso (2007).

O estudo teve início com uma visita ao local onde será implantado o Parque, visando à identificação da região e coleta de informações. Conduziu-se, então, uma pesquisa sobre a região, envolvendo dados como vegetação, uso do solo, geologia, etc. Esses dados, aliados à revisão bibliográfica envolvendo os impactos ambientais de canteiros de obras, forneceram informações que possibilitaram a identificação das interferências negativas que poderiam ocorrer na etapa de execução do Parque. Posteriormente, foram identificadas as causas de tais interferências, possibilitando a proposição de medidas ou redução de mitigação das mesmas.

É importante ressaltar que este estudo abrange somente a fase construtiva e, portanto, além de não abordar impactos gerados por definições feitas em projetos, também não trata do futuro funcionamento do parque.

2.14.1. *O Parque Fazenda Tizo*

O Parque Fazenda Tizo, localizado no extremo oeste da cidade de São Paulo (Figura 0.3), região carente da Grande São Paulo, envolve cinco municípios: Cotia, Embu, Osasco, São Paulo e Taboão da Serra (Figura 0.4), entre o Rodoanel e a Rodovia Raposo Tavares (SÃO PAULO, 2006). Com mais de 1,2 milhões de m² área, sendo 66% desta formada por Mata Atlântica original, o Parque abriga os últimos fragmentos desse tipo de vegetação (Figura 0.5). Originalmente, parte da área foi ocupada por uma olaria e plantações, funcionando, posteriormente, como região de empréstimo de solo e passagem para a construção do Rodoanel, segundo informações obtidas com moradores da região, durante a realização da visita ao local, no primeiro semestre de 2006 (Figura 0.6).

A situação inicial do Parque pode ser vista na Figura 0.7. Observa-se que, ao redor da região delimitada (fronteiras do Parque), há o Rodoanel (Figura 0.10), dois aterros, um em funcionamento e outro finalizado, a Vila Mario Covas (complexo esportivo também apontado no mapa) e áreas de ocupações irregulares (favela) que, possivelmente, serão urbanizadas.

No interior do Parque estão identificados alguns corpos d'água (há três nascentes dentro do parque), dois platôs (Figuras 5.10, 5.12 e 5.13) formados pelo empréstimo de terra para a construção do Rodoanel e uma passagem parcialmente asfaltada, utilizada pelos caminhões que faziam o transporte da terra (Figuras 5.10, 5.11, 5.14 e 5.15). Atualmente, nessa passagem, está se formando um corpo d'água (Figura 0.15). Portanto, considerando que é uma região de vale (a passagem é a cota mínima do terreno), provavelmente esse era o curso natural das águas, talvez um pequeno riacho, que pode ter sido aterrado na época da construção do complexo rodoviário, segundo informações obtidas com os moradores da região durante a visita ao local.

O estudo preliminar realizado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo prevê a construção das edificações em áreas já degradadas. A implantação do centro de visitantes, a administração, o viveiro e a pesquisa será no platô, denominado 1 (Figura 0.7). Já, a parte recreativa será no platô 2 (Figura 0.7). Portanto, considera-se aqui, por hipótese, que o canteiro de obras venha a estar localizado na região dos platôs.

Os acessos ao Parque são diversos, no entanto, pode-se ver pela Figura 0.7 e Figura 0.10 que o acesso mais próximo aos platôs é pelo Rodoanel. Portanto, para efeito deste estudo, este será considerado o acesso utilizado na fase de construção.

Figura 0.3- Localização do Parque Fazenda Tizo. Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo (s.d.).

Figura 0.4 - Localização detalhada do Parque Fazenda Tizo. Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo (s.d.).

Figura 0.5 - Vegetação e uso do solo. Fonte: Atlas Geográfico do Brasil (s.d.).

Figura 0.6 - Parque fazenda Tizo. Fonte: Google Maps (<http://maps.google.com>).

Legenda	
1- Platô 1	— Corpos d'água
2- Platô 2	Limites do terreno do Parque
3- Aterro em funcionamento	Passagem utilizada pelos caminhões durante a construção Rodoanel
4- Aterro finalizado	
5- Vila Mario Covas	
6- Vila Nova Esperança	

Figura 0.7 - O Parque Fazenda Tizo. Fonte: arquivo pessoal - cedido pela Secretaria do meio ambiente.

Não foram obtidos dados específicos sobre a vegetação local. No entanto, ao analisar os mapas da Figura 0.5, concluiu-se que a vegetação do Parque, conforme informações obtidas com os moradores da região durante a visita, é formada por floresta tropical (Mata Atlântica), em grande parte nativa. Também não foram informados dados exatos sobre o solo e subsolo local. Portanto, foram utilizados mapas geológicos para analisar esses elementos (Figura 0.5). Detectou-se que o solo da região é bastante suscetível à erosão (Figura 0.16), fator ao qual será dada atenção ao longo deste estudo.

Observa-se que, segundo informações obtidas durante a visita, as pessoas da região consomem águas retiradas de poços. Aliando essa informação ao fato de haver três nascentes dentro do parque, será dada atenção especial à questão das águas.

Figura 0.8 - Suscetibilidade à erosão e Geologia. Fonte: SIGRH (s.d.).

Figura 0.9 - Geologia. Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo. (s.d.).

Figura 0.10 - Vista aérea do Parque. Fonte: arquivo pessoal - fornecido pela SMA.

Figura 0.11 - Parte asfaltada da passagem utilizada durante a construção do Rodoanel. Fonte: arquivo pessoal.

Figura 0.12 - Platô 1 (vista aérea) . Fonte: arquivo pessoal - fornecido pela SMA.

Figura 0.13 - Platô 2. Fonte: arquivo pessoal.

Figura 0.14 - Vale utilizado como passagem pelos caminhões. Fonte: arquivo pessoal.

Figura 0.15 - Vale utilizado como passagem pelos caminhões - formação de corpo d'água. Fonte: arquivo pessoal.

Figura 0.16 - Sinais de erosão - próximos aos platôs. Fonte: arquivo pessoal.

2.14.2. *Impactos ambientais*

O estudo dos possíveis impactos ambientais gerados pelo canteiro de obras no Parque Fazenda Tizo foi realizado com base no Capítulo 0.

Dessa maneira, considerou-se os aspectos ambientais que provavelmente seriam gerados pelas atividades de construção das instalações do Parque. Estes, então, foram correlacionados aos impactos ambientais por meio da Tabela 0.5. Esta foi adaptada a partir da Tabela 0.1, considerando as peculiaridades do meio ambiente onde a obra será executada. Na matriz adaptada ao empreendimento em estudo, as células marcadas em cinza são aquelas diferentes em relação à Tabela 0.1. Outra distinção entre elas é a existência do impacto ambiental “Danos a bens edificados” e os aspectos “Remoção de edificações” e “Ocupação da via pública”, que foram retirados, pois não se aplicavam no caso do Parque e foram “riscados” na matriz.

No caso em estudo, a implantação de um parque em uma região de mata nativa, alguns elementos têm importância bastante elevada, por exemplo, a fauna, flora e corpos d'água (lembrando que os moradores da região consomem água retirada de poços).

Tabela 0.5 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras aplicada ao exemplo do Parque Fazenda Tizo.

TEMAS		IMPACTOS AMBIENTAIS																													
		Meio físico										Meio antrópico																			
		Solo		Ar	Água			Meio biótico				Traba- lhador	Vizinhança					Sociedade													
ASPECTOS AMBIENTAIS		Alteração das propriedades físicas	Contaminação química	Indução de processos erosivos	Esgotamento de reservas minerais	Deterioração da qualidade do ar	Poliuição sonora	Alteração da qualidade das águas superficiais	Aumento da quantidade de sólidos	Alteração da qualidade das águas subterrâneas	Alteração dos regimes de escoamento	Escassez de água	Interferências na fauna local	Interferências na flora local	Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais	Alteração da dinâmica do ecossistema global	Alteração nas condições de saúde	Alteração nas condições de segurança	Alteração da qualidade paisagística	Alteração nas condições de saúde	Incômodo para a comunidade	Alteração no tráfego de vias locais	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Alteração nas condições de segurança	Interferência na drenagem urbana	Escassez de energia elétrica	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Aumento do volume aterros de resíduos	Interferência na drenagem urbana		
Recursos	Consumo de recursos (inclui perda incorporada e embalagens)	X		X	⊗												⊗												X		
	Consumo e desperdício de água											⊗					X														
	Consumo e desperdício de energia				X	⊗													⊗						⊗		⊗				
Incômodos e poluições	Geração de resíduos perigosos		⊗			⊗		X		⊗							⊗			X											
	Geração de resíduos sólidos	X			X			X	⊗												⊗		X					X	⊗		
	Emissão de vibração	X		X									⊗	⊗	⊗			⊗	X	X	X				X						
	Emissão de ruídos						⊗						⊗	⊗	⊗			⊗		X	⊗										
	Lançamento de fragmentos													X	X			X	⊗												
	Emissão de material particulado					⊗								X	X			⊗													
	Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos													X	X				⊗												
	Desprendimento de gases, fibras e outros					⊗								X	X			⊗	X		X										
	Renovação do ar																	⊗													
	Manejo de materiais perigosos		X			X		X		X				⊗	⊗			⊗	⊗		X										
Resíduos	Perda de materiais por entulho			X	X												X												⊗		
	Manejo de resíduos				⊗	X		⊗	⊗	X	X							X	⊗	X	X	⊗	X		X				⊗		
	Destinação de resíduos (inclui descarte de recursos renováveis)	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	X				⊗	⊗			⊗	⊗	X		X	⊗				⊗	⊗	
	Manejo e destinação de resíduos perigosos		⊗			X		⊗		⊗				⊗	⊗	X		⊗	⊗		⊗				⊗						
	Queima de resíduos no canteiro					⊗								⊗	⊗	X		⊗	⊗		⊗	X									

⊗ - Impactos normalmente mais relevantes.

■ - Alterações em relação à Tabela 0.1

Tabela 0.5 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras aplicada ao exemplo do Parque Fazenda Tizo Continuação.

TEMAS		IMPACTOS AMBIENTAIS																												
		Meio físico										Meio antrópico																		
		Solo		Ar	Água			Meio biótico		Traba- lhador	Vizinhança				Sociedade															
ASPECTOS AMBIENTAIS		Alteração das propriedades físicas	Contaminação química	Indução de processos erosivos	Esgotamento de reservas minerais	Deterioração da qualidade do ar	Poliuição sonora	Alteração da qualidade das águas superficiais	Aumento da quantidade de sólidos	Alteração da qualidade das águas subterrâneas	Alteração dos regimes de escoamento	Escassez de água	Interferências na fauna local	Interferências na flora local	Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais	Alteração da dinâmica do ecossistema global	Alteração nas condições de saúde	Alteração nas condições de segurança	Alteração da qualidade paisagística	Alteração nas condições de saúde	Incômodo para a comunidade	Alteração no tráfego de vias locais	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Alteração nas condições de segurança	Interferência na drenagem urbana	Escassez de energia elétrica	Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)	Aumento do volume aterros de resíduos	Interferência na drenagem urbana	
Infraestrutura do canteiro de obras	Supressão da vegetação	⊗		⊗				⊗		⊗			⊗	⊗	⊗				⊗					⊗				X	X	
	Risco de desmoronamentos	X		X					X		X		X	⊗	X			⊗	⊗											
	Existência de ligações provisórias (exceto águas servidas)	X		X								⊗						⊗			X			X	X	X				
	Esgotamento de águas servidas		⊗			X		⊗		⊗			⊗	⊗	⊗		⊗			⊗	⊗		X		X					
	Risco de perfuração de redes	⊗	⊗	⊗				X		⊗		⊗		X			X	X		⊗	X		X		X					
	Geração de energia no canteiro				X	X	⊗							⊗								X								
	Existência de construções provisórias													X	X			⊗	⊗	⊗										
	Impermeabilização de superfícies							X	⊗		⊗					X										⊗				
	Armazenamento de materiais	⊗	⊗	⊗		⊗		⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗			X	X					
	Circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos	X	X		X	⊗	⊗	X		X				⊗	⊗	⊗		X	X			⊗	⊗		⊗					
Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos		⊗		X	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		X	⊗	⊗	X		X	⊗		⊗										

⊗ - Impactos normalmente mais relevantes.

■ - Alterações em relação à Tabela 0.1

É importante observar, pela localização do canteiro (platôs), que não há habitações próximas. Assim, os impactos à vizinhança, em geral, são relativos à saúde, por contaminação de águas subterrâneas, ou interferências na rede de drenagem por assoreamento. Para outros aspectos, como ruídos e vibrações, deve-se fazer um estudo detalhado para saber se os moradores são afetados, por exemplo, medindo o nível de emissão sonora dos canteiros ou entrevistando os moradores sobre a percepção das vibrações.

Para o caso em estudo, considerando todas as informações já fornecidas, são analisados resumidamente, a seguir, os impactos ambientais:

- **Alteração das propriedades físicas do solo:** o solo local é bastante suscetível à erosão; portanto, interferir nas propriedades físicas (por exemplo: coesão, plasticidade, vazios, etc.) ou retirar a camada superficial de solo, pode causar acidentes, aumentar o carreamento de sólidos pelas águas, entre outros impactos;
- **Contaminação química do solo:** qualquer contaminação do solo pode levar à deterioração da vegetação e contaminação de animais. Não esquecendo que a percolação de contaminantes pelo solo pode afetar o lençol freático, prejudicando o abastecimento da região;
- **Indução de processos erosivos no solo:** para a região em estudo, deve-se atentar a esse impacto. Suas consequências, entre outras, são acidentes, exposição de raízes de árvores (ou até quedas), aumento do transporte de sólidos pelas águas de chuvas, que são levados aos corpos d'água, etc;
- **Esgotamento de reservas minerais:** essa obra, isoladamente, não será a causa do esgotamento de nenhum recurso. No entanto, estes são bens da humanidade, e todos devem se comprometer a preservá-los;
- **Deterioração da qualidade do ar:** a deterioração da qualidade tem origem, principalmente, na emissão de compostos orgânicos voláteis, gás carbônico, materiais particulados, fibras, entre outros. Além da fauna, tais emissões podem

prejudicar a flora local, por exemplo, interferindo nas trocas gasosas realizadas durante a fotossíntese.

- **Poluição sonora:** o excesso de ruído pode causar o afastamento dos animais da região. Possivelmente, os ruídos não afetarão a população vizinha; no entanto, esse fato deve ser verificado;
- **Alteração da qualidade águas superficiais:** além de impossibilitar o consumo por parte da população e da fauna local, a poluição das águas superficiais pode interferir na flora;
- **Aumento da quantidade de sólidos na água:** pode causar obstrução das redes de drenagem, assoreamento de corpos d'água, e, em casos extremos, até enchentes;
- **Alteração da qualidade das águas subterrâneas:** é extremamente perigoso, principalmente nesse caso, em que a população local consome água dos poços;
- **Alteração dos regimes de escoamento das águas:** vários aspectos podem gerar a alteração dos regimes de escoamento, dentre eles, a impermeabilização do solo, aumento do volume de sólidos na água, entre outros. As consequências também são diversas, por exemplo: erosão, no caso de aumento da velocidade de escoamento do rio, ou assoreamento no caso contrário, instabilidade do curso d'água, pois este foi modificado em relação ao estado original, etc;
- **Escassez de água:** a excessiva extração de água do lençol, ou diminuição da infiltração pelo solo, pode causar a escassez de água na região. Porém, essa preocupação também é mundial, visto que as reservas de água potável são cada vez menores;
- **Interferências na fauna local:** é uma das preocupações mais importantes, já que um dos objetivos da construção do Parque é a conservação ambiental;

- **Interferências na flora local:** da mesma forma que a fauna, é uma das maiores preocupações deste estudo;
- **Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais:** algumas alterações na fauna e flora podem gerar desequilíbrios e alterações em cadeia. Por exemplo: uma contaminação do lençol freático afetaria a vegetação e extingueria certa espécie. Um animal, que consumia essa espécie vegetal, por sua vez, não teria mais alimento e morreria. Consequentemente, o predador desse animal também perderia sua fonte de alimentação, etc;
- **Alteração da dinâmica do ecossistema global:** questão associada ao consumo de recursos, como madeira. O consumo de madeiras de áreas não manejadas pode proporcionar desmatamentos de consequências globais, por exemplo, na Amazônia;
- **Alteração nas condições de saúde e segurança do trabalhador:** o trabalho em canteiro traz diversos riscos à saúde, por exemplo a silicose, e também à segurança, por causa dos diversos acidentes. Deve-se, sempre, observar a NR-18 e os equipamentos de proteção;
- **Alteração da qualidade paisagística da vizinhança:** embora não haja uma vizinhança próxima aos canteiros, as alterações podem perdurar até a fase de funcionamento do parque, o que afeta a qualidade do local.
- **Alteração nas condições de saúde e segurança da vizinhança:** em geral, por não haver habitações próximas aos canteiros, não deve haver grandes consequências. O grande risco, como já ressaltado, é a poluição do lençol freático, contaminando a água consumida pela população;
- **Incômodo para a comunidade:** é possível que os ruídos e vibrações não afetem a vizinhança, no entanto, deve-se verificar esse fato durante a obra;
- **Alteração no tráfego de vias locais:** nesse caso, seriam possíveis interferências com o Rodoanel;

- **Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem):** a existência da obra no local pode prejudicar alguns serviços, como transporte, fornecimento de energia, retirada de lixo, etc;
- **Interferência na drenagem urbana da região:** o assoreamento da rede de drenagem gera enchentes, poluições, etc. Já esgotamento de águas servidas pela rede pode gerar mau cheiro, doenças, entre outros;
- **Escassez de energia elétrica:** uma preocupação menor, considerando a matriz energética do Brasil, porém, um maior consumo implica em maiores custos para a construtora.
- **Aumento do volume de aterros de resíduos:** a excessiva geração de resíduos é um grande problema atual, visto a inexistência de locais para construção de aterros próximo às grandes cidades, esgotamento dos aterros já existente, altos custos de transporte, etc;
- **Interferência na drenagem urbana (nível sociedade):** o intenso carreamento de sólidos e o assoreamento das redes de drenagem podem ter consequências além da região, por exemplo, entupindo galerias a jusante.

O impacto ambiental “Danos a bens edificados”, estudado na seção 2.6.2.3.2.7, foi retirado da análise, pois não existem edifícios no terreno e na vizinhança do canteiro.

2.14.3. *Diretrizes para a minimização dos impactos ambientais*

Primeiro, será abordado o assunto do acesso ao canteiro de obras, que apesar de estar representado pelo aspecto “circulação de veículos”, será tratado separadamente, pois há dificuldades no acesso ao canteiro. Durante a obra do Rodoanel, a construção de uma passagem de caminhões dentro do terreno onde será o Parque gerou diversos impactos, como resíduos depositados no local, assoreamento de corpos d’água e possível eutrofização de outros, etc. Recomenda-se, portanto, que o acesso utilizado seja pelo Rodoanel, com a construção de uma

passagem que leve da estrada até a via parcialmente asfaltada, mostrada nas Figuras 5.10 e 5.11. Deve ser estudada a pavimentação dessa via até o local dos platôs, onde será o canteiro de obras.

A seguir, para cada aspecto ambiental (seção 2.5), é apresentada uma pequena análise e são propostas ações mitigadoras dos impactos ambientais. Os aspectos “Remoção de edificações” e “Ocupação da via pública” foram excluídos, pois não são relevantes para essa análise, visto que não há via pública que possa ser ocupada nas imediações do canteiro, assim como edificações a serem retiradas.

- **Supressão da vegetação:** se for necessária a retirada de algumas árvores, deve-se tomar precauções para que outras árvores não sejam danificadas, por exemplo, pelo lançamento de fragmentos ou queda de tronco. O solo do local onde a árvore foi retirada deve ser protegido, de modo que a camada superficial não fique exposta, facilitando a erosão.
- **Risco de desmoronamento:** o risco de desmoronamento, em geral, é consequência de taludes mal feitos, erosões em estágios avançados, entre outros. Para evitar o risco, devem-se projetar cuidadosamente os taludes e proteger o solo.
- **Existência de ligações provisórias (exceto águas servidas):** as ligações de eletricidade devem ser feitas após autorização da concessionária, de modo a não prejudicar a vizinhança. Possivelmente, a água será retirada de poços, assim, devem ser realizados estudos como volume do lençol, taxa de reposição da água, etc., de modo a não esgotar o recurso.
- **Esgotamento de águas servidas:** o esgotamento inadequado acontece ao despejá-las a céu aberto ou ao ligar a rede de águas servidas na rede de drenagem de região. O primeiro caso, além de poluir o meio ambiente em geral, põe em risco a saúde do trabalhador e da vizinhança. Já, no segundo caso, há a poluição de águas teoricamente limpas. Possivelmente, não há redes de esgoto na região, portanto, sugere-se a instalação de uma pequena estação de tratamento de esgotos no próprio canteiro, podendo, inclusive, utilizá-la na fase de operação do Parque.

- **Risco de perfuração de redes:** possivelmente, não há redes subterrâneas no local, entretanto, esse fato deve ser averiguado cuidadosamente na etapa de projeto.
- **Geração de energia no canteiro:** em geral, os maiores impactos são o ruído e o consumo de combustível. No caso do ruído, o gerador deve ser localizado em ambiente protegido, por exemplo, por tapumes. Se necessário, os trabalhadores devem utilizar proteção auricular. Com relação ao consumo de combustíveis, o gerador deve ser utilizado somente o necessário, desligando sempre que possível. Deve-se lembrar de realizar manutenções periódicas no gerador.
- **Existência de construções provisórias:** os maiores riscos, em geral, estão associados à segurança dos funcionários, portanto, devem-se seguir as recomendações da Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002). Sugere-se a localização das construções provisórias sobre os platôs, evitando a interação com locais onde não existirão edificações.
- **Impermeabilização de superfícies:** a impermeabilização desnecessária de superfícies gera mudanças no regime de escoamento das águas superficiais, o que diminui a infiltração de água pelo solo (rebaixando naturalmente o lençol freático) e aumenta o carreamento de sólidos (provocando erosões), entre outros, devendo ser evitada.
- **Ocupação da via pública:** nesse caso, a maior interferência se dá no Rodoanel. Deve-se estudar os acessos tal que sua utilização não cause acidentes ou intervenções na rodovia.
- **Armazenamento de materiais:** devem-se tomar cuidados especiais, impossibilitando o acesso por parte de pessoas e animais ao local. Os materiais devem estar cuidadosamente identificados, indicando, inclusive, a forma correta de manejá-los. O armazenamento deve ser feito sobre camada impermeável, impedindo o contato com o solo natural. As consequências do contato da fauna e flora com materiais perigosos podem ser graves, como contaminação de animais e erradicação da vegetação.

- **Circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos:** a circulação deve ser restrita a caminhos bem delimitados, de modo evitar a compressão desnecessária do solo e a alteração de sua camada superficial, precavendo-se para que não haja interferências e acidentes em relação à flora local. Os veículos devem ter proteção para que não caiam objetos ou resíduos ao longo das vias do parque.
- **Manutenção e limpeza de ferramentas, equipamentos, máquinas e veículos:** a manutenção deve ser realizada periodicamente, de modo a prevenir acidentes e derramamento de óleo e combustível, diminuir a poluição sonora, diminuir emissões de material particulado e gás carbônico, etc. A limpeza deve ser feita sobre local impermeável, com barreiras protetoras, tal que a água utilizada seja imediatamente direcionada ao tratamento e não haja contaminação do solo.
- **Consumo de recursos naturais e manufaturados (inclui perda incorporada e embalagens):** o consumo de recursos é uma ação que envolve desde a seleção do material (na etapa de projeto) e do fornecedor (realizar pesquisas para verificar se o fornecedor emite notas fiscais, obedece a leis trabalhistas, atua de maneira sustentável, etc.) até a maneira como é utilizado (por exemplo, as perdas incorporadas em serviços, como os revestimentos em argamassa).
- **Consumo e desperdício de água:** como já ressaltado, possivelmente, a água será retirada do mesmo lençol que abastece a população local. Deve-se tomar precauções para que não haja esgotamento do lençol freático.
- **Consumo e desperdício de energia:** são recursos naturais renováveis ou não, que devem ser preservados, por exemplo, mantendo máquinas e veículos ligados somente o necessário.
- **Manejo de resíduos e destinação de resíduos:** o manejo e destinação são essenciais para que não sejam descartados recursos renováveis, recicláveis ou reutilizáveis, gerando o mínimo possível de resíduos. Estes devem ser corretamente armazenados para não interagir com o meio ambiente devido, por exemplo, às

emissões, observando sempre a Resolução Conama 307 de 2002. Utilizar apenas empresas transportadoras de resíduos credenciadas na Limpurb.

- **Manejo e destinação de resíduos perigosos:** as etapas devem ser cuidadosamente realizadas e controladas, protegendo o meio ambiente, os trabalhadores e o resíduo, sempre observando a Resolução Conama 307 de 2002.
- **Queima de resíduos no canteiro:** é proibida por diversos motivos, entre eles: põe em risco toda a região de mata nativa, como consequência de um incêndio, afugenta animais e a fumaça pode ser tóxica.
- **Geração de resíduos perigosos:** quando inevitável, o resíduo deve ser protegido a partir do momento de sua geração, de modo a não contaminar o trabalhador e o meio ambiente.
- **Geração de resíduos sólidos:** devem-se evitar ao máximo as perdas em canteiro, seja através de treinamento dos trabalhadores ou aperfeiçoamento de projetos.
- **Emissão de vibração:** impacta, principalmente, os trabalhadores, pois o excesso de vibração pode levar inclusive à surdez, além de afetar a fauna e flora (possivelmente não incomoda a vizinhança). Deve-se, portanto, evitar a emissão de vibrações pela escolha de técnicas construtivas mais adequadas. No entanto, se não for possível evitá-la, um especialista deve ser consultado sobre as consequências à fauna e flora, e como diminuir o impacto.
- **Emissão de ruídos:** afeta, principalmente, a fauna e os trabalhadores, e estes devem utilizar protetores auriculares. Qualquer dos equipamentos utilizados na construção civil ultrapassa o nível sonoro máximo para regiões de matas. Portanto, para amenizar o impacto, sugere-se, além de escolha criteriosa dos equipamentos a serem utilizados, a adoção de tapumes e a manutenção periódica dos veículos e equipamentos.
- **Lançamento de fragmentos:** o lançamento de fragmentos pode afetar os trabalhadores, a fauna e a flora. A solução é a proteção dos lugares onde são

realizadas as atividades que os emitem, por exemplo, com tapumes. Os trabalhadores devem estar sempre com capacete e outros equipamentos de proteção conforme a atividade (por exemplo: máscaras ou óculos).

- **Emissão de material particulado:** o material particulado traz consequências negativas para os trabalhadores, para a fauna e flora. Deve-se evitar ao máximo sua emissão, por exemplo, trabalhando em lugares fechados, para que os materiais não se espalhem. No entanto, os trabalhadores devem sempre trabalhar com máscaras protetoras e, no caso das plantas, se houver deposição de material sobre as folhas, deve-se consultar um especialista sobre a melhor forma de agir.

- **Risco de geração de faíscas onde há gases dispersos:** deve ser feito um mapeamento de onde é possível que haja dispersão de gases, alertando os trabalhadores para o fato. Deve ser feito um plano orientando a ação quando houver desprendimento de gases, tanto para evitar a geração de faísca quanto para lidar com possíveis incêndios.

- **Desprendimento de gases, fibras e outros:** muitas vezes não é possível evitar o desprendimento. Portanto, no caso de gases, deve-se verificar o tipo de gás e, então, tomar a ação adequada (por exemplo, no caso de gás natural, pode-se esperar que se espalhe pelo ar). No caso das fibras, pode-se utilizar alguma proteção para que a fibra não se espalhe, por exemplo, trabalhar em lugares fechados. Não esquecendo que, sempre, o trabalhador deve utilizar uma máscara protetora.

- **Renovação do ar:** os lugares fechados devem ter boa ventilação, para não causar riscos à saúde do trabalhador.

- **Manejo de materiais perigosos:** devem-se tomar cuidados ao manejá-los, tanto em relação ao trabalhador (que deve estar protegido), quanto em relação ao meio ambiente. Para todos os materiais perigosos, no caso de acidentes, deve existir um plano de ação determinando o que deve ser feito.

2.14.4. *Considerações sobre o exemplo do Parque Fazenda Tizo*

Este estudo se apresenta como fase preliminar para um projeto detalhado de mitigação e redução de impactos ambientais do futuro canteiro de obras do Parque Fazenda Tizo. Os instrumentos apresentados para identificação dos aspectos e impactos ambientais podem ser bastante úteis para o estudo do tema, e implantação do Parque. No entanto, devem ser realizados estudos mais detalhados sobre a região, envolvendo a exploração do subsolo, detalhamento do lençol freático, detecção de redes, identificação dos corpos d'água, drenagem, etc. De posse das informações adicionais, os impactos e aspectos ambientais devem ser estudados mais detalhadamente, para que se atinjam os objetivos propostos. Vale ressaltar que grande parte das propostas aqui feitas é generalizável para empreendimentos semelhantes.

2.15. Considerações sobre os exemplos apresentados

Os dois primeiros exemplos, os quais apresentavam o mesmo meio ambiente, porém, tecnologias construtivas diferentes, mostram como os aspectos ambientais são alterados em função das atividades do canteiro de obras. Por exemplo, a emissão de vibração ocorre no caso 1, em que é utilizada estaca pré-moldada, mas não no segundo, em que são executados tubulões. Outro exemplo, apesar de não estar explícito nas matrizes e quadros apresentados, é a geração de resíduos perigosos, que no caso das divisórias de gesso acartonado é maior que nas alvenarias comuns.

O exemplo do Parque Fazenda Tizo é diferenciado, inclusive não se encaixando na proposta da pesquisa, que envolve edifícios em ambientes urbanos. Sua relevância se dá por ser um caso real e por mostrar que o método apresentado pode ser aplicado em outros casos, sendo necessário um estudo específico para cada empreendimento. Vale observar a mudança na matriz de correlação, assim como nas prioridades destacadas.

ESTRATÉGIA PARA IMPLANTAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS MAIS SUSTENTÁVEIS

Nos dois capítulos anteriores, estudou-se a identificação de impactos e aspectos ambientais e suas correlações, o processo de priorização e a definição de diretrizes gerenciais e tecnológicas para a gestão ambiental de canteiro de obras. Este, por sua vez, propõe um guia que apresenta uma forma estratégica para implantação de ações mais sustentáveis em um canteiro de obras.

O estudo tem início pela análise do conceito de estratégia. Nicolau (2001) apresenta um levantamento da diversidade das definições do conceito de estratégia, dentre eles, selecionou-se a definição de Thietart para desenvolvimento deste estudo: “estratégia é o conjunto de decisões e ações relativas à escolha dos meios e à articulação de recursos com vista a atingir um objetivo” (THIETART, 1984 *apud* NICOLAU, 2001). Portanto, neste capítulo, pretende-se indicar ações de modo que as empresas construtoras alcancem os objetivos propostos, ou seja, a execução de canteiros de obras mais sustentáveis.

A forma de apresentação da estratégia proposta (Figura 6.1) está dividida em categorias. Estas definem as premissas necessárias para se implantar uma gestão mais sustentável nos canteiros de obras, sendo necessário tratar de forma simultânea e complementar todas as categorias. Em cada uma destas, são propostas preocupações, entendidas como “onde agir”. Para cada preocupação são apresentados requisitos, ou seja, “condições para se alcançar determinado fim”. Dentro de cada requisito são propostas ações, classificadas como Básica (B), Intermediária (I) ou Superior (S). As categorias, preocupações, e os requisitos são apresentados de forma esquemática no Quadro 0.1.

A categoria “*gestão de recursos*” tem como premissa a seleção de produtos e fornecedores, além da redução do consumo dos recursos. Já, “*gestão dos resíduos de construção e demolição*” trata do gerenciamento de resíduos, manejo, transporte e destinação. A categoria “*gestão das poluições e dos incômodos*” tem como premissa a redução dos impactos causados pelas atividades de transformação da

produção. A “*implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras*” indica como proceder para que as construções provisórias do canteiro sejam implantadas e funcionem de modo a minimizarem os impactos ambientais decorrentes, e para que atividades desenvolvidas para ou durante a construção e o uso dessas instalações causem os menores impactos. Por fim, *impactos sociais e econômicos dos canteiros de obras* aborda os agentes que interagem com a obra: funcionários, fornecedores e vizinhança, tomando como base os indicadores ETHOS (<http://www.ethos.com.br>). Estes não foram abordados nos capítulos anteriores, pois o estudo da identificação e correlação entre aspectos e impactos foca a dimensão ambiental da sustentabilidade dos canteiros de obras.

Figura 0.1 - Forma de apresentação e definição dos termos da estratégia para implantação de um canteiro de obras mais sustentável.

As ações são classificadas, por meio de critérios, como Básica (B), Intermediária (I) ou Superior (S), sendo essa diferenciação feita em função de sua complexidade. Dessa forma, as ações consideradas Básicas são exigências das legislações, práticas constatadas nos canteiros de obras da região da Grande São Paulo ou boas práticas visando à gestão ambiental de canteiros de obras. Por outro lado, as ações classificadas como Superiores são aquelas pouco ou não encontradas em canteiros de obras no Brasil, porém, de grande benefício ambiental, sendo assim consideradas as melhores práticas para o país. As ações Intermediárias são o meio termo entre as básicas e superiores. Vale frisar que a implantação de ações

consideradas intermediárias, pressupõe que as básicas tenham sido implantadas, e assim vale para a superior em relação às básicas e intermediárias. Esse formato de classificação tem inspiração no processo AQUA (item 2.4.2).

Categorias	Preocupações	Requisitos
Gestão dos recursos	Gestão da seleção e consumo de recursos (exceto água e energia)	Medidas voltadas à seleção de recursos
		Medidas voltadas à redução de perdas
	Redução do consumo de energia	Medidas voltadas à redução do consumo de energia
	Redução do consumo de água	Medidas voltadas à redução do consumo de água
Gestão das poluições e dos incômodos	Redução das poluições e dos incômodos	Medidas para implantação de procedimentos que reduzam a poluição e os incômodos previamente identificados
Gestão dos resíduos de construção e demolição	Gerenciamento de resíduos	Desenvolvimento do projeto de gerenciamento de resíduos e implantação do sistema de gestão de resíduos
		Práticas de manejo, remoção e disposição de resíduos
Implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras	Redução de impactos na etapa de serviços preliminares	Medidas preventivas nos serviços de remoção de edificações
		Medidas voltadas à vegetação remanescente
		Medidas voltadas à prevenção da erosão
	Redução de impactos na implantação da infraestrutura de produção e apoio	Características das construções provisórias
		Presença de serviços de saneamento e energia
		Práticas adotadas para circulação e manutenção de veículos, equipamento e máquinas (VEM)
		Medidas para minimizar os impactos da obstrução de vias públicas e espaços públicos
		Práticas ambientais de armazenamento e movimentação de produtos
	Redução das interferências na vizinhança	Canais de interação com a vizinhança e providências
		Medidas para preservação da vizinhança
Impactos sociais e econômicos dos canteiros de obras	Apoio ao desenvolvimento dos funcionários próprios e subcontratados	Ações de apoio ao desenvolvimento dos funcionários próprios
		Ações de apoio ao desenvolvimento dos funcionários subcontratados
	Apoio ao desenvolvimento de fornecedores	Ações de apoio ao desenvolvimento de fornecedores
	Cuidados com a saúde e segurança dos funcionários	Ações relativas aos cuidados com a saúde e segurança dos funcionários próprios e subcontratados
	Apoio ao desenvolvimento local	Ações de apoio ao desenvolvimento local

Quadro 0.1 - Resumo da estratégia para implantação de um canteiro de obras mais sustentável.

Dessa forma, antes do início do empreendimento, o responsável deve avaliar o ambiente em que a edificação está inserida e as legislações locais, de modo a determinar a relevância das categorias de preocupações, assim como definir quais delas são prioritárias. Por exemplo, um empreendimento localizado em uma região próxima de mata nativa, deve buscar nível S na categoria “Implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras”, pois diversos impactos à sua vizinhança precisam ser minimizados durante a obra. No entanto, se o empreendimento for, por exemplo, a infraestrutura de apoio de um ponto ecoturístico com pouco uso de eletricidade, o consumo de energia pode ser B. Em outro caso, um canteiro de obras inserido numa região industrial urbana, com médio tráfego de pessoas ou veículos, possivelmente teria menos exigências a cumprir em relação ao canteiro de obras, podendo optar por um nível I, ou mesmo B, no caso da Implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras.

Propõe-se que a análise anterior seja expressa por meio de um quadro, como o apresentado no Quadro 0.2. Este deve ser preenchido de acordo com a relevância apresentada pelas categorias, como no exemplo do Quadro 0.3.

CATEGORIAS	B	I	S
Gestão dos recursos			
Gestão das poluições e dos incômodos			
Gestão dos resíduos de construção e demolição			
Implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras			
Impactos sociais e econômicos dos canteiros de obras			

Quadro 0.2 - Modelo proposto para representação do perfil ambiental do canteiro de obras.

CATEGORIAS	B	I	S
Gestão dos recursos			
Gestão das poluições e dos incômodos			
Gestão dos resíduos de construção e demolição			
Implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras			
Impactos sociais e econômicos dos canteiros de obras			

Quadro 0.3 - Exemplo de preenchimento do quadro representativo do perfil ambiental do canteiro de obras.

O quadro proposto é denominado “Perfil de sustentabilidade do canteiro de obras”, e apresenta quais são as prioridades das ações sustentáveis aplicadas no canteiro de obras. Esse modelo de perfil de sustentabilidade é inspirado no Processo AQUA (item 2.4.2) e HQE (item 2.4.1.3).

A definição da classificação de cada categoria se dá pela avaliação da maior parte dos requisitos pertencentes a ela. Portanto, se em uma dada categoria a maioria dos requisitos for “B”, ela será “B”, e da mesma forma para “I” e “S”. Não há preocupações quanto às pontuações para requisitos ou combinações destes, dado que a proposta não é uma metodologia de avaliação, e sim apenas um meio de comunicar as intenções do canteiro de obras.

Considerando o exposto, a estratégia é apresentada a seguir.

2.16. Gestão dos recursos

2.16.1. Gestão da seleção e consumo de recursos (exceto água e energia)

a) Medidas voltadas à seleção de recursos

i) Básico

- Utilização somente de madeiras certificadas no canteiro de obras.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Incorporação de critérios de sustentabilidade na seleção de produtos.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Incorporação de critérios de sustentabilidade na seleção de fornecedores.

b) Medidas voltadas à redução de perdas*i) Básico*

- Utilização de projeto de fôrmas;
- Manutenção de equipamentos em boas condições;
- Disponibilização dos projetos com antecedência em relação ao início dos serviços;
- Realização de palestras específicas aos trabalhadores sobre redução do consumo desnecessário de recursos;
- Utilização de comunicação visual (cartazes) com valores de consumo para períodos sucessivos.

ii) Intermediário

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Utilização de projeto para produção de alvenaria;
- Planejamento formal dos transportes internos, de maneira a minimizar as perdas;
- Fornecimento de treinamento específico dos funcionários que utilizam recursos quando o consumo é mais alto que o esperado;
- Implantação de procedimentos de execução contemplando os cuidados relativos ao consumo de materiais e comunicá-los por meio de cartazes.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior.
- Utilização de projeto para produção em todos os serviços do canteiro de obras;
- Premiação de funcionários de acordo com a redução do consumo de recursos.

2.16.2. Medidas voltadas à redução do consumo de energia

a) Medidas voltadas à redução do consumo de energia (JOHN, 2009)

i) Básico

- Utilização de eletrodomésticos com etiqueta CONPET Nível A;
- Utilização de equipamentos e lâmpadas com etiqueta Procel nível A, quando existir;

ii) Intermediário

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Realização de campanhas de conscientização dos funcionários em relação à redução do consumo de energia;
- Disponibilização de mão-de-obra para manutenção de equipamentos.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Realização de campanhas de conscientização da comunidade em relação à redução do consumo de energia.

2.16.3. Medidas voltadas à redução do consumo de água

a) Medidas voltadas à redução do consumo de água (JOHN, 2009)

i) Básico

- Restrição da pressão dinâmica máxima nos pontos de utilização a 30 kPa;
- Uso de bacias sanitárias com volume nominal de seis litros;
- Disponibilização de mão-de-obra para manutenção de equipamentos.

ii) Intermediário

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Utilização de pelo menos um tipo de componente economizador nos pontos de consumo.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Emprego de sistema de medição setorizada, de modo a determinar quais atividades apresentam maior consumo do recurso, e possibilitar a tomada de ações que reduzam desperdícios;
- Utilização de fonte alternativa de água para pelo menos um uso ou atividade que prescindia de água potável;
- Emprego de bacias sanitárias com sistema duplo de descarga.

2.17. Gestão das poluições e dos incômodos*2.17.1. Redução das poluições e dos incômodos***a) Medidas para implantação de procedimentos que reduzam a poluição e os incômodos previamente identificados***i) Básico*

- Não há.

ii) Intermediário

- Identificação dos possíveis impactos gerados pelo canteiro de obras e suas fontes e implantação de procedimentos que reduzam impactos.

iii) Superior

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Priorização dos impactos mais relevantes do canteiro, seja pela sua incidência ou pela sua magnitude;

- Implantação de procedimentos que reduzam pelo menos 50% dos impactos considerados mais relevantes.

2.18. Gestão dos resíduos de construção e demolição

2.18.1. Gerenciamento de resíduos

a) Desenvolvimento do projeto de gerenciamento de resíduos e implantação do sistema de gestão de resíduos

i) Básico

- Atender à legislação municipal aplicável ou, na ausência desta, atender à Resolução Conama nº 307/2002.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Identificar e utilizar as cadeias locais de valorização dos resíduos.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Incentivo ao desenvolvimento de cadeias locais de valorização de resíduos;
- Solicitar formalmente ao Poder Público a oferta de soluções que permitam o atendimento da legislação relativa aos resíduos da construção civil, e cobrar a sua fiscalização.

b) Práticas de manejo, remoção e disposição de resíduos

i) Básico

- Atendimento rigoroso do projeto de gerenciamento de resíduos do canteiro.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior,
- Implantação de indicadores e sistemática de monitoramento do manejo, incluindo caracterização, triagem, movimentação e acondicionamento dos resíduos e limpeza da obra;
- Emprego de, ao menos, dois resíduos (não nobres) da própria obra ou de meio externo no canteiro, por meio de reutilização ou reciclagem, a partir de estudo técnico-econômico sobre seu uso.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Implantação de indicadores e sistemática de monitoramento da adequada remoção e disposição dos resíduos.

2.19. Implantação e operação da infraestrutura do canteiro de obras**2.19.1. Redução de impactos na etapa de serviços preliminares****a) Medidas preventivas nos serviços de remoção de edificações***i) Básico*

- Atendimento à NBR 5682 - "Contratação, execução e supervisão de demolições" e à Resolução Conama 307/2002.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Realização de demolição seletiva direcionada para materiais de maior interesse econômico.

iii) Superior

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Realização de demolição seletiva direcionada para subcadeias de reaproveitamento.

b) Medidas voltadas à vegetação remanescente*i) Básico*

- Respeito integral ao projeto aprovado no que diz respeito à manutenção da vegetação existente.

ii) Intermediário

- Implantação de medidas de proteção à vegetação remanescente.

iii) Superior

- Implantação de medidas de proteção e preservação¹⁸ da vegetação remanescente.

c) Medidas voltadas à prevenção da erosão*i) Básico*

- Não há.

ii) Intermediário

- Definição e implantação de medidas para a contenção¹⁹ da erosão.

iii) Superior

- Definição e implantação de medidas voltadas à contenção e prevenção²⁰ da erosão.

2.19.2. Redução de impactos na implantação da infraestrutura de produção e apoio

¹⁸ Definições apresentadas no item 2.12.2

¹⁹ Por contenção da erosão, entende-se a adoção de medidas que contenham o material erodido próximo de sua fonte, dentro da área delimitada para o canteiro.

²⁰ Por prevenção, entende-se o uso de medidas que previnam o acontecimento de eventos erosivos

a) Características das construções provisórias*i) Básico*

- Atendimento à Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002).

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Projeto visando ao uso de áreas construídas em lugar de construir novas, e projeto visando à minimização da impermeabilização de superfícies.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Valorização do reaproveitamento de produtos.

b) Presença de serviços de saneamento e energia*i) Básico*

- Atendimento à legislação aplicável.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Identificação de redes de serviços existentes para evitar sua perfuração.

iii) Superior

- Não há

c) Práticas adotadas para circulação e manutenção de veículos, equipamento e máquinas (VEM)*i) Básico*

- Atendimento à legislação relativa à restrição da circulação de VEM.;
- Implantar plano de manutenção para 20% dos VEM.

ii) Intermediário

- Implantação de plano de circulação de VEM;
- Implantar plano de manutenção para 50% dos VEM.

iii) Superior

- Implantação de plano de circulação de VEM que minimize os seus impactos;
- Implantar plano de manutenção para 70% dos VEM.

d) Medidas para minimizar os impactos da obstrução de vias públicas e espaços públicos*i) Básico*

- Atendimento à legislação relativa à obstrução de vias públicas.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Realização de estudo dos acessos de VEM e das condições de circulação de pedestres;
- Evitar, ao máximo, as perturbações causadas pelas obstruções;
- Prevenção dos vizinhos sobre toda restrição de circulação.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Previsão de área de estacionamento para funcionários e visitantes.

e) Práticas ambientais de armazenamento e movimentação de produtos*i) Básico*

- Atendimento integral da NBR 7500 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Existência de procedimentos para os materiais perigosos, segundo a NBR 7500 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Existência de procedimentos para todos os materiais cobertos pelo Sistema de Gestão da Qualidade da empresa construtora.

2.19.3. Redução das interferências na vizinhança

a) Canais de interação com a vizinhança e providências

i) Básico

- Adoção de medidas reparadoras em resposta a reclamações e manifestações da vizinhança.

ii) Intermediário

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Existência de procedimento para registrar reclamações e informar lideranças locais sobre providências tomadas.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Existência de procedimento de consulta e diálogo com a vizinhança sobre os possíveis impactos relativos à obra antes do início das atividades, procurando envolver a comunidade na resolução dos problemas.

b) Medidas para preservação da vizinhança

i) Básico

- Não há recomendações.

ii) Intermediário

- Realização de treinamentos sistemáticos dos funcionários de obra sobre respeito a regras de conduta relativas à comunidade local.

iii) Superior

- Adoção da recomendação do item anterior;
- Existência de política formal para monitorar e compensar os impactos advindos de suas atividades em equipamentos públicos como ruas, estradas, rodovias, sistema de abastecimento de água, etc.

2.20. Impactos sociais e econômicos dos canteiros de obras*2.20.1. Apoio ao desenvolvimento dos funcionários próprios e subcontratados***a) Ações de apoio ao desenvolvimento dos funcionários próprios***i) Básico*

- Identificação de necessidades de capacitação a partir da avaliação da mão-de-obra, de acordo com a função, e provê-las;
- Respeito aos pisos salariais firmados com os sindicatos;
- Manutenção de relação contratual dentro dos parâmetros legais de responsabilidade pelo cumprimento de obrigações sindicais, trabalhistas e previdenciárias.

ii) Intermediário

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Existência de programa para estimular e reconhecer sugestões dos empregados para melhoria dos processos internos da empresa;
- Existência de política explícita de não discriminação, contribuindo para a diversidade;
- Busca pela superação de pisos salariais firmados com os sindicatos.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Existência de programa para conscientizar funcionários sobre ética profissional, com destaque para o relacionamento com agentes do poder público;
- Estimulo aos funcionários por meio de remuneração e investimento em seu desenvolvimento profissional, segundo política estruturada de carreira, levando em conta as competências necessárias para seu desempenho atual;
- Busca de soluções de recolocação profissional de funcionários demitidos ao final da obra ou serviço.

b) Ações de apoio ao desenvolvimento dos funcionários subcontratados*i) Básico*

- Manutenção da relação contratual de mão-de-obra subcontratada dentro dos parâmetros legais de corresponsabilidade pelo cumprimento das obrigações sindicais, trabalhistas e previdenciárias.

ii) Intermediário

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Identificação necessidades de capacitação a partir da avaliação da mão-de-obra subcontratada, de acordo com a função, e provê-las;
- Monitoramento periódico do cumprimento dos requisitos estabelecidos relativos à contratação, exigindo que sejam feitos ajustes que garantam o correto cumprimento da legislação.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Oferta ao trabalhador subcontratado com as mesmas condições de saúde e segurança, e o acesso a benefícios básicos gozados pelos empregados próprios, como transporte, alimentação e ambulatório.

2.20.2. *Apoio ao desenvolvimento de fornecedores*

a) Ações de apoio ao desenvolvimento de fornecedores

i) Básico

- Estímulo às negociações transparentes e estabelecimento de relações contratuais com fornecedores apenas com base em critérios técnicos e comerciais.

ii) Intermediário

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Contribuição para a melhoria do padrão gerencial e técnico dos fornecedores por meio da disponibilização de informações.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Estímulo e facilitação do envolvimento de fornecedores em projetos sociais e ambientais. Contribuir para a melhoria do padrão gerencial e técnico dos fornecedores por meio da promoção de atividades conjuntas de treinamento.

2.20.3. *Cuidados com a saúde e segurança dos funcionários*

a) Ações relativas aos cuidados com a saúde e segurança dos funcionários próprios e subcontratados

i) Básico

- Atendimento à Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002) e às outras obrigações legais;
- Existência de programa de conscientização sobre higiene nos canteiros de obras.

ii) Intermediário

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Existência de programa de manutenção das condições implantadas de SSO no canteiro de obras;
- Existência de programa de qualidade de vida no canteiro de obras, incluindo questões sobre conscientização dos empregados sobre alcoolismo, economia doméstica, DST, HIV/AIDS, envolvendo, inclusive, a família dos funcionários.

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Oferta de acompanhamento psicológico em casos de acidente de trabalho e em problemas de ameaças e desavenças entre funcionários;
- Oferta de acompanhamento jurídico em casos diretamente relacionados ao trabalho e à família;
- Prestação de auxílio aos ex-empregados que não conseguiram recolocação para voltar à sua região de origem, se o desejarem.

2.20.4. *Apoio ao desenvolvimento local*

a) Ações de apoio ao desenvolvimento local

i) Básico

- Não há ações neste item.

ii) Intermediário

- Interação com organizações locais (governo, ONG, postos de saúde, escolas etc.) em prol do desenvolvimento local (destaque para privilegiar a contratação de mão-de-obra local e devida capacitação profissional).

iii) Superior

- Adoção das recomendações do item anterior;
- Existência de processo formal de análise de impactos socioeconômicos decorrentes das atividades da empresa;

- Apoio a medidas que levem ao desenvolvimento de soluções para revalorização local dos resíduos da construção civil.

2.21. Considerações sobre a estratégia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis

A estratégia proposta neste item tem como objetivo orientar a tomada de decisões visando à implantação de canteiros de obras mais sustentáveis. No entanto, aplicando a classificação das ações por meio de critérios, a estratégia pode ser modificada e complementada, de modo que se torne um método de avaliação da sustentabilidade de canteiros de obras.

As metodologias de avaliação já existentes tratam de forma heterogênea o assunto. As duas metodologias de avaliação francesas HQE (item 2.4.1.3) e H&E (item 2.4.1.4) preocupam-se com o canteiro de obras, porém de forma menos aprofundada que a proposta nesta pesquisa; o BREEAM (item 2.4.1.1), o GBTool (item 2.4.1.5) e o LEED (item 2.4.1.7) conferem uma pequena importância ao assunto; por outro lado, o CASBEE (item 2.4.1.2) não menciona ações voltadas à sustentabilidade dos canteiros de obras (CARDOSO; ARAUJO, 2007).

A primeira metodologia adaptada para o Brasil foi o AQUA, que, baseando-se no modelo francês do HQE, apresenta um capítulo que trata somente dos canteiros de obras. No entanto, não envolve a dimensão social da sustentabilidade.

Portanto, a elaboração de um método de avaliação é relevante, além de incentivar a busca, por parte das construtoras, de ações mais sustentáveis em canteiros de obras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira resumida, esta pesquisa apresentou um método para análise dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras, assim como diretrizes para minimizar os efeitos negativos. Também foi apresentada uma estratégia para implantação de ações mais sustentáveis no canteiro de obras.

A maior dificuldade encontrada ao longo dos estudos foi a escassez de bibliografia específica sobre o tema. Apesar da maior quantidade de documentação envolvendo os temas sustentabilidade e construção sustentável, principalmente no que diz respeito à eficiência energética, a literatura específica sobre canteiro de obras é muito rara. Dessa maneira, a presente pesquisa trouxe avanços para o estudo do tema no país, e, até mesmo, internacionalmente.

Com relação ao estudo dos aspectos e impactos ambientais e suas correlações (seção 0), demonstra-se que os efeitos negativos dos canteiros de obras no meio ambiente vão além do consumo de recursos e geração de resíduos, alertando também para os cuidados relativos aos trabalhadores, vizinhança e sociedade.

Durante a pesquisa detectou-se, no Brasil, e em particular na cidade de São Paulo, a necessidade de desenvolvimento de tecnologias que permitam a minimização dos impactos dos canteiros de obras. Observa-se que a maior parte das diretrizes propostas neste texto (capítulo 0) é de origem gerencial, existindo espaço para o desenvolvimento de novas tecnologias, como equipamentos, ferramentas, etc.

Os exemplos de aplicação da pesquisa (capítulo 0) permitem verificar como os aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras se comportam perante ambientes e tecnologias construtivas diferentes. É possível, também, verificar a aplicabilidade do método no caso de canteiros de obras que não sejam de edifícios e em áreas urbanas

A estratégia apresentada no capítulo 0, por sua vez, fornece um roteiro para os construtores produzirem canteiros de obras mais sustentáveis, atentando sempre às

questões ambientais e sociais. A partir desse instrumento, é possível verificar que as ações nos canteiros de obras não podem focar somente um objetivo, por exemplo, a redução da geração de resíduos, é indispensável ponderar o sistema como um todo. A estratégia deixa claro que, para um canteiro de obras ser mais sustentável, é imprescindível que os trabalhadores sejam tratados dentro da legalidade e cidadania, assim como a vizinhança próxima às obras não deve ser demasiadamente prejudicada. O “Perfil de sustentabilidade do canteiro de obras” proposto, que fixa níveis a serem alcançados para as diferentes categorias, é um elemento importante para a comunicação e compreensão das partes interessadas, devendo ser seguido ao longo de toda a etapa de construção do edifício.

2.22. Do cumprimento do objetivo

A análise do conteúdo apresentado permite considerar que este trabalho atendeu aos objetivos propostos. O objetivo delineado - propor práticas a serem adotadas por empreendedores e empresas construtoras e seus subcontratados em seus canteiros de obras, visando a um processo de produção de edifícios mais sustentável em áreas urbanas - foi desenvolvido no capítulo 0 e 0, por meio do detalhamento de diretrizes para cada aspecto ambiental, estudado na seção 0 e pelo desenvolvimento da estratégia para implantação de canteiros de obras mais sustentáveis.

Para atingir o objetivo, foi necessário desenvolver o estudo dos aspectos e impactos ambientais e suas correlações, apresentado na seção 0. O método proposto é genérico, podendo ser aplicado às mais diversas situações, conforme demonstrado no item 2.14, no entanto, neste trabalho, foi delimitado a edifícios em áreas urbanas.

Por fim, de maneira complementar, foi proposta uma estratégia para implantação de um canteiro de obras mais sustentável. Tal ferramenta permite ao interessado investir na melhoria da qualidade ambiental e social do sítio. Vale frisar que a estratégia é inovadora, não existindo similares no Brasil.

2.23. Avanços em relação aos trabalhos anteriormente realizados

Esta pesquisa teve seu início na Matriz A&I, proposta por Degani (2003). Esta matriz correlaciona os aspectos, impactos e macro atividades sob responsabilidade das empresas construtoras de edifícios.

A partir da proposta da matriz, estudos foram desenvolvidos de modo a identificar, de maneira mais detalhada, os aspectos ambientais dos canteiros de obras. Prosseguiu-se, portanto, a elaboração de uma nova matriz de correlação de aspectos e impactos ambientais, assim como a composição do processo de priorização. Em seguida, foram correlacionadas as atividades de produção com os aspectos ambientais.

Considerando as correlações identificadas na matriz, procedeu-se a proposição de diretrizes tecnológicas e gerenciais, visando à gestão mais sustentável de canteiros de obras, assim como a elaboração da estratégia para implantação das ações.

2.24. Recomendações para trabalhos futuros

O presente trabalho não esgota a pesquisa sobre sustentabilidade em canteiros de obras, pelo contrário, é um dos primeiros passos do estudo do tema no Brasil. Dessa forma, são feitas algumas proposições para a continuidade da pesquisa:

- Definição de parâmetros, por meio de cálculos e estudos em campo, para a criação de uma escala para priorização de impactos ambientais aplicada ao Brasil (seção 2.8);
- Elaboração de metodologia de avaliação da sustentabilidade de canteiros de obras. Propõe - se a utilização da estratégia apresentada na seção 0 como base para metodologia, considerando os critérios utilizados para a classificação das ações;

- Cálculo dos custos de cada impacto, no que se refere à quantidade de recursos necessária para a recuperação dos danos causados aos meios físico, antrópico e biótico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A. K. **Serviços públicos urbanos**. Texto Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. TT/PCC/10. 21p. 1995.

ABRAMAT. **Perspectivas da cadeia produtiva frente à expansão do mercado**. São Paulo: ABRAMAT, 2008. 33p

ABRAMAT; FGV (Fundação Getúlio Vargas). **Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais**. São Paulo: ABRAMAT; FGV, 2008. 45p

AGOPYAN, V. *et. al.* **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo, 1998. Relatório Final: v.2. Departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ALFREDINI, et. al. **Condutos Livres**. Notas de Aula do Curso de PHD 2313 Instalações e Equipamentos Hidráulicos I. São Paulo, 2004.

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

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M. **Requisitos para a execução de aterros de resíduos de construção e demolição**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/436. 12 p. 2006.

ARAUJO, V. M.; CARDOSO, F. F. Diretrizes para diminuição de impactos ambientais de canteiros de obras: caso do parque Fazenda Tizo. In: **IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e comunidades sustentáveis – ELECS 2007**. UFMS/ANTAC, Campo Grande, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA COMPLEMENTAR E ESTRATÉGIAS INTEGRATIVAS EM SAÚDE (ABMC). **Biblioteca de Intoxicações**. [s.d.].

Disponível em:

http://medicinacomplementar.com.br/Biblioteca_de_Intoxicacoes.asp. Acesso em 21 de fevereiro de 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5682**: Contratação, Execução e Supervisão de Demolições. Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: identificação para o transporte terrestre, manuseio movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7503**: Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência e envelope - Características, dimensões e preenchimento. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos - Procedimento. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001**: Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

ATLAS AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. (s.d.). Último acesso: 21 de maio de 2006. Disponível em: <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/>

ATLAS GEOGRÁFICO DO BRASIL. Ed. Melhoramento. Versão on-line. Último acesso: 21 de maio de 2006. Disponível em: <http://biblioteca.uol.com.br/atlas/>

AURGENBROE, G.; PEARCE, A. R. Sustainable Construction in the United States of America: a perspective to the year 2010. In: **International Council for Research and innovation in Building and Construction**. CIB-W82 Report, 1998. 32p

BARONI, M. Ambigüidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. **Revista de administração de empresas**. Vol. 32, 1992. p14-24.

BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B.; SHIMIZU, J. Y. (rev). **Serviços Preliminares de Construção e Locação de Obras**. São Paulo. Apostila do curso PCC 2435: Tecnologia da Construção de Edifícios I. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://pcc2435.pcc.usp.br/>

BORGES, H.; MARTINS, A. Migração e Sofrimento Psíquico do Trabalhador da Construção Civil: uma Leitura Psicanalítica. **Revista Saúde Coletiva**. Vol. 14, 2004. p129-146.

BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. N. Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana. In: **Sustentabilidade na geração e uso de energia**. Campinas: 2002.

BRASIL. **Dermatoses ocupacionais**. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BRE - BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT; CAR - CAMBRIDGE ARCHITECTURAL RESEARCH; ECLIPSE RESEARCH CONSULTANTS. **Managing sustainable construction - MaSC. Profiting from sustainability**. CRC Ltd., Londres: 2002. 16p.

BRUNTLAND, G. H. (Editor). **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. Oxford: Oxford University Press. 398pp. 1987.

BURBARELLI, R. C. **Avaliação da qualidade da água subterrânea e microbiologia do solo em área irrigada com efluente de lagoa anaeróbia**. 2004. 114p. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Caixa Econômica Federal. **Formulário da Construção**. Planilha disponível em <http://www1.caixa.gov.br/habitacao/documentoshabitacao/caixa>. s.d. Último acesso em 04 de maio de 2009.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

CARDOSO, F. F. Redução de impactos ambientais dos canteiros de obras: exigências das metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios. In: **XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: A Construção do Futuro** (ENTAC 2006). Florianópolis, 23-25 agosto 2006. ISBN 85-89478-18-1.

CARDOSO, F. F.; ARAÚJO, V. M. **Levantamento do estado da arte: Canteiro de Obras**. Projeto Finep 2386/04: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo, 2007. 38p. Disponível em: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>

CARDOSO NETO, A. **Sistemas urbanos de drenagem**. Florianópolis, Laboratório de Drenagem do Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. 19 p. Documento interno.

CATTANI, A. **Recursos informáticos e telemáticos como suporte para a formação e qualificação de trabalhadores da construção civil**. 2001. 249p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

CIB - THE INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION; UNEP-IETC - UNITED NATIONS PROGRAMME, INTERNACIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE. Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document. **BOUTEK Report nº Bou/E0204**. Pretoria: CIB/UNEP-IETC, 2002.

COMISSÃO INTERNA DE SEGURANÇA QUÍMICA (CISQ). **Ácido clorídrico (concentrado)**. Disponível em: http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/produtos/acido_cloridrico.html. Último acesso em 21 de fevereiro de 2009.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **Água disponível**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/>. Acesso em 25 de fevereiro de 2009. (1)

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **Poluição das águas**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/>. Acesso em 25 de fevereiro de 2009. (2)

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Propriedades do solo**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/solo/propriedades.asp>. Acesso em 25 de fevereiro de 2009. (1)

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB.
Variáveis de qualidade das águas. [s.d.]. Disponível em:
<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em 25 de fevereiro de 2009. (2)

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB.
Relatório de qualidade do ar em São Paulo - 2005. São Paulo: CETESB, 2005.
153p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB.
Relatório de qualidade do ar em São Paulo - 2007. São Paulo: CETESB, 2008.
284p.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 01.**
Brasília, 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 06.**
Brasília, 1988. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 05.**
Brasília, 1989. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 01.**
Brasília, 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. (1)

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 02.**
Brasília, 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama> (2)

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 03.**
Brasília, 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. (3)

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 237.**
Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 307.**
Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 348.**
Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

COSTA, M. F. B.; COSTA, M. A. F. Exposição ocupacional a compostos orgânicos voláteis na indústria naval. **Química nova**, São Paulo, v. 25, n. 3, maio, 2002.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. São Paulo, 2003. 223p. e anexos. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Anuário da qualificação social e profissional**. São Paulo, 2007. 280p.

DIESEL, L.; FLEIG, T. C.; GADOY, L. P. G. **Caracterização das doenças profissionais na atividade de construção civil de Santa Maria - RS**. Disponível em: <http://www.higieneocupacional.com.br/>. s.d.

ENVIRONMENT AGENCY UK. **NetRegs**. Apresenta um guia com boas práticas e como obedecer às leis ambientais. Acesso: 13 de outubro de 2005. Disponível em: <http://www.netregs.gov.uk/netregs/>

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ)**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.epa.gov/iaq/ia-intro.html>. Acesso em 20 de fevereiro de 2009. (1)

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Construction and demolition waste landfills**. 1995. Disponível em: <http://www.epa.gov>.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Mold Resources**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.epa.gov/mold/moldresources.html#Asthma%20and%20Mold>. Acesso em 20 de fevereiro de 2009. (2)

FERREIRA, E. A. M.; FRANCO, L. S. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/210. 20p. 1998.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **7º Seminário da Indústria Brasileira da Construção - ConstruBusiness 2008**. São Paulo: 1 de dezembro de 2008. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/deconcic>. Acesso em: 26 de janeiro de 2009.

FLORES, U. Inovações, trabalho e educação na construção civil. In: **VI Seminário do Trabalho Trabalho Economia e Educação no Século XXI**, 2008, Marília. VI Seminário do Trabalho, Economia e Educação no Século XXI. Marília: UNESP, 2008

GANGOLELLS, M.; CASALS, M.; GASSÓ, S.; FORCADA, N.; ROCA, X.; FUERTES, A. A methodology for predicting the severity of environmental impacts related to the construction process of residential buildings. **Building and Environment**. V.44. p558-571. 2009

GEOGRAPHYALLTHEWAY. Ecosystem. [s.d.]. Disponível em: http://www.geographyalltheway.com/ib_geography/ib_ecosystems/imagesetc/simple_ecosystem.gif. Acesso em: 27 de fevereiro de 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOODLAND, Robert. The concept of environmental sustainability. **Annual Review of Ecology and Systematics**. Vol. 26, 1995, p 1-24.

GOODLAND, R.; DALY, H. Environmental sustainability: universal and non-negotiable. **Ecological Applications**. Vol. 6, nº4, 1996, p 1002-1017.

HERNANDES, F. S., GONZALEZ, E. F., JUNGLES, A. E.; OLIVEIRA, R. Fatores que Desmotivam o Trabalhador na Construção Civil. In: **IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2002, Foz do Iguaçu. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu: ENTAC 2002.

HOUAISS A., VILLAR M. S., FRANCO F. M. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva; 2001. Disponível online em: <http://educacao.uol.com.br/dicionarios/>

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. **Portaria Normativa nº 348** de 14 de março de 1990. Brasília, 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Último acesso em: 07 de junho de 2009.

IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **World Conservation Strategy: Living resources conservation for Sustainable Development**. IUCN, 1980.

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

JOHN, V.M. On the sustainability of concrete. **UNEP Industry and Environment**, Paris, v. 26, n. 2-3, p. 62-63, abril 2003.
Disponível em: <http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. **Levantamento do estado da arte: Seleção de materiais**. Projeto Finep 2386/04: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo, 2007. 58p. Disponível em: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>

JOHN, V. M. ; SILVA, V. G. ; AGOPYAN, V. Agenda 21: Uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: **II Encontro nacional e I encontro latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis**, 2001, Canela. II Encontro nacional e I Encontro Latino Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Porto Alegre : ANTAC, 2001. p. 91-98.

JULIEN, P. Y. **Erosion and sedimentation**. Edition: reprint, illustrated. Cambridge, Cambridge University Press, 1998. 280p.

JÚNIOR, N. B. C. (coord). **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. SINDUSCON-MG. 2005. 38p.

LAMBERTS, R..; TRIANA, M. A. **Levantamento do estado da arte: Energia**. Projeto Finep 2386/04: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo, 2007. 94p. Disponível em: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>

LIMPURB - Departamento de Limpeza Urbana. **Cadastro de empresas que prestam serviços de coleta e transporte de resíduos de construção civil**. s.d.Disponível em: <http://www.limpurb.sp.gov.br>. Acesso em 24 de março de 2009.

MACHADO, A.; FERRARESI, J. C. Cuidados garantem proteção contra rasgos de telas e ruptura de cordas. **Techné**. nº 146, 2009.

MACIEL, A. A.; FORD, B.; LAMBERTS, R. Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design—The example of best practices. **Building and Environment**. Vol. 42, 2007, p 3762 - 3773.

MAIA, A. C.; SOUZA, U. E. L. **Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios: fase criativa**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/338. 20p. 2003.

MARCONDES, F. C. S. **Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil - estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado**. São Paulo, 2007. 364p.. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Administrativo Brasileiro**. Editora Malheiros: São Paulo, 1993.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 294p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, 2002. Disponível em <http://www.mte.gov.br>.

NICOLAU, I. **O conceito de estratégia**. Working Paper 1-01, Portugal, INDEG/ISCTE, 17p. 2001. Disponível em: <http://ee.dcg.eq.iscte.pt/>.

NOGUEIRA, D. P. et al. Asbestose no Brasil: um risco ignorado. **Revista de saúde pública**, São Paulo, n.9, p: 427-432, 1975.

OLIVEIRA, C. S. P. . As principais características da mão-de-obra da construção civil que interferem na filosofia da qualidade.. In: **17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção / ENEGEP 97**, 1997, Porto Alegre. 17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção / ENEGEP 97. Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 1997.

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. 473p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 218p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P. (coord). **Gestão Ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP**. SINDUSCON-SP. São Paulo, 2005. 48p.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R.(coord). **Guia Profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CREA-SP - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R.(coord). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2005.

PULASKI, Michael H. (ed.). **Field guide for sustainable construction**. Washington: Pentagon Renovation and Construction Program Office, June 2004, 312p.

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

RODRIGUES, J. F.; MARTINI, R. R.; SERINI, P. J. A. Hidreletricidade no Brasil: o que aconteceu com o nosso modelo?. **4º Encontro de energia no meio rural** (GRENER), 2002, Campinas, 2002.

ROSA, A. H.; VAZ, S. S. **Solo impermeável, população vulnerável**. 2004. Disponível em: <http://www.sorocaba.unesp.br/noticias/artigos/?a=24>. Acesso em 21 de fevereiro de 2009.

SABBATINI et. al. Slides de aula de PCC 2435. 2007. Disponível em: <http://pcc2435.pcc.usp.br>. Acesso em: 01 de março de 2009.

SALA, O. E.; CHAPIN III, S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M.; WALL, D. H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**. Vol. 287, 2000, p1770 – 1774.

SÁNCHEZ, L. H. **Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SANTANA, V.S.; OLIVEIRA, R. P.. Saúde e trabalho na construção civil em uma área urbana do Brasil. **Caderno de saúde pública**, Rio de Janeiro, v.20, n.3, p797-811, 2004.

SANTOS, A. M. A. **Exposição Ocupacional a Poeiras em Marmorarias: Tamanhos de Partículas Característicos**. 2005. 150p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SÃO PAULO (ESTADO). **Decreto Estadual nº 8.468** de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. São Paulo, 1976.

SÃO PAULO (ESTADO). **Decreto nº 50.597** de 27 de março de 2006. Cria o Parque Urbano de Conservação Ambiental e Lazer em área localizada nos Municípios de São Paulo, Cotia e Osasco e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/>. São Paulo, 2006.

SAURIN, T. A. **Segurança e produção: um modelo para o planejamento e controle integrado**. 2002. 313p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SCHMIDT, C. A.; LIMA, M. A. M. **A demanda por energia elétrica no Brasil**. REVISTA BRASILEIRA DE ECONOMIA, Rio de Janeiro, v.58, n.1, 2004.

SESI - Serviço Social da Indústria. **Perfil do trabalhador formal brasileiro**. 2ed, rev. ampl. Brasília: SESI/IN, 2005 146p.

SIGRH – Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Servidor de Mapas. (s.d.) Último acesso: 21 de maio de 2006. Disponível em: <http://mapas.sigrh.sp.gov.br:8888/sigrh.php>

SILVA, G. S. **Programas Permanentes de Uso Racional da Água em Campi Universitários: O Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2004. 482p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 2v.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 210 pp. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003

SILVEIRA, C. A.; ROBAZZI, M. L. C.; WALTER, E. V.; MARZIALE, M. H. P. Acidentes de trabalho na construção civil identificados através de prontuários hospitalares. **Revista Escola de Minas**. vol. 58, 2005. p39-44.

SOUZA, U. E. L. **Como Reduzir Perdas nos Canteiros - Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil**. São Paulo, Editora Pini; 2005. 128p.

SOUZA, U. E. L.; DEANA, D. F. **Levantamento do estado da arte: Consumo de materiais**. Projeto Finep 2386/04: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo, 2007. 43p.
Disponível em: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S.; PALIARI, J. C.; CARRARO, F. **Recomendações gerais quanto à localização e tamanho dos elementos do canteiro de obras**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/178. 24p. 1997.

VIANA, M. J.; et. al. **Instalações elétricas temporárias em canteiros de obras**. São Paulo, Fundacentro, 2007.44 p.

WILKINS, B. New technology for remote-controlled demolition. **International Construction**. 2009. Disponível em: <http://www.khl.com/>. Acesso em: 24 de março de 2009.

XIMENES, G. M.; MAINIER, F. B. Programas de proteção de saúde e segurança de exposição às vibrações. In: **XXV Encontro nacional de engenharia de produção** (ENEGEP 2005), 2005, Porto Alegre: 2005.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Roteiro para entrevista utilizado durante as visitas em empresas construtoras e canteiros de obras

ROTEIRO PARA ENTREVISTA

- Por que vocês optaram pela utilização de tecnologias mais sustentáveis?
 - Como iniciou o processo de implantação das ações mais sustentáveis?
 - Quais são as ações mais sustentáveis empregadas no canteiro de obras?
 - Discussão sobre cada técnica
 - Quais são os próximos passos?
-