VIVIANE MIRANDA ARAÚJO FIORANI

**COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DE CANTEIROS DE OBRAS EM AMBIENTES
URBANOS: UM FOCO NO MEIO ANTRÓPICO**

São Paulo

2016

VIVIANE MIRANDA ARAÚJO FIORANI

**COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DE CANTEIROS DE OBRAS EM AMBIENTES
URBANOS: UM FOCO NO MEIO ANTRÓPICO**

**Tese de Doutorado apresentada à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo**

**São Paulo
2016**

VIVIANE MIRANDA ARAÚJO FIORANI

**COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DE CANTEIROS DE OBRAS EM AMBIENTES
URBANOS: UM FOCO NO MEIO ANTRÓPICO**

**Tese de Doutorado apresentada à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo**

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

**Orientador: Prof. Dr. Vahan
Agopyan**

**São Paulo
2016**

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

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Fiorani, Viviane Miranda Araujo

Compensação ambiental de canteiros de obras em ambientes urbanos:
um foco no meio antrópico / V. M. A. Fiorani -- versão corr. -- São Paulo, 2016.
237 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.sustentabilidade 2.canteiro de obras 3.impactos ambientais 4.construção
civil 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 amados filhos.*

Agradecimentos

Aos meus pais, por estarem sempre presentes, pela compreensão, por toda ajuda pessoal e profissional, pelo carinho e confiança. Sem vocês não seria possível concretizar tudo o que eu já fiz.

Ao meu irmão, pela diferença que faz na minha vida.

Ao meu marido Lucas, que, há 16 anos, está ao meu lado me apoiando e me incentivando em desafios e conquistas pessoais e profissionais. Sem sua presença, muitas coisas não seriam possíveis.

Aos meus avós, pelo exemplo de dignidade, moral, trabalho e sabedoria. Deixaram valorosas lições, nunca desistindo, mesmo nos momentos mais difíceis.

A todos os meus tios, pelo carinho e pelos exemplos de perseverança.

Aos meus sogros, por estarem sempre dispostos a me ajudar, em especial com as crianças.

Ao Professor Vahan, por ter me acolhido e confiado em mim. Pela ajuda em diversos momentos durante o doutorado, pelo apoio na elaboração da pesquisa e compreensão nos momentos de dificuldades. Pela paciência. Por entender minhas escolhas pessoais, e me incentivar nos momentos mais importantes da minha vida: quando tive meus três filhos. Deixo expresso todo meu respeito e admiração.

Ao Professor Francisco, meu orientador durante o mestrado, pelo auxílio no início do doutorado, e por outras tantas oportunidades.

Aos Professores Luís Enrique Sánchez e Marcelo Pereira de Souza, pela participação na minha qualificação, com sugestões e críticas valiosas.

À Escola Politécnica, pela infraestrutura e oportunidade desde a graduação.

Aos que me auxiliaram durante a pesquisa: Prof. Claudio Tavares de Alencar, Prof. Vanderley John, Prof. Jaime Marzionna, Prof. Claudio Barbieri, Dr. José Roberto Nalini e Wilson Hildebrando do DEPAVE, Carlos Roberto Fortner (SVMA) e Marcelo Arreguy Barbosa (DERSA). Um agradecimento especial ao Engenheiro Maurício Bernardes, a quem sempre recorro, e quem sempre me atende.

À Monica, por me ajudar de diversas formas, em especial no fim do doutorado. Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Construção Civil - PCC e da pós-graduação, que sempre estiveram disponíveis para me auxiliar em diversas situações, em especial à Janete, Gessi, Eliany e Wandréa.

Aos alunos do Poli-integra, pelo auxílio com os questionários.

Aos professores do TGP e PPGECC, pois, mesmo estando mais distante durante o doutorado, suas palavras e lições durante todos esses anos foram essenciais para eu chegar a este ponto.

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

À FAPESP, pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos (Processo 2010/08667-6).

*Gostaria que você soubesse que
existe dentro de si uma força capaz
de mudar sua vida, basta que lute e
aguarde um novo amanhecer*

Margaret Thatcher

RESUMO

O alcance do desenvolvimento sustentável, envolvendo as dimensões ambiental, social e econômica, é um desafio reconhecido mundialmente, sendo a construção sustentável uma condição essencial para o seu cumprimento. Dessa forma, uma importante ação é a diminuição dos impactos ambientais da construção civil, com a implantação de políticas voltadas à redução na sua própria geração. Observa-se, porém, que nem sempre os impactos podem ser reduzidos na origem. Sugere-se, assim, a adoção de medidas compensatórias que contrabalanceiem os prejuízos gerados, de modo a reestabelecer as condições ambientais existentes antes dos impactos. O objetivo desta pesquisa, portanto, é a elaboração de uma proposta para a compensação dos impactos ambientais de canteiros de obras de edifícios em áreas urbanas, observando o meio antrópico. O estudo é conduzido em duas etapas: embasamento teórico, que envolve revisão bibliográfica nacional e internacional; e elaboração da proposta para a compensação ambiental. Esta tese apresenta um método de cálculo composto por quatro indicadores: ruídos, emissão de material particulado, danos a bens edificados e ocupação da via pública. Esses, por meio da adoção de Fatores de Ponderação, têm sua relevância graduada de acordo com o meio ambiente em que o canteiro está inserido. Tais fatores são calculados com o auxílio de questionários formulados para identificar as necessidades locais e aplicados à vizinhança da obra. Por fim, o cálculo resulta em um valor que, variando de 0 a 10, determina o grau de compensação necessário para cada obra. Discute-se, então, as maneiras de transformar o valor calculado em uma compensação efetiva, assim como formas de realizar a fiscalização de sua implantação.

Palavras-chave: sustentabilidade da construção, compensação ambiental, indicadores ambientais, canteiro de obras, impactos ambientais.

ABSTRACT

The success of sustainable development, universally recognized regarding the economic, environmental and social limitations it incorporates, is primarily dependent on sustainable construction. Being so, the reduction of environmental impacts by implementing effective policies during initial construction operations becomes all important, although not always possible. Compensatory measures are therefore proposed to minimize and counterbalance the losses incurred and restore the environmental conditions existing prior to impact. In concurrence, this research aims to elaborate a course of action which will compensate for impacts produced at building construction sites in urban areas by strict observance of the anthropic environment. This study comprises two phases: a theoretical basis covering a review of national and international references; and the elaboration of a proposal for environmental compensation. Also presented is a method of calculation using four indicators: noises, particulate matter emissions, damage to buildings and the utilization of public streets. Weighed factors, considering building site location, are used to give a graduated relevance to each indicator. These factors are calculated with the aid of questionnaires that seek to identify local necessities and applied to the neighborhood surrounding the site. As a result, the method produces a value ranging from 0 to 10 which determines the degree of compensation each project warrants. This calculated value is then discussed, with the objective of transforming it into effective compensation and discovering ways of supervising its implementation

Keywords: sustainable construction, environmental compensation, environmental indicators, building sites, environmental impacts

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Elementos que compõem os canteiros de obras. Fonte: Souza et. al (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 - Aspectos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: adaptado de Degani (2003).	23
Quadro 2.5 - Impactos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: adaptado de Degani (2003).	24
Quadro 3.1 - Principais impactos e as compensações requerida para dez propostas submetidas a análise na Austrália. Adaptado de Middle e Middle (2010)	47
Quadro 3.2. - Quadro resumo com as rodovias holandesas cuja construção ou reconstrução foi objeto de um plano de compensação ambiental. Adaptado de Cuperus et al. (2002).	50
Quadro 3.3. Efeitos da reconstrução da rodovia holandesa A50 no meio ambiente. Fonte: Adaptado de Cuperus, Canters e Annette (1996).	52
Quadro 3.4. Efeitos da reconstrução da rodovia holandesa A 50 e a relação entre mitigação e compensação. Fonte: Adaptado de Cuperus, Canters e Annette (1996).	53
Quadro 3.5 - Tipos de efeitos relacionados aos tipos de compensação e grupos de espécies utilizadas como indicadores de impacto à natureza no cálculo da compensação ambiental da rodovia holandesa A 50. Adaptado de Cuperus, Canters e Annette (1996).	53
Quadro 3.6 - Resumo das medidas para compensação ambiental propostas para rodovias suecas. Fonte: Adaptado de Rundcrantz (2006).	60
Quadro 3.7 - Indicadores constituintes da metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	76
Quadro 3.8 - Índice de número de fitofisionomias, usado na metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	77
Quadro 3.9 - Classificação de porte e potencial degradado - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	78

Quadro 3.10 - Indicador Ambiental Bioma - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	79
Quadro 3.11 - Valor para o Indicador Áreas Prioritárias para a Conservação - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	80
Quadro 3.12 - Valores para o Comprometimento - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	81
Quadro 3.13 - Indicador Complementar: Influência em Unidade de Conservação - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	83
Quadro 3.14 - Ponderação dos Indicadores Ambientais - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	84
Quadro 3.15 - Índice Magnitude, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).	86
Quadro 3.16 - Índice Biodiversidade, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).	87
Quadro 3.17 - Índice Abrangência, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).	87
Quadro 3.18 - Índice Temporalidade, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).	88
Quadro 3.19 - Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).	88
Quadro 3.20 - Influência em Unidades de Conservação, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).	90
Quadro 3.21 - Fatores para compensação ambiental, estabelecidos pela Resolução SMA nº 56 de 2006. Fonte: São Paulo (município) (2006).	92
Quadro 3.22 - Fator de compensação para árvores transplantadas. Fonte: São Paulo (município) (2010).	95
Quadro 3.23 - Fator de compensação para corte de árvores. Fonte: São Paulo (município) (2010).	96

Quadro 3.24 - Fator Multiplicador para cálculo da compensação. Fonte: São Paulo (município) (2010).	96
Quadro 3.25 - Fator Redutor Fr3 para cálculo da compensação. Fonte: São Paulo (município) (2010).	97
Quadro 3.26 - Possíveis impactos da ampliação do Terminal Logístico Fernão Dias (PÖYRY TECNOLOGIA LTDA, 2011).....	103
Quadro 3.27 - Programas de Acompanhamento e Monitoramento de Impactos da ampliação do Terminal Logístico Fernão Dias (PÖYRY TECNOLOGIA LTDA, 2011)	104
Quadro 3.28 – Síntese dos impactos socioambientais decorrentes do prolongamento da Linha 2 do Metrô e as medidas a serem adotadas, de maneira a diminuir as interferências negativas	108
Quadro 3.29 – Programa Socioambientais propostos para o prolongamento da Linha 2	109
Quadro 3.30 - Resumo dos impactos ambientais negativos causados pela Nova Marginal Tietê e a compensação ambiental realizada	114
Quadro 3.31 - Impactos potencialmente gerados pelas obras do Trecho Sul do Rodoanel. Os itens em itálico são os referentes à fase construtiva. Fonte: FESPSP (2004) (a).....	119
Quadro 3.32 -Programas Ambientais propostos pelo EIA do Trecho Sul do Rodoanel. Fonte: FESPSP (2004) (a)	119
Quadro 3.33 - Impactos Potenciais, Programas Ambientais relacionados e medidas compensatórias do Trecho Sul do Rodoanel. Fonte: Adaptado de FESPSP (2004) (a)	120
Quadro 3.34 - Medidas compensatórias pertencentes ao Programa P 2.10 - Gerenciamento da Implantação do Paisagismo e dos Plantios Compensatórios. Fonte: FESPSP (2004) (a)	121
Quadro 3.35 - Medidas compensatórias pertencentes ao Programa P 2.13 - Criação e Apoio a Unidades de Conservação. Fonte: FESPSP (2004) (a)	122
Quadro 3.36 - Parques a serem criados ou apoiados como medidas de compensação ambiental. Fonte: São Paulo (estado) (2011).....	123
Quadro 3.37 - Resumo dos gastos com medidas compensatórias e mitigatórias no Rodoanel Trecho Sul. Fonte: dados retirados de SMA (s.d.) e : São Paulo (estado) (2011).....	124

Quadro 3.38 - Síntese dos casos apresentados nos itens 3.2 e 3.3.	131
Quadro 4.1 - Impactos excluídos e selecionados para definição dos temas dos indicadores.....	138
Quadro 4.2 - Temas remanescentes após a exclusão de impactos não representativos para os meios urbanos.....	139
Quadro 4.3 - Exclusão temas concernentes aos impactos que não interferem diretamente na vizinhança e nos trabalhadores.....	140
Quadro 4.4 - Temas remanescentes após a exclusão de impactos que não interferem diretamente na vizinhança e trabalhadores.....	141
Quadro 4.5 - Exclusão de impactos que não interferem diretamente na vizinhança e trabalhadores.	142
Quadro 4.6 - Temas remanescentes após a exclusão de impactos que não interferem diretamente na vizinhança e trabalhadores.....	142
Quadro 4.7 - Resultado do questionário de seleção de indicadores	144
Quadro 4.8 - Indicadores que compõem o cálculo da compensação ambiental. Fonte: a autora.	145
Quadro 4.9 - Níveis de Pressão Sonora aceitáveis para ambientes externos indicados pela NBR 10151 (Fonte: ABNT NBR 10151, 2000).....	147
Quadro 4.10 - Limites de tolerância para ruído contínuo segundo a NR 15 (Fonte: MTE, 1978).....	148
Quadro 4.11 - Valores de limites de tolerância para ruído em diferentes países. Fontes: MTE (1978), INRS (s.d.), HSE (s.d.), CCOHS(s.d.),OSHA (s.d.), DANGEROUS DECIBELS (s.d.)	148
Quadro 4.12 - Quadro resumo do procedimento para a determinação do indicador I1. Fonte: a autora	149
Quadro 4.13 - Resumo das condições de ocupação da via pública para cálculo do Indicador I2.....	150
Quadro 4.14 - Coeficiente de depreciação segundo Heidecke. Fonte: IBAPE-SP (2002).....	152
Quadro 4.15 – Características do Material Particulado e seus efeitos ao meio ambiente e seres humanos. Adaptado de CETESB (s.d.).	154
Quadro 4.16 - Qualidade do ar e feitos à saúde. Fonte: CETESB (s.d. (2)).....	159
Quadro 4.17 - Categoria do canteiro e valor de I4 correspondente. Fonte: a autora	160

Quadro 4.18 – Processo para cálculo dos fatores de ponderação. Fonte: a autora	161
Quadro 4.19 - vizinhança a ser consultada para definir os fatores de ponderação para cálculo da compensação ambiental. Fonte: a autora	162
Quadro 4.20- População (N) e respectiva amostra (n). Fonte: extraído de (KREJCIE; MORGAN, 1970)	163
Quadro 4.21 - Modelo de planilha a ser utilizada para calcular os fatores de ponderação	166
Quadro 4.22 - Características dos fatores de ponderação	167
Quadro 5.1 - Fatores de ponderação estimados para uso no exemplo.....	173
Quadro 5.2 - Configuração de uso de equipamentos e respectiva pressão sonora equivalente. Fonte: Dados de pressão sonora equivalente extraídos de Maia (2005).	173
Quadro 5.3 - valores estimados para o cálculo do indicador I4. Fonte: a autora.....	176
Quadro 5.6 - Índices de qualidade do ar referentes ao MP ₁₀ divulgados pela Cetesb. Fonte: dados extraídos do site da Cetesb	178

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1- Representação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil. Fonte: (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015).....	16
Gráfico 2.2 - Distribuição setorial dos trabalhadores formais, Brasil - 2013. Fonte:DEPECON (2014).	17
Gráfico 3.1 - Área de pântanos que obtiveram autorização para sofrer impactos e as respectivas mitigações, por ano. Fonte: IWR (2015).....	36
Gráfico 3.2 - Extensão da área destinada para a compensação mitigatória em função de cada tipo de medida. Fonte: Adaptado de IWR (2015).	36
Gráfico 3.3 - Extensão da área destinada para a compensação mitigatória em função de cada tipo de mecanismo de compensação. Fonte: IWR (2015).....	37
Gráfico 4.1 - Resultado do questionário: Frequência e magnitude dos aspectos ambientais. Fonte: a autora.....	144
Gráfico 4.2 - População (N) e respectiva amostra (n). Fonte: extraído de (KREJCIE; MORGAN, 1970).....	164

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Participação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil na geração de empregos. Fonte: (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015)	16
Tabela 2.2 – Taxa de formalidade por Setores da Economia Brasileira em 2013. Fonte: DEPECON (2014)	17
Tabela 2.3 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras. Principais fontes: Degani (2003), NIEA; SEPA (s.d.) e Pulaski (2004). Continua.....	28
Tabela 2.4 - Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras. Principais fontes: Degani (2003), NIEA; SEPA (s.d.) e Pulaski (2004)e Sabbatini et. al. (2007)	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Ciclo de vida de um edifício genérico. Fonte: a autora	4
Figura 1.2 - Representação do conceito de compensação ambiental. Fonte: a autora	7
Figura 1.3 - Representação esquemática das etapas de desenvolvimento da pesquisa	11
Figura 2.1 - Planta da Cadeia da Construção. Fonte: Abramam e FGV Projetos (2015)	15
Figura 2.2- Representação esquemática do estudo dos aspectos e impactos ambientais (ARAÚJO, 2009).	25
Figura 2.3 - Esquema representativo do estudo dos aspectos e impactos ambientais (ARAÚJO, 2009)	25
Figura 3.1 - Representação da compensação ambiental como instrumento a ser utilizado depois de se evitar e reduzir os impactos ambientais. Fonte: a autora.....	32
Figura 3.2 - Representação da compensação ambiental como instrumento de ressarcimento pelos efeitos de impactos ambientais não mitigáveis. Fonte: a autora	33
Figura 3.3- Resumo do processo decisório para utilização de compensação ambiental na Austrália. Adaptado de EPA (2006).	44
Figura 3.4 - Grupos de indicadores estruturantes da metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	75
Figura 3.5 - Hierarquização dos biomas brasileiros - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).	79
Figura 3.6 - Mapa síntese das áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Fonte: IBAMA (2005).	80
Figura 3.7 - Esquema para determinação do valor do Indicador Espécies Ameaçadas - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005)	82
Figura 3.8 - Imagem de satélite indicando o local do Atual terminal de Cargas e a região envolvida no projeto de ampliação. Fonte: Pöyry Tecnologia Ltda (2011). ..	100
Figura 3.9 - Foto de satélite indicando o projeto de ampliação do Terminal de Cargas Fernão Dias. Fonte: Pöyry Tecnologia Ltda. (2011).	101

Figura 3.10 - Representação dos três trechos do prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô. Fonte: adaptado de Prime Engenharia (2010)	106
Figura 3.11 - Representação do prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô - Trecho: Oratório a Cidade Tiradentes. Fonte: adaptado de Prime Engenharia (2010).	106
Figura 3.12 - Fotos da Marginal Tietê antes e depois da implantação da Nova Marginal. As setas nas fotos indicam os mesmos locais, em vistas diferentes. Fontes: citadas junto às fotos.....	113
Figura 3.13 - Esquema representativo do Rodoanel de São Paulo. Fonte: Portal R7 (2009).....	115
Figura 4.1 - Síntese da proposta preliminar para compensação ambiental de canteiros de obras. Fonte: a autora	133
Figura 4.2 - Esquema representativo das etapas para seleção dos indicadores. Fonte: a autora	137
Figura 4.3- Representação dos indicadores selecionados após análise e por meio dos questionários. Fonte: a autora.....	145
Figura 4.4 - Categoria do canteiro de obras. Fonte: a autora.....	158
Figura 4.5 - Categoria do canteiro e valor de I_4 correspondente	160
Figura 5.1 - Representação da localização do edifício e vizinhança propostos como exemplo de aplicação da pesquisa. Fonte: a autora	172
Figura 5.2 - Ocupação da frente do canteiro de obras. Fonte: a autora.....	174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CETESB	A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIB	The International Council for Research and Innovation in Building and Construction
CWA	Clean Water Act
DEPAVE	Departamento de Parques e Áreas Verdes do Município de São Paulo
DERSA	Desenvolvimento Rodoviário S/A
EIVI	Estudo de Impacto de Vizinhança
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
EPA	Environmental Protection Authority (Australia)
EPBC Act	Environment Protection and Biodiversity Conservation Act
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FEMA	Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUCN	International Union for Conservation of Nature
NEPA	National Environmental Policy Act
PIB	Produto Interno Bruto
PMSP	Prefeitura do Município de São Paulo
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PTS	Partículas totais em suspensão
REMEDE	Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage in the EU
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RIVI	Relatório de Impacto de Vizinhança
SMA	Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SVMA	Secretaria do Verde e Meio Ambiente do município de São Paulo
TAC	Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta Ambiental
TCA	Termo de Compromisso Ambiental
TCCA	Termo de Compromisso de Compensação Ambiental
TCRA	Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental
USACE	US Army Corps of Engineers

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização e justificativa	1
1.2. Objetivo da pesquisa.....	9
1.3. Âmbito da pesquisa.....	10
1.4. Metodologia da pesquisa	10
1.4.1. <i>Etapas 1: Embasamento teórico</i>	<i>11</i>
1.4.2. <i>Etapas 2: Elaboração da proposta de compensação ambiental de canteiro de obras</i>	<i>12</i>
1.5. Estruturação do trabalho	12
2. A CONSTRUÇÃO CIVIL E A SUSTENTABILIDADE.....	14
2.1. Introdução	14
2.2. Panorama do setor	14
2.3. Etapas de execução de Obras	18
2.4. Sustentabilidade no canteiro de obras.....	21
2.4.1. <i>Conceitos</i>	<i>21</i>
2.4.1.1. <i>Meio Ambiente</i>	<i>21</i>
2.4.1.2. <i>Aspecto ambiental.....</i>	<i>22</i>
2.4.1.3. <i>Impacto ambiental</i>	<i>22</i>
2.4.2. <i>Correlação entre aspectos e impactos ambientais.....</i>	<i>25</i>
2.5. Considerações sobre o capítulo	26
3. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL.....	31
3.1. Introdução	31
3.1.1. <i>Resumo do capítulo</i>	<i>31</i>
3.1.2. <i>Conceituação</i>	<i>31</i>
3.1.2.1. <i>Compensação ambiental</i>	<i>32</i>
3.1.2.2. <i>O conceito “no net loss” ou “sem perdas líquidas”</i>	<i>33</i>
3.2. A abordagem internacional	34
3.2.1. <i>Estados Unidos - Lei da Água Limpa, seção 404.....</i>	<i>34</i>
3.2.1.1. <i>Método para compensação ambiental.....</i>	<i>35</i>

3.2.1.2. Resultados obtidos	38
3.2.1.3. Considerações sobre o exemplo.....	39
<i>3.2.2. Austrália</i>	<i>40</i>
3.2.2.1. Método para compensação ambiental.....	41
3.2.2.2. Resultados obtidos	46
3.2.2.3. Considerações sobre o exemplo.....	48
<i>3.2.3. União Europeia</i>	<i>49</i>
3.2.3.1. Holanda - Rodovia A50 Eindhoven-Oss	50
3.2.3.1.1. Método proposto para determinação da compensação ambiental....	51
3.2.3.1.2. Resultados obtidos	54
3.2.3.1.3. Considerações sobre o exemplo	55
3.2.3.2. Reino Unido - Barragem da baía de Cardiff.....	56
3.2.3.2.1. Compensação ambiental	57
3.2.3.2.2. Considerações sobre o exemplo	58
3.2.3.3. Suécia - Planejamento Rodoviário	59
3.2.3.3.1. Método para compensação ambiental e resultados obtidos.....	59
3.2.3.3.2. Considerações sobre o exemplo	61
3.3. A compensação ambiental no Brasil	61
<i>3.3.1. Legislação.....</i>	<i>61</i>
3.3.1.1. Leis	61
3.3.1.1.1. Federal.....	61
3.3.1.1.2. Estado de São Paulo	63
3.3.1.1.3. Município de São Paulo	65
3.3.1.2. Métodos para compensação ambiental.....	74
3.3.1.2.1. IBAMA - Cálculo do grau de impacto de empreendimentos terrestres	74
3.3.1.2.1.1. Método de cálculo	75
3.3.1.2.1.2. Considerações sobre o método.....	85
3.3.1.2.2. Decreto Federal nº 6.848 de 14 de maio de 2009	86
3.3.1.2.2.1. Método de cálculo	86
3.3.1.2.2.2. Considerações sobre o método.....	91
3.3.1.2.3. Resolução Secretaria do Meio Ambiente (SMA) nº 56, de 27 de	
dezembro de 2006 (Estado de São Paulo).....	91

3.3.1.2.3.1. Método de cálculo	92
3.3.1.2.3.2. Considerações sobre o método	92
3.3.1.2.4. Decreto Municipal nº 47.145, de 29 de março de 2006 (Município de São Paulo)	93
3.3.1.2.4.1. Método de cálculo	93
3.3.1.2.4.2. Considerações sobre o método	93
3.3.1.2.5. Portaria da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA) nº44, de 3 de junho de 2010 (Município de São Paulo)	94
3.3.1.2.5.1. Método de cálculo	94
3.3.1.2.5.2. Considerações sobre o método	98
3.3.1.3. Considerações sobre a legislação voltada à compensação ambiental no Brasil.....	98
3.3.2. <i>Exemplos de compensação ambiental na região metropolitana de São Paulo</i> 99	
3.3.2.1. Complexo Logístico Fernão Dias	99
3.3.2.1.1. O empreendimento e as questões ambientais.....	100
3.3.2.1.2. Considerações.....	103
3.3.2.2. Prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô - Trecho: Oratório a Cidade Tiradentes	105
3.3.2.2.1. O empreendimento e as questões ambientais.....	105
3.3.2.2.2. Considerações.....	111
3.3.2.3. Projeto Nova Marginal Tietê	111
3.3.2.3.1. O empreendimento e as questões ambientais.....	111
3.3.2.3.2. Considerações.....	114
3.3.2.4. Rodoanel - Trecho Sul Modificado.....	115
3.3.2.4.1. Descrição do empreendimento	115
3.3.2.4.2. Questões ambientais	116
3.3.2.4.3. Compensação ambiental do Rodoanel trecho Sul	121
3.3.2.4.4. Considerações.....	124
3.4. Considerações sobre o capítulo	125
4. PROPOSTA PARA COMPENSAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE CANTEIROS DE OBRAS	132
4.1. Introdução	132

4.1.1. <i>Âmbito da proposta</i>	132
4.2. Método para compensação ambiental de canteiros de obras	132
4.2.1. <i>Cálculo da compensação ambiental</i>	135
4.2.1.1. Formulação de indicadores	135
4.2.1.1.1. Seleção dos temas dos indicadores	136
4.2.1.2. Indicadores para compensação ambiental	145
4.2.1.2.1. Indicador 1 (I1): Emissão de ruídos	146
4.2.1.2.2. Indicador 2 (I2): Ocupação da via pública	149
4.2.1.2.3. Indicador 3 (I3): Danos às edificações vizinhas	151
4.2.1.2.4. Indicador 4 (I4): Emissão de Material Particulado	154
4.2.1.3. Ponderação dos indicadores	160
4.2.2. <i>Aplicação e fiscalização</i>	168
4.3. Considerações	169
5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	171
5.1. Introdução	171
5.2. Descrição do canteiro e vizinhança	171
5.3. Aplicação do método	172
5.3.1. <i>Fatores de Ponderação</i>	172
5.3.2. <i>Indicador 1 (I1): Emissão de ruídos</i>	173
5.3.3. <i>Indicador 2 (I2): Ocupação da via pública</i>	174
5.3.4. <i>Indicador 3 (I3): Danos às edificações vizinhas</i>	175
5.3.5. <i>Indicador 4 (I4): Emissão de Material Particulado</i>	176
5.3.6. <i>Cálculo da compensação</i>	179
5.4. Considerações	180
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	182
6.1. Conclusões	182
6.2. Pesquisas futuras	186
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	188
APÊNDICE 1	200
APÊNDICE 2	206
APÊNDICE 3	208

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e justificativa

Ao longo dos últimos anos, o meio ambiente tem suportado as interferências impostas pelo crescimento da população e da economia mundial. Até 2050, a população do planeta, que em 2000 era estimada em seis bilhões de pessoas, pode chegar a nove bilhões, o que aumenta o potencial de produção de danos irreparáveis ao meio ambiente e torna a sustentabilidade um desafio de todos (ANNAN, 2000). Esse assunto é amplamente reconhecido pelos líderes mundiais, sendo comumente discutido por jornalistas, cientistas, professores, estudantes e cidadãos de inúmeros países. Um exemplo é a última Cúpula do Clima (COP-21), que aconteceu em Paris em dezembro de 2015. Ali, líderes mundiais e movimentos sociais se encontraram para discutir maneiras de interromper o aquecimento global. A vertente mais aceita é a de que a sustentabilidade engloba as dimensões ambiental, social e econômica, sendo necessário haver um equilíbrio entre elas (IUCN, 2006).

A sustentabilidade é um objetivo exequível apenas quando todas as áreas da sociedade cooperarem para o cumprimento das demandas associadas. Uma resposta eficaz a esse desafio implica na contribuição das diversas áreas da atividade humana. Logo, sem a participação dos diferentes setores, será praticamente impossível atingir uma sociedade sustentável (ZIMMERMAN *et al.*, 2005). Para o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (United Nations Environment Programme - UNEP; s.d.), a construção sustentável é o caminho para que a indústria da construção civil atinja o desenvolvimento sustentável, considerando as dimensões ambientais, sociais e econômicas.

Dentre todos os setores, o da construção civil possui uma relevância econômica, social e ambiental facilmente verificada. Segundo Aurgenbroe e Pearce (1998), esse campo representa um dos maiores consumidores de recursos naturais e a maior fonte de impactos causados ao meio ambiente. A construção de edificações residenciais e comerciais tem, dentre todas as áreas de atividades no Brasil, o maior potencial econômico de mitigação da emissão de gases, além de trazer diversos benefícios

sociais (IPCC, 2007). A importância econômica do setor é refletida em sua participação no PIB brasileiro, que foi de 8,5% em 2014 (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015). E sua relevância social aparece, dentre outras formas, pelo número de trabalhadores formais empregados no setor: em 2014, era de aproximadamente 12,3 milhões de pessoas (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015).

A construção civil é um dos principais fatores para a melhoria da qualidade de vida da população em geral. Segundo a Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento (CIB¹; UNEP-IETC², 2002), essa indústria tem importância central na forma em que o futuro e sua sustentabilidade são moldados. Isso porque, enquanto o ambiente construído provê casa, emprego, lazer e dignidade para uma parcela das pessoas, a outra parte continua substancialmente excluída desses benefícios e a possibilidade de usufruírem deles depende das mudanças atuais no setor. Assim sendo, apesar dos impactos causados, não é possível reduzir o ritmo da indústria da construção enquanto seus benefícios sociais forem relevantes. A intervenção na área é, portanto, essencial, concluindo-se que, para alcançar o desenvolvimento sustentável, é necessário praticar uma construção mais sustentável.

A Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento (CIB; UNEP-IETC, 2002) estabelece como desafios da construção sustentável:

1. A “internalização” da sustentabilidade, tornando-a o principal motivador que impulsiona todas as decisões de negócios e desenvolvimento;
2. Tornar rentável o sustentável, encontrando formas de capitalizar sobre os benefícios da sustentabilidade (economias resultantes do uso eficiente de recursos, maior produtividade e menor risco), de modo a aumentar a lucratividade;
3. Mobilização de recursos, com o objetivo de apoiar a investigação, as mudanças tecnológicas e os estudos de viabilidade para a produção e comercialização de novos materiais e tecnologias;

¹ CIB: The International Council for Research and Innovation in Building and Construction (Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação na Construção)

² UNEP-IETC: United Nations Environment Programme - International Environmental Technology Centre (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - Centro Internacional de Tecnologia Ambiental)

4. Melhoria da qualidade do processo construtivo e de seus produtos, reduzindo o desperdício de recursos e os riscos para os trabalhadores e para os usuários finais da edificação;
5. Redução do uso de recursos por meio de diferentes desafios:
 - 5.1. Redução do desperdício de materiais;
 - 5.2. Aumento do uso de resíduos reciclados como materiais de construção;
 - 5.3. Eficiência energética;
 - 5.4. Conservação da água;
 - 5.5. Durabilidade e manutenção.
6. Inovação nos materiais e métodos construtivos;
7. Melhoria da segurança e saúde ambiental por meio de pesquisas envolvendo os impactos à saúde dos materiais e atividades de construção.

John, Silva e Agopyan (2001), por sua vez, enfocando especificamente o Brasil, resumem os aspectos fundamentais na busca pela construção sustentável como: "melhoria da qualidade e durabilidade das construções; redução de resíduos de construção e aumento do uso de reciclados; uso racional de água e energia; melhoria da qualidade do ar interno; e habitação, infraestrutura e serviços sanitários".

Os desafios estabelecidos refletem-se em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento (representado na Figura 1.1). Dessa maneira, a busca por uma construção mais sustentável envolve ações para reduzir os diversos impactos, que tem origem desde o planejamento de um empreendimento até sua demolição, podendo ir além por meio da reciclagem ou reutilização.

Todos os estágios de um empreendimento são relevantes no que diz respeito, por exemplo, ao consumo de recursos e geração de resíduos. Por outro lado, outros aspectos são característicos apenas a alguns momentos do processo, como as emissões de materiais particulados, ruídos e vibrações, típicas durante a obra, enquanto está instalado o canteiro. Além dos impactos ambientais, a indústria da construção civil é capaz, também, de influir econômica e socialmente, podendo funcionar como um instrumento para a melhoria da qualidade de vida da sociedade como um todo.

Figura 1.1 - Ciclo de vida de um edifício genérico. Fonte: a autora

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

Dessa forma, a busca pela construção sustentável, considerando-se os desafios sintetizados por CIB e UNEP-IETC (2002) e por John, Silva e Agopyan (2001), passa pela busca da sustentabilidade na etapa de execução dos empreendimentos. Como exemplo, a melhoria da qualidade e durabilidade das edificações depende diretamente da boa execução dos serviços durante a construção. Igualmente é o caso da redução de resíduos e aumento de uso de reciclados, que dependem da diminuição de desperdícios e do correto gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras. Apesar de apresentar maior relevância no período de ocupação da edificação, o uso de água e energia pode ser racionalizado também nos canteiros de obras, por meio de medidas que envolvam áreas de produção (principalmente maquinários) e vivência. Da mesma maneira, a etapa de construção apresenta grande potencial de melhoria da condição social da população, dado o grande número de trabalhadores empregados no setor e a baixa renda e o baixo nível de escolaridade apresentados por parte considerável deles.

É interessante notar que em regiões urbanas com elevada densidade populacional não há maiores preocupações com os impactos causados durante a etapa de execução dos edifícios. No entanto, verifica-se que esta interfere de diversas formas no meio urbano e em sua população, seja por meio dos ruídos, emissões de fumaça

e poeira, ou mesmo pelos transtornos causados pelo estacionamento de caçambas nas vias públicas, entre outros. Assim, há pouca preocupação com o bem-estar das pessoas, em especial dos habitantes das regiões urbanizadas.

Uma das formas de se buscar a construção sustentável está na redução dos impactos ambientais causados pela construção civil, que só é possível por meio da implantação de políticas voltadas à redução desses impactos ainda em sua geração. No entanto, nem sempre tal redução pode ser feita em sua origem, seja pela falta de tecnologia eficiente ou pela inviabilidade do custo de implantação das medidas necessárias. Portanto, sugere-se a adoção de ações compensatórias que contrabalançam os prejuízos gerados. Assim, a compensação ambiental da etapa de execução de edifícios em áreas urbanas é o assunto abordado na presente pesquisa.

A *compensação ambiental* é um mecanismo de ressarcimento pelos efeitos de impactos não mitigáveis ocorridos durante a execução de alguma atividade ou empreendimento (FIORANI; AGOPYAN; CARDOSO, 2011).

Segundo Gastineau e Taugourdeau (2014), há dois tipos de compensação ambiental: monetária e ambiental. Enquanto a primeira consiste em conceder um valor às partes prejudicadas, a segunda prevê a restauração ambiental ou a implantação de ações que beneficiem o meio ambiente.

O termo apresenta diferentes significados, variando entre países e órgãos. Na região da Holanda, por exemplo, denomina-se "compensação ecológica" a substituição de funções ou qualidades ecológicas danificadas por projetos de desenvolvimento. Essa compensação tem por objetivo reabilitar áreas impactadas e criar um novo *ecossistema* de características equivalentes (CUPERUS, 2004; ALLEN; FEDDEMA, 1996). O governo australiano, por outro lado, define a compensação ambiental como um conjunto de ações implantadas fora do local em que o empreendimento é realizado, cujo objetivo é compensar os impactos diretos e indiretos de um projeto de desenvolvimento (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007).

A União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature - IUCN), por sua vez, publicou um documento no qual mostra

a existência de dois termos para a compensação: *offset* e *compensate*. Em muitos países, esses termos são confundidos ou utilizados de diferentes formas. No entanto, o documento propõe uma diferenciação entre ambos. Para os autores, *offset* é um tipo de compensação que envolve uma ação igual e contrária àquela que provoca o impacto, como, por exemplo, no caso do Protocolo de Quioto, abordado a seguir e onde a emissão de carbono é compensada por mecanismos que a evitem. Por outro lado, o termo *compensate* abrange outras formas de compensação, como a financeira, ou outra em que haja uma contraposição aos danos causados (ten KATE; BISHOP; BAYON, 2004). Nesta pesquisa, adotou-se a definição proposta para o termo *compensate*.

A compensação ambiental é um instrumento utilizado pelo governo australiano no auxílio ao cumprimento da Lei para a Conservação da Biodiversidade e Proteção do Meio Ambiente (Environment Protection and Biodiversity Conservation Act), de 1999, que proíbe a execução de uma ação que gere impactos significantes ao meio ambiente. O termo ação é bastante amplo, envolvendo empreendimentos, projetos de desenvolvimento e atividades em geral (AUSTRALIAN GOVERNMENT, s.d.). Nesse caso, o governo determina a elaboração de um plano de mitigação dos impactos por parte dos responsáveis pela ação. Caso ele não seja aprovado por não conseguir atenuar todos os impactos, é possível propor um plano para compensar os de caráter residual, conforme estabelecido pelo governo (AUSTRALIAN GOVERNMENT; 2007).

No caso da Holanda, Cuperus (2004) identifica algumas aplicações e esforços relativos à compensação ambiental entre as décadas de 1960 e 1980. O princípio da compensação ambiental, no entanto, foi adotado formalmente pela primeira vez como política ambiental, em 1993, no Plano Nacional de Estruturação para as Áreas Rurais (National Structure Plan for the Rural Areas). O objetivo era preservar as áreas rurais devido à sua importância ambiental e para o lazer da população local. Um caso bastante estudado nesse tema foi a implantação da Rodovia A50, localizada na província de Noord-Brabant, ao sul da região, para a qual foi elaborado um cuidadoso plano de compensação, que será discutido no item 3.2.3.1.

Uma importante característica comum aos exemplos citados é o fato de que as medidas compensatórias não substituem a busca pela mitigação dos impactos. Ao

contrário, elas funcionam de maneira complementar. Portanto, em primeiro lugar, é necessário elaborar um projeto que minimize a geração de impactos. Caso não seja possível resolver todas as interferências, recorre-se à compensação como forma de ressarcir os danos inevitáveis. Conforme Villarroya, Persson e Puig (2014), as medidas compensatórias são o último passo na hierarquia da mitigação. Uma representação desse princípio é apresentada na Figura 1.2, onde o termo “função ambiental” designa a qualidade do meio-ambiente considerado na análise.

(1) Função ambiental designa a qualidade do meio-ambiente considerado na análise

Figura 1.2 - Representação do conceito de compensação ambiental. Fonte: a autora

A União Europeia, por sua vez, possui um projeto denominado REMEDE - Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage in the EU (Método da Equivalência de Recursos para Avaliação de Danos Ambientais na União Europeia), cujo objetivo é desenvolver, analisar e disseminar métodos que determinem a magnitude das medidas compensatórias necessárias para contrabalançar de maneira adequada o dano ambiental.

Outras experiências envolvendo o princípio da compensação ambiental podem ser encontradas em países como Reino Unido, Suécia e Estados Unidos, que serão apresentadas no Capítulo 3.

No Brasil, a compensação financeira, aplicada ao uso de recursos naturais (geração de energia elétrica, produção de óleo, extração mineral etc.), foi implantada, em 1991, com base em percentual fixo das receitas brutas dessas atividades, objetivando compensar municípios e Estados onde se realizam as produções (SILVA, 2007).

O sistema de compensação ambiental foi estabelecido na Lei Federal nº 9.985 de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Nesse caso, a lei determina que, para empreendimentos que gerem impactos ambientais considerados significativos, deve-se destinar uma parte dos custos totais às ações de apoio para a implantação e a manutenção de unidades de conservação da natureza (SNUC). Os decretos federais nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, e nº 6.848, de 14 de maio de 2009, regulamentam a questão da compensação ambiental, incluindo o cálculo dos valores referentes. É importante ressaltar que os empreendimentos inclusos nessa legislação são os de grande porte, como estradas, portos, aeroportos, obras hidráulicas, projetos urbanísticos etc., assim como aqueles com área acima de 100 ha, ou passíveis de causarem danos em locais considerados de relevante interesse ambiental.

Alguns dos mecanismos mais conhecidos de compensação ambiental foram propostos pelo Protocolo de Quioto, que determina as principais obrigações internacionais referentes à redução de emissões de gases. Por causa das metas restritivas propostas aos países, criaram-se procedimentos para auxiliar no alcance desse propósito, com base na teoria de que os efeitos das emissões são globais e não somente regionais. Dessa forma, o protocolo propõe três mecanismos (BRAZ, 2003): implementação conjunta³, mecanismo de desenvolvimento limpo e comércio de emissões.

A aplicação dessas práticas é realizada segundo a unidade de medida estabelecida no Protocolo de Quioto: toneladas métricas de CO₂. Observa-se, portanto, que tanto o impacto quanto a compensação são avaliados em toneladas métricas de CO₂. Nem sempre, porém, é possível que o cálculo seja feito dessa maneira, como, por exemplo, no caso de uma equiparação de impactos causados por danos sonoros, uma vez que não é possível realizar uma situação contrária de igual valor. Assim sendo, a presente pesquisa aborda a compensação decorrente das interferências negativas causadas ao meio ambiente durante a etapa de execução dos edifícios, em especial

³ Mecanismo que permite que alguns países e empresas implantem medidas para diminuição de suas emissões em outros países, contabilizando a seu favor tal redução.

daquelas geradas ao meio antrópico, propondo formas de cálculo e aplicação desse mecanismo.

1.2. Objetivo da pesquisa

O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma proposta para a compensação dos impactos ambientais causados pelos canteiros de obras de edifícios em áreas urbanas, especificamente àqueles que incidem diretamente no meio antrópico. Considerando a necessidade de se buscar uma maior sustentabilidade na indústria da construção civil, pretende-se promover a melhoria da qualidade de vida da população. Ressalta-se, aqui, que a necessidade de se buscar medidas compensatórias é despertada pela incapacidade técnica do setor em reduzir integralmente todos os possíveis impactos já na sua origem.

A proposta para tal compensação apresenta duas partes: a primeira é uma metodologia para o cálculo da compensação ambiental desses canteiros, enquanto a segunda é formada por uma discussão sobre a aplicação e o funcionamento do método.

Para que esse objetivo seja alcançado, foram traçadas metas específicas a serem atendidas ao longo da pesquisa. São elas:

- Estudo do setor da construção civil e dos canteiros de obras, assim como do tema sustentabilidade;
- Identificação e análise de procedimentos, adotados no Brasil e em outros países, para o cálculo da compensação de impactos ambientais, em especial para o setor da construção;
- Identificação e análise de mecanismos de regulação, adotados no Brasil e em outros países, da compensação de impactos ambientais, em especial para o setor da construção.

1.3. Âmbito da pesquisa

Considerando o ciclo de vida de uma edificação (Figura 1.1), a pesquisa restringe-se à etapa de execução de edifícios, estando o foco, portanto, nas atividades das empresas construtoras. Contudo, este trabalho poderá ser utilizado por incorporadores, consumidores e outras partes interessadas em avaliar os impactos "residuais"⁴ e a compensação ambiental pertinente.

Outros fatores que delimitam o escopo deste trabalho são o tipo de obra e o ambiente em que o canteiro está inserido. Assim, o estudo envolve a construção de edifícios em ambientes urbanos. Excluem-se, portanto, as obras de infraestrutura, cujos aspectos e impactos diferenciam-se sobremaneira do tema deste trabalho, assim como edificações localizadas em ambientes não urbanos. Por fim, enfoca-se apenas o meio antrópico, eliminando-se, dessa forma, os meios físicos (solo, água e ar) e bióticos (flora e fauna).

O âmbito do trabalho foi selecionado considerando dois motivos. O primeiro foi o fato de o canteiro de obras ter sido objeto de estudo da pesquisadora no mestrado⁵ (ARAUJO, 2009) e, portanto, o assunto já é de domínio da autora. Ademais, na impossibilidade de abranger todas as fases do ciclo de vida da edificação, é coerente que se foque na etapa de construção.

O outro motivo está na inviabilidade de se estudar todo o ciclo de vida de uma edificação no período do doutorado. Para isso, o tempo de pesquisa precisaria ter uma duração maior, ou envolver outros alunos de mestrado e doutorado, cada um trabalhando especificamente em uma etapa.

1.4. Metodologia da pesquisa

A pesquisa é composta por duas etapas, conforme representado na Figura 1.3:

⁴ Impactos que não puderam ser reduzidos

⁵ A pesquisadora, em seu mestrado, produziu a dissertação "Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras".

- Embasamento teórico;
- Elaboração da proposta de método para compensação ambiental de canteiro de obras.

1.4.1. *Etapa 1: Embasamento teórico*

Na primeira etapa da pesquisa são abordados dois temas: estudo preliminar e compensação ambiental. Ambos estão fundamentados em estudos teóricos que se utilizam de diversas fontes de informações, como pesquisa bibliográfica (envolvendo livros e artigos), entrevistas, documentos, leis e decretos, entre outros.

Figura 1.3 - Representação esquemática das etapas de desenvolvimento da pesquisa

No primeiro tema, denominado **Estudo Preliminar**, desenvolve-se a caracterização da indústria da construção civil, em especial do setor de edificações. É enfatizado o estudo dos canteiros de obras, foco deste trabalho. Outro assunto explorado é a sustentabilidade, destacando-se sua aplicação na indústria da construção e nos canteiros de obras.

No segundo tema, referente à **Compensação Ambiental**, descreve-se um panorama mundial, envolvendo a forma como a compensação é feita, utilizada, calculada etc. O estudo aborda o setor da construção civil, mas não somente o de edificações. Aqui, o objetivo é analisar e descrever a estrutura de funcionamento e regulação de sistemas de compensação em operação no Brasil, em especial no estado de São Paulo e sua capital.

Por fim, tem-se a **Análise dos Mecanismos e Regulação de Compensação Ambiental Nacionais e Internacionais**, que embasará a próxima etapa. O resultado desse diagnóstico, então, determinará as necessidades a serem observadas para a elaboração da proposta.

1.4.2. Etapa 2: Elaboração da proposta de compensação ambiental de canteiro de obras

Nesta etapa o objetivo é formular um método para compensação ambiental de canteiros de obras. Para isso, são analisados os mecanismos nacionais e internacionais.

O primeiro passo é selecionar quantos e quais indicadores serão utilizados na proposta, por meio da análise dos impactos ambientais envolvidos nos canteiros e de questionários aplicados a engenheiros de obras. Em seguida, tais indicadores são formulados, de maneira a se identificar as necessidades de se realizar a compensação. Para a formulação dos indicadores, foram realizadas entrevistas com especialistas e análise de referências bibliográficas.

Após a seleção e elaboração, indica-se a maneira como o método será aplicado em canteiros de obras, assim como discute-se a fiscalização dessa aplicação.

1.5. Estruturação do trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo este o primeiro, no qual são apresentadas a introdução, a contextualização e a justificativa do tema, e a

metodologia utilizada na pesquisa, além do objetivo e do âmbito de desenvolvimento do trabalho.

A revisão bibliográfica apresentada no segundo capítulo aborda temas concernentes ao panorama da construção civil no Brasil, introduzindo conceitos relativos aos canteiros de obras e sustentabilidade.

O terceiro capítulo traz o estudo da compensação ambiental, incluindo os conceitos básicos, assim como a abordagem internacional e a legislação brasileira. São apresentados exemplos de diversos países, além do Brasil.

A proposta para compensação ambiental de canteiros de obras é desenvolvida no quarto capítulo. Assim, são selecionados e elaborados indicadores. Discute-se também a forma de aplicação e de fiscalização do método.

Por fim, no capítulo cinco são apresentadas as considerações finais acerca deste trabalho, além de apontar as necessidades do desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas. Seguem ainda, ao fim do texto, as referências bibliográficas e os apêndices.

2. A CONSTRUÇÃO CIVIL E A SUSTENTABILIDADE

2.1. Introdução

No presente capítulo apresenta-se um panorama do setor da construção civil, envolvendo dados econômicos e sociais. Em seguida, aborda-se o canteiro de obras e a maneira como seus elementos e atividades são tratados no texto. Por fim, mostra-se a abordagem de sustentabilidade no canteiro de obras adotada na pesquisa, incluindo a forma como são tratados os aspectos e impactos ambientais relacionados à etapa de execução de edificações.

2.2. Panorama do setor

A Cadeia Produtiva da Construção Civil, representada na Figura 2.1, engloba a indústria da construção, serviços, a indústria e o comércio de materiais, máquinas e equipamentos e outros fornecedores. A participação do setor no PIB brasileiro em 2015 foi de 8,5%. Dessa parcela, 65,2% refere-se à indústria da construção. As participações dos outros agentes da cadeia estão apresentadas na Tabela 2.1 (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015).

Na Tabela 2.1 apresenta-se a participação dos agentes da cadeia em relação ao pessoal ocupado. Segundo o DEPECON (2014), 6,3% dos trabalhadores formais estão empregados na indústria da construção (Gráfico 2.2). Desses, 69,7% estão na construção (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015). A taxa de formalidade do setor é de 47% (DEPECON, 2014), a mais baixa entre os setores da economia (Tabela 2.2).

Apesar das taxas de formalidade na construção civil serem baixas, houve uma melhora significativa nos últimos anos. SESI (2005) indica que apenas 3,5% dos trabalhadores formais trabalhavam na indústria da construção àquela época, enquanto DEPECON (2014), nove anos depois, apresenta um número de 6,3%. Em complemento a esses dados, DIEESE (2001) mostra que 20,1% dos trabalhadores eram empregados com carteira profissional assinada no setor em questão, ao passo que DEPECON (2014) indica, mais recentemente, um valor de 47% nessa situação.

Elos da Produção •
PLANTA DA CADEIA DA CONSTRUÇÃO

Figura 2.1 - Planta da Cadeia da Construção. Fonte: Abramam e FGV Projetos (2015)

Gráfico 2.1- Representação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil. Fonte: (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015).

Tabela 2.1 - Participação dos agentes da cadeia produtiva da construção civil na geração de empregos. Fonte: (ABRAMAT; FGV PROJETOS 2015)

PIB e ocupação na cadeia da construção				
Elos da cadeia	PIB		Pessoal ocupado	
	R\$ milhão	(%)	Pessoas	(%)
Construção	306.675	65,2%	8.568.503	69,7%
Indústria de materiais	57.334	12,2%	781.347	6,4%
Comercio de materiais	44.778	9,5%	1.170.408	9,5%
Serviços	22.679	4,8%	601.895	4,9%
Máquinas e equipamentos	7.819	1,7%	55.924	0,5%
Outros Fornecedores	31.040	6,6%	1.115.249	9,1%
Total da cadeia	470.326	100%	12.293.327	100%

Gráfico 2.2 - Distribuição setorial dos trabalhadores formais, Brasil - 2013. Fonte: DEPECON (2014).

Tabela 2.2 – Taxa de formalidade por Setores da Economia Brasileira em 2013. Fonte: DEPECON (2014)

Setores	Taxa de formalidade
Comércio	62%
Construção	47%
Indústria	75%
Serviços	70%
Outras atividades	47%
Total	67%

Além dos dados apresentados, há outros aspectos representativos do trabalho na construção civil. Ainda que tenha sofrido modernizações e melhorias ao longo do tempo, tradicionalmente é caracterizado por particularidades, como a 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). Além disso, o autor também cita características comumente

encontradas nos operários da construção civil nos grandes centros urbanos, que são: grande mobilidade (tanto laboral quanto domiciliar), origem predominantemente interiorana⁶ (não necessariamente rural), baixa escolaridade formal, longa jornada de trabalho, pouco tempo destinado ao lazer, baixos rendimentos, entre outras.

2.3. Etapas de execução de Obras

O canteiro de obras é definido pela Norma Regulamentadora NR 18 (MTE, 2002) como a “área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”. Maia e Souza (2003) o denominam por “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 estão 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 também administrativo, áreas de vivência e outros elementos.

No presente trabalho, adotam-se como elementos do canteiro de obras aqueles apresentados no Quadro 2.1, acrescidos dos sistemas de transportes externos ao canteiro. Dessa maneira, todos os transportes relacionados às atividades exercidas no empreendimento, como os de materiais e funcionários, por exemplo, estão inclusos nos sistemas de transporte do canteiro.

Complementando essa categorização, a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (s.d.) propõe uma divisão para as fases de uma obra (Quadro 2.2), sendo essa a referência adotada nesta pesquisa (Quadro 2.3).

⁶ Parte considerável dos trabalhadores da construção civil de São Paulo é de origem nordestina.

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; jericá; 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 alugado/comprado • canteiro central

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

ETAPA	SERVIÇOS	
Serviços preliminares e gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Serviços técnicos (levantamento topográfico, projetos, especificações, etc.) 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 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, baldrames e alavancas
Supraestrutura	<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.

2.4. Sustentabilidade no canteiro de obras

Para o estudo do tema sustentabilidade no canteiro de obras, adotou-se a abordagem de Araujo (2009)⁷, cujos tópicos principais estão resumidos neste item.

2.4.1. Conceitos

2.4.1.1. Meio Ambiente

Na ABNT NBR ISO 14001 (2015) meio ambiente é definido como a “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações”.

⁷ ARAUJO (2009) é o trabalho desenvolvido pela pesquisadora no mestrado

Assim sendo, o meio ambiente no qual o canteiro de uma empresa construtora opera envolve os meios físicos (água, solo e ar), bióticos (flora e fauna) e antrópicos (trabalhadores, vizinhança e sociedade) do local onde a obra está inserida.

2.4.1.2. Aspecto ambiental

Conforme a ABNT NBR ISO 14001 (2015), 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. Os aspectos ambientais presentes nos canteiros de obras são apresentados no Quadro 2.4.

2.4.1.3. Impacto ambiental

Na ABNT NBR ISO 14001 (2015), impacto ambiental é definido como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”.

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.

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 2.4 - Aspectos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: adaptado de Degani (2003).

Os impactos ambientais presentes nos canteiros de obras estão apresentados no Quadro 2.5.

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 2.5 - Impactos ambientais derivados das atividades desenvolvidas nos canteiros de obras. Fonte: adaptado de Degani (2003).

2.4.2. Correlação entre aspectos e impactos ambientais

As atividades de construção civil geram aspectos ambientais, que por sua vez provocam impactos ambientais, atingindo o meio ambiente (meios físicos, bióticos e antrópicos) e alterando suas propriedades naturais (Figura 2.2 e Figura 2.3).

Figura 2.2- Representação esquemática do estudo dos aspectos e impactos ambientais (ARAÚJO, 2009).

Figura 2.3 - Esquema representativo do estudo dos aspectos e impactos ambientais (ARAÚJO, 2009)

Por meio de matrizes de correlação, é possível associar impactos, aspectos e atividades. Assim, torna-se visível qual atividade gera cada aspecto, e também qual aspecto gera cada impacto. A matriz de correlação apresentada na Tabela 2.3 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, em frequência ou intensidade, para uma dada situação genérica.

Outra matriz de correlação envolve atividades e aspectos ambientais (Tabela 2.4). 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 inclusos, pois são referentes às atividades de produção. Os demais, relativos ao consumo de recursos, infraestrutura e operação do canteiro e ao gerenciamento de resíduos, são válidos para todas as atividades da obra. Nesta matriz, também foi feito um processo de priorização, que consistiu em determinar quais são os aspectos mais importantes (mais frequentes e de maior intensidade) gerados por cada atividade, considerando a tecnologia convencional no Brasil.

2.5. Considerações sobre o capítulo

Neste capítulo apresentaram-se:

- (1) Um panorama econômico, por meio do qual se é possível notar, além da relevância econômica da cadeia produtiva em relação ao PIB nacional, que a indústria da construção, tendo nas empresas construtoras seus principais agentes, é responsável por 65,2% do PIB do setor;
- (2) A caracterização dos trabalhadores da construção civil, que demonstra a informalidade do setor e sua relevância pelo número de empregados;
- (3) Os possíveis impactos gerados pelos canteiros de obras, que indicam a diversidade de interferências negativas que a construção de edificações pode causar quando não há a adoção de medidas mitigadoras ou compensatórias dos impactos;
- (4) Os aspectos ambientais presentes nas atividades relativas aos canteiros de obras, assim como a correlação desses com os impactos ambientais, possibilitando-se entender quais são as consequências de cada aspecto. Vale

observar que os aspectos ambientais aqui indicados serão adotados para a concepção do método proposto na presente pesquisa (Capítulo 4).

Conclui-se, portanto, que se o canteiro de obras e o edifício são os principais serviços da empresa construtora, é aí que ela deve agir, levantando edifícios mais sustentáveis ao longo de sua vida útil e executando canteiros de obras que causem menores interferências negativas.

Os trabalhadores dessa área devem ser uma das prioridades quando se trata da sustentabilidade dos canteiros de obras. Além do grande número de pessoas envolvidas, é preciso também considerar as duras condições do ambiente de trabalho e os baixos salários, que culminam numa situação social precária, situação essa que merece especial atenção.

Ressalta-se que, apesar dos canteiros serem transitórios e terem uma curta duração quando comparados à vida útil do edifício, os impactos causados nesse período geram diversos incômodos à vizinhança (desde vibrações e ruídos até o entupimento da rede de esgoto). Além disso, após a finalização da obra, outros impactos não deixam de existir, como os resíduos gerados e o consumo de recursos naturais não renováveis.

Tabela 2.3 - Matriz de correlação entre aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras.
Principais fontes: Degani (2003), NIEA; SEPA (s.d.) e Pulaski (2004). Continua. 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	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	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	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 2.4 - Matriz de correlação entre atividades e aspectos ambientais dos canteiros de obras. Principais fontes: Degani (2003), NIEA; SEPA (s.d.) e Pulaski (2004) e Sabbatini et. al. (2007)

Fase da Obra	Atividades	Incômodos e Poluições									
		Aspectos Ambientais									
		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.

3. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

3.1. Introdução

3.1.1. Resumo do capítulo

Este capítulo tem início com a apresentação do conceito de compensação ambiental. Em seguida, busca-se apresentar o contexto internacional, utilizando-se, para isso, de exemplos que ilustram a forma como essa compensação ocorre em diferentes países. Tais exemplos envolvem descrições de como se dá o processo e, quando possível, são apresentados casos em que ocorreu sua aplicação. Não há a pretensão de descrever com exatidão todas as experiências internacionais, mas sim de abordar alguns casos representativos.

Posteriormente, é apresentada a compensação ambiental no Brasil, abrangendo leis, métodos de cálculo e exemplos. Apesar de abordar a legislação pertinente, buscou-se focar principalmente as compensações ambientais para meios urbanos, objeto deste estudo.

3.1.2. Conceituação

Internacionalmente, o princípio da compensação foi formalmente adotado no âmbito de duas convenções: Convenção de Ramsar sobre Pântanos (Ramsar Convention on Wetlands), em 1971, e Convenção de Bonn sobre a Conservação de Espécies Selvagens Migratórias (Bonn Convention on the Conservation of Migrating Wild Animal Species), de 1979. Os acordos tiveram por objetivo proteger as áreas consideradas de grande importância internacional, em particular os principais ecossistemas de aves aquáticas (Ramsar) e as populações de espécies migratórias em uma ou mais fronteiras nacionais (Bonn). Em ambas as conferências, restringiu-se os tipos de atividades econômicas que podem acontecer nessas áreas. Nos casos, porém, de projetos que receberem aprovação apesar de causarem danos às funções ambientais, determinou-se a necessidade de compensar os impactos. No entanto, não há

definições ou descrições do que seriam as medidas compensatórias (CUPERUS, 2004).

3.1.2.1. Compensação ambiental

A compensação ambiental pode ser definida como um mecanismo de ressarcimento pelos efeitos de impactos não mitigáveis, efeitos esses ocorridos durante a execução de alguma atividade ou empreendimento.

Dessa definição extraem-se dois pontos principais:

- (1) Por envolver um mecanismo de **ressarcimento**, a compensação é uma forma de indenização ou reparação de danos. Enquanto o termo indenização tem uma conotação financeira, o termo reparação de danos sugere um sentido de conserto ou reparo;
- (2) Por tratar-se de um mecanismo de ressarcimento pelos efeitos de impactos não mitigáveis, é necessário que, antes de considerar a utilização da compensação ambiental, sejam atenuados todos os impactos ambientais possíveis (Figura 3.1 e Figura 3.2).

Figura 3.1 - Representação da compensação ambiental como instrumento a ser utilizado depois de se evitar e reduzir os impactos ambientais. Fonte: a autora

Essa não é a única acepção possível para o termo, sendo que outras definições utilizadas por países distintos serão tratadas ao longo do capítulo. Apesar das diferenças, ressaltam-se as semelhanças entre as abordagens.

Para todos os casos estudados, a compensação ambiental é a última opção a ser considerada para amenizar as interferências de um empreendimento. É necessário, em primeiro lugar, evitar a ocorrência dos impactos ambientais através de um projeto que envolva ações com esse fim. Em seguida, deve-se buscar reduzir os impactos

que não podem ser evitados, tomando-se medidas que diminuam a magnitude e frequência das interferências. Por fim, a compensação ambiental é introduzida como forma de contrabalançar os impactos remanescentes, que não puderam ser mitigados ou evitados nas etapas anteriores.

Figura 3.2 - Representação da compensação ambiental como instrumento de ressarcimento pelos efeitos de impactos ambientais não mitigáveis. Fonte: a autora

3.1.2.2. O conceito “no net loss” ou “sem perdas líquidas”

O conceito “no net loss” aparece em diversos casos estudados neste capítulo, logo, optou-se por estudá-lo separadamente. Uma possível tradução para o termo seria “sem perdas líquidas”, adotada pelo PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (TEEB, 2010).

Segundo Lynch-Stewart (1992), o termo foi apresentado pela primeira vez em 1986 no Canadá e nos Estados Unidos. No Canadá, ele foi utilizado na *Política para a Gestão do Habitat dos Peixes*, e o objetivo era a conservação da capacidade produtiva dos ecossistemas. Já nos Estados Unidos, usou-se o termo na política de proteção de regiões pantanosas, que determina o “no net overall loss”, ou seja, nenhuma perda dessas regiões.

O objetivo do conceito “no net loss”, ou “sem perdas líquidas”, é baseado no princípio de que perdas devem ser balanceadas. Assim, os danos a um ecossistema, sejam provenientes de diminuições de suas áreas ou de suas funções qualitativas, quando

não podem ser mitigados, devem ser compensados em outro local (LYNCH-STEWART, 1992).

3.2. A abordagem internacional

Este item apresenta exemplos de compensação ambiental em diversos países: Estados Unidos, Austrália, Holanda, Reino Unido e Suécia. Buscou-se estudar, para cada caso, a definição utilizada para o termo “compensação ambiental”, a legislação referente e o modo como a compensação é realizada. A seleção dos países se deu por dois motivos: relevância dos casos (considerando os mais frequentemente citados na bibliografia consultada) e literatura disponível, sendo este último fator determinante para o detalhamento do estudo de cada caso.

A intenção é apresentar casos representativos, de modo a ilustrar o cenário internacional, e não abranger todos os casos e países que implantaram mecanismos de compensação ambiental. O objetivo também não é esgotar todas as formas de compensação ambiental presentes nos países citados, mas indicar casos e abordar o tema de forma geral.

3.2.1. *Estados Unidos - Lei da Água Limpa, seção 404*

Nos Estados Unidos, um instrumento utilizado para a compensação ambiental é a Lei da água Limpa (Clean Water Act - CWA) de 1972, que tem por objetivo garantir a integridade química, física e biológica das águas nacionais. A Seção 404 da lei estabelece um programa de permissões para a descarga de materiais dragados e de preenchimento nas “águas dos Estados Unidos”, inclusive nas regiões de pântanos. Essas permissões, fornecidas pelo Corpo dos Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (US Army Corps of Engineers - USACE) e com base em regulamentações da Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA), intenta a preservação das águas. Em 1977, devido às pressões para o aumento das permissões, iniciaram-se as discussões sobre a mitigação dos impactos decorrentes das atividades (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

A lei que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente (National Environmental Policy Act - NEPA) de 1978, na seção 1508.20, define o termo “mitigação” como: (1) evitar os impactos; (2) minimizar os impactos, limitando sua magnitude e alcance; (3) retificar os impactos pela reparação, reabilitação ou restauração do local afetado; (4) reduzir ou eliminar os impactos ao longo do tempo por operações de preservação e manutenção durante o tempo da ação; (5) compensar os impactos pela substituição de recursos e ecossistemas (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

Atualmente, a definição adotada para o termo “mitigação” é do Memorando do Acordo (Memorandum of Agreement) de 1990 e firmado entre a EPA e o USACE. Assim, a mitigação compreende três passos. São eles: (1) evitar os impactos, tornando-os o menor possível; (2) minimizar, tornando um impacto inevitável o mais inócuo possível; (3) compensar, pela aplicação de medidas de restauração ecológica, de modo a reduzir impactos remanescentes (HOUGH; ROBERTSON, 2009). Dessa forma, a expressão utilizada pelos documentos que se referem à seção 404 da Lei da Água Limpa é “compensação mitigatória”.

Nos Estados Unidos, o princípio norteador para a elaboração das medidas compensatórias é o “sem perdas líquidas” (item 3.1.2.2). Esse princípio está de acordo com a Seção 404 da Lei da Água Limpa, de 1972, que obriga os responsáveis por perdas de área ou de funções ambientais de regiões pantanosas a compensar os danos. Entende-se por funções ambientais as características do solo e do ciclo hidrológico, assim como a diversidade de espécies animais e vegetais (BRINSON; RHEINHARDT, 1996). No Gráfico 3.1 é apresentada a quantidade de áreas que obtiveram autorização para sofrer impactos, e a extensão que foi utilizada para a mitigação.

3.2.1.1. Método para compensação ambiental

Os métodos utilizados para a realização da compensação mitigatória podem ser agrupados em quatro: (1) *criação* ou estabelecimento de novo sítio aquático; (2) *restauração* de um sítio aquático previamente existente; (3) *aprimoramento* das funções de um sítio aquático existente; (4) *preservação* de um sítio aquático existente

(em geral, por meio de aquisição) (EPA; USACE, 2008). A extensão das áreas utilizadas para os diferentes tipos de compensação é apresentada no Gráfico 3.2.

Gráfico 3.1 - Área de pântanos que obtiveram autorização para sofrer impactos e as respectivas mitigações, por ano. Fonte: IWR (2015).

Gráfico 3.2 - Extensão da área destinada para a compensação mitigatória em função de cada tipo de medida. Fonte: Adaptado de IWR (2015).

Os órgãos responsáveis tem preferência pela *restauração* de um sítio aquático previamente existente, pois há maior possibilidade de recuperação das funções

ambientais. A *criação* ou estabelecimento de novo sítio aquático também é bastante utilizado, e tem potencial para a substituição de funções perdidas anteriormente. Por outro lado, ainda há preocupações com o uso do *aprimoramento*, pois esse não substitui áreas perdidas. Por fim, a *preservação* é vista com ceticismo, uma vez que não substitui funções nem áreas perdidas, sendo o menos empregado entre todos (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

Os mecanismos utilizados para a compensação mitigatória são três: (1) mitigação por um responsável-licenciado; (2) bancos de mitigação; (3) taxa “in-lieu” de mitigação (HOUGH; ROBERTSON, 2009). A extensão da área em que cada mecanismo é utilizado está apresentada no Gráfico 3.3.

Gráfico 3.3 - Extensão da área destinada para a compensação mitigatória em função de cada tipo de mecanismo de compensação. Fonte: IWR (2015).

A mitigação por um *responsável-licenciado* envolve a *restauração*, *criação*, *aprimoramento* ou *preservação* de recursos aquáticos por parte de um licenciado¹ ou um fornecedor contratado, de maneira a compensar os impactos de um projeto específico (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

¹ O termo “licenciado” é utilizado para designar o responsável pelo empreendimento que causa o dano ambiental. Nesse caso, o termo “responsável-licenciado” corresponde a um licenciado que também é o responsável pelo projeto de compensação ambiental.

Os bancos de mitigação, por sua vez, são áreas de compensação de pântanos que são destinadas à compensação de múltiplas atividades de desenvolvimento. Assim, um “banqueiro” (empresa especializada em realizar projetos desse tipo) adquire uma área impactada e realiza restaurações, aprimoramentos e cria novos recursos na mesma. Tais recursos são quantificados e atribuem-se créditos a eles, que, somados, expressam a quantia dos recursos aquáticos restaurados ou criados. Os licenciados, mediante a aprovação das agências reguladoras, podem adquirir créditos, cumprindo, dessa forma, as medidas compensatórias requeridas. O “banqueiro” é o responsável pelo sucesso da medida (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

Por fim, a *taxa “in-lieu”* de mitigação ocorre quando um licenciado fornece fundos para um responsável ou “fiador”, geralmente um agente público ou organização sem fins lucrativos, satisfazendo as obrigações da compensação. Esse “fiador” arrecada os fundos e, eventualmente, utiliza-os para construir projetos com fins compensatórios, sendo responsável pelo seu sucesso (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

3.2.1.2. Resultados obtidos

Anualmente, o USACE permite que aproximadamente 8.900 hectares de pântanos sejam impactados, sendo requisitados de 16.190 a 24.280 hectares de compensação. Estima-se que US\$ 2,95 bilhões sejam gastos anualmente com os projetos de compensação ambiental de pântanos (ELI, 2007) (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

No estudo apresentado por Allen e Feddema (1996), um artigo clássico do tema, foram analisados projetos de compensação associados a 75 licenças fornecidas entre 1987 e 1989 no Sul da Califórnia. Os autores se preocuparam somente com a questão da preservação das áreas, concluindo-se que, no total, 80,47 hectares de áreas de pântanos foram impactados, e foi requisitada a compensação em 111,62 hectares. No entanto, apenas 77,33 hectares foram compensados com sucessos, gerando uma perda de 3,14 hectares. Os autores apontaram para um possível fator: o tamanho do sítio a ser recuperado. Para áreas maiores que 3,5 hectares, a compensação foi bem sucedida em 73% do total da área destinada aos projetos, enquanto para áreas menores foi de 66%. Assim, para os grandes projetos, o ganho foi de 6,86 hectares

(35,05 hectares de compensação bem sucedida frente a 28,17 hectares impactados), enquanto a perda para áreas menores que 3,5 hectares foi de 10 hectares (42,3 hectares de compensação bem sucedida para 52,3 hectares impactados).

3.2.1.3. Considerações sobre o exemplo

Dos três mecanismos de compensação mitigatória apresentados, os *bancos* de mitigação parecem apresentar maiores vantagens. Por serem especialistas, é provável que suas medidas sejam mais bem-sucedidas. Outro benefício está no fato de os bancos trabalharem com áreas maiores, o que, segundo o estudo apresentado por Allen e Feddema (1996), melhora as chances de sucesso da compensação.

Os dois fatores apontados como vantagens para os *bancos* de mitigação podem ser os geradores de dificuldades no caso do *responsável-licenciado*. Em geral, além das áreas de compensação serem menores, pois se referem a um único empreendimento impactante, os licenciados têm menos experiência. Apesar da possibilidade de contratação de um responsável especializado, a fiscalização por parte do licenciado seria deficiente.

A *taxa* “in-lieu” de mitigação, de acordo com Gardner (2000), apresentou falhas. O autor afirma que os programas não estão bem estruturados e os custos excedem os benefícios. As *taxas* são interessantes para a cobrança de pequenos valores e bem aplicadas em projetos de preservação. Por outro lado, não há fiscalização quanto ao uso dos fundos arrecadados, que podem nunca ser utilizados. Outro problema é que esse procedimento pode não representar uma compensação direta para os pântanos, uma vez que alguns órgãos usam o dinheiro para projetos de pesquisa, por exemplo. Outro destino dado ao montante tem fins educacionais, com a construção de estações de observação em áreas públicas. Tal ação é considerada irônica pelo autor, pois, por mais que a educação sobre o valor das regiões pantanosas seja importante, é a destruição desses espaços que financia os projetos.

A crítica de Gardner (2000) aponta questões interessantes, porém, a destinação de recursos para projetos de pesquisa, desde que relacionados diretamente ao tema e bem desenvolvidos, pode reverter em ganhos expressivos na compensação de novas

áreas. De qualquer forma, é necessária uma fiscalização constante, de modo a verificar se as pesquisas têm alcançado resultados efetivos.

O alerta feito por Allen e Feddema (1996) mostra que as áreas impactadas foram maiores que as compensadas. Assim, além do cálculo da mitigação, é necessário prever fiscalização da aplicação, determinar medidas de manutenção dos ecossistemas e estabelecer punições para os que não realizarem as compensações corretamente. Essa punição poderia ser, por exemplo, a compra de créditos de bancos de mitigação, aumentando a extensão compensada.

Além do próprio conteúdo, o estudo deste exemplo é interessante pela disponibilidade de bibliografia, especialmente estudos acadêmicos. Isso torna possível observar os mecanismos de compensação e também verificar aplicação dos mesmos e os resultados obtidos.

3.2.2. *Austrália*

Na Austrália, o termo utilizado para designar a compensação ambiental é “environmental offset”. O governo australiano define compensação ambiental como o conjunto de medidas tomadas dentro ou fora de um sítio de desenvolvimento e que compensem os impactos diretos e indiretos causados pelo empreendimento. Logo, trata-se de um mecanismo distinto da mitigação, pois esta se refere às ações tomadas para reduzir os impactos do desenvolvimento, em geral, no próprio local (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007).

Assim, estão sujeitos à compensação ambiental os projetos de desenvolvimento que impactem áreas ou ecossistemas protegidos pela Lei da Conservação da Biodiversidade e Proteção do Meio Ambiente (Environment Protection and Biodiversity Conservation Act - EPBC Act), de 1999 (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007).

As medidas compensatórias podem ser classificadas em diretas e auxiliares (ou indiretas). As *diretas* visam à manutenção e à melhoria dos valores da paisagem e do ecossistema. Elas envolvem: (1) proteção em longo prazo do ecossistema existente, inclusive pela aquisição e transformação de terras em áreas de conservação; (2)

restauração e reabilitação de ecossistemas degradados; (3) restabelecimento de ecossistemas (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007; ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006).

As medidas auxiliares são ações que aperfeiçoam o conhecimento, a compreensão e a gestão, gerando melhoras dos resultados da conservação. Elas envolvem: (1) implantação de planos de recuperação, incluindo levantamento de dados sobre as áreas preservadas ou já danificadas; (2) contribuições para pesquisas relevantes e programas educacionais; (3) remoção de processos ameaçadores às compensações realizadas (esses processos podem ter diversas origens, como a introdução de espécies exóticas que ameacem o equilíbrio do ecossistema das áreas que passaram pelo processo de compensação); (4) contribuições para fundos¹ confiáveis ou sistemas bancários que possam realizar compensações diretas, por meio da consolidação de fundos e investimento em áreas prioritárias; (5) atividades de gestão das áreas compensadas, tais como monitoramento, manutenção, preparação e implantação de planos de gestão, etc.; (7) atividades que tenham benefício ambiental comprovado (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007; ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006).

3.2.2.1. Método para compensação ambiental

A Autoridade de Proteção Ambiental australiana (Environmental Protection Authority - EPA) observa cinco princípios da Lei da Conservação da Biodiversidade e Proteção do Meio Ambiente, de 1986, ao tomar decisões relativas à autorização de projetos de desenvolvimento e suas respectivas compensações. Tais princípios são: (1) princípio da precaução; (2) princípio da equidade intergeracional²; (3) princípio da conservação da diversidade biológica e integridade ecológica; (4) princípios relacionados à melhoria da avaliação, à atribuição de preços e aos mecanismos de incentivo; (5) princípio da minimização de resíduos.

¹ Fundos geridos por organizações não governamentais.

² A equidade intergeracional se refere à exigência de que as gerações futuras tenham acesso a um meio ambiente com nível de qualidade igual à geração anterior.

No que se refere à compensação ambiental, as políticas, decisões e pareceres da EPA são guiados pelos seguintes preceitos (ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006):

- (A) A compensação ambiental só deve ser considerada depois que todas as alternativas de mitigação dos impactos adversos tenham sido esgotadas;
- (B) Um pacote de compensação ambiental deve abordar medidas diretas e auxiliares;
- (C) A compensação ambiental deve ser “like for like”, ou seja, as medidas devem contrabalançar o mesmo tipo de ecossistema impactado ou de emissões;
- (D) Proporções¹ positivas (área compensada é maior que área impactada) de compensação ambiental devem ser aplicadas onde o risco de falhas é aparente;
- (E) A compensação ambiental deve envolver um processo de avaliação robusto e consistente, de modo a se obter melhores resultados;
- (F) A compensação ambiental deve cumprir todos os requisitos legais;
- (G) A compensação ambiental deve ser definida de forma transparente e ser exequível;
- (H) A compensação ambiental deve garantir um benefício duradouro.

Da mesma forma, a Autoridade de Proteção Ambiental australiana (EPA) também propõe questões sobre a aplicação da compensação. Elas funcionam como testes e objetivam avaliar as propostas apresentadas. As dez “questões-testes” são: (ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006):

- Teste 1 - São propostas novas atividades, ampliações ou melhoria de atividades existentes, ou são atividades existentes que exijam renovação, que tenham como consequência impactos relevantes?
- Teste 2 - Antes que compensações sejam consideradas, os impactos ambientais potenciais foram tratados quanto à possibilidade de serem evitados, minimizados, retificados e reduzidos?
- Teste 3 - Os possíveis impactos ambientais residuais têm consequências sobre funções ambientais críticas ou de alto valor ambiental?

¹ Proporção é a razão entre a área compensada e a área impactada. Por exemplo, a proporção 1:1,5 significa para cada 1m² impactado é estabelecida a compensação de 1,5 m²

- Teste 4 - Os impactos ambientais residuais continuam significativos, mas não o suficiente para que o projeto seja considerado inaceitável (incluindo um contexto de impactos cumulativos)?
- Teste 5 - Os impactos ambientais residuais podem ser compensados diretamente?
- Teste 6 - Se os impactos não puderem ser compensados completamente ou parcialmente de maneira direta, quais compensações auxiliares podem ser propostas ou implantadas?
- Teste 7 - O conjunto de compensações atinge o objetivo desejado (benefícios maiores que perdas)? As proporções de compensação são relevantes?
- Teste 8 - O conjunto de medidas compensatórias é robusto e suscetível a proporcionar benefícios duradouros?
- Teste 9 - Os custos de gestão e manutenção foram incluídos?
- Teste 10 - O compromisso com o conjunto de medidas compensatórias está claramente definido? É transparente, implantável, fiscalizável e auditável?

Na Figura 3.3 apresenta-se um resumo do processo decisório para a utilização de compensação ambiental na Austrália.

O triângulo denominado “ativos ambientais”¹ representa a forma como estes ativos afetam as propostas e a maneira como as medidas compensatórias são avaliadas. Os ativos críticos são os mais importantes e que devem ser completamente protegidos e conservados. Portanto, nenhum projeto que gere impactos significativos a esses ecossistemas pode ser aprovado. Os ativos de alto valor são os considerados valiosos pelo governo ou pela comunidade e que estão em boas ou excelentes condições; dessa maneira, os projetos propostos e as medidas compensatórias são cuidadosa e individualmente avaliados pela EPA. Os ativos de médio e baixo valor ambiental representam aqueles cujas condições, reconhecidas pelo governo e pela comunidade, estão abaixo de boas, e a avaliação não precisa passar pela EPA, mas apenas pelas agências governamentais relevantes.

¹ Entende-se por ativo ambiental o conjunto de recursos naturais, importante ou estratégico para uma determinada comunidade humana.

O triângulo que representa a mitigação no local mostra uma sequência de cinco considerações elaboradas para o auxílio da gestão, que são: evitar, minimizar (limitar a severidade do impacto), retificar (reparar os impactos o mais rápido possível), reduzir (eliminar os impactos ao longo do tempo) e compensar.

Figura 3.3- Resumo do processo decisório para utilização de compensação ambiental na Austrália. Adaptado de EPA (2006)

Por fim, o campo referente ao conjunto de medidas de compensação só deve ser considerado quando os impactos ambientais residuais forem significativos o suficiente para tornar o projeto inaceitável. Assim, para alcançar o objetivo de se obter benefícios maiores que perdas, devem-se incluir medidas diretas e auxiliares.

As medidas diretas envolvem: *restauração* - melhoria de um ecossistema existente, chegando-se a níveis próximos ao que era antes de ser impactado; *reabilitação* - melhoria ou restabelecimento de algumas funções de um ativo ambiental de alto valor (se apropriado, um ativo crítico); *restabelecimento* - restabelecimento do funcionamento de um ecossistema com benefício ambiental estratégico; *sequestro* - específico para compensar a emissões de poluentes, tendo por objetivo remover permanentemente ou “trancar” os poluentes no ambiente; *aquisição de terras para conservação* - compra de terras e transferência do seu título para reserva ambiental.

As medidas auxiliares, por sua vez, incluem: *proteção* - proteção de meio ambiente contra danos pelo uso de barreiras; *remoção de ameaças* - iniciativas que removam ameaças relativas à compensação direta, como, por exemplo, erradicação de animais ferozes ou flora exótica, remoção de poluentes, controle de doenças etc.; *gestão* - auxílio à gestão dos ecossistemas através de atividades que tragam benefícios às compensações diretas; *bancos, mercado de créditos e fundos* - quando um proponente não é capaz de realizar as medidas compensatórias diretas, deve-se considerar o uso de bancos ou mercado de créditos para a compra de créditos ambientais, compensando, assim, impactos adversos ou, alternativamente, contribuindo para fundos, com o objetivo de investir em atividades de melhoria do meio ambiente; *educação* - projetos educacionais voltados à comunidade, ao comércio e à indústria e que abordem questões ambientais relacionadas à compensação direta, ou, ainda, palestras sobre como melhorar as práticas ambientais da indústria e comércio; *pesquisa* - investigação de novas tecnologias, investimento em ideias inovadoras para melhorias de questões ambientais e das práticas de compensação ambiental diretas.

Vale mencionar que, em 2006, na região de New South Wales, foi instituído o BioBanking, direcionado especialmente a meios urbanos e desenvolvimento costeiro. Esse sistema permite que donos de terra ganhem créditos ao preservarem seus

terrenos, podendo esses créditos serem vendidos com o intuito de contrabalançar impactos de outros projetos de desenvolvimento (BURGIN, 2008). O banco funcionou como projeto piloto até 2009 e foi formalizado em 2010. Assim sendo, não há referências detalhadas sobre o funcionamento do BioBanking.

3.2.2.2. Resultados obtidos

No Quadro 3.1 são apresentadas dez principais propostas submetidas à avaliação entre 2002 e 2007, mostrando os principais impactos ambientais e as compensações associadas. Não há análises sobre a eficiência ou sucesso das compensações aplicadas, apenas é colocada qual medida foi aplicada a cada caso.

	Proposta	Principais impactos ambientais (indicações sobre ativos em negrito)	Compensação requerida
1	Mina de Ferro Cape Preston (2002)	Dragagem de até 4,5 milhões de metros cúbicos de sedimentos Retirada de 1.916 hectares de vegetação nativa e reabilitação de 1.700 hectares - vegetação não crítica	Nenhuma
2	Expansão e dragagem do Porto Dampier (2003)	Dragagem de disposição de até 7 milhões m ³ de sedimentos Perda direta de 1 hectare de coral - de corais não críticos Riscos de perda de mais corais por sufocamento pelos sedimentos de dragagem e estragos por disposição	Nenhuma
3	Pilbara Minério de Ferro: Estágio A - porto e ferrovia (2005)	Retirada de 3.100 hectares de vegetação nativa, 1.600 hectares a ser reabilitado após a construção - de vegetação não crítica Dragagem de aproximadamente 3,3 milhões de metros cúbicos de sedimento, resultando na perda de 109 hectares de manguezais, dos quais 14,8 hectares é de vegetação "fechada"/"densa" - ativo crítico .	Reserva de fundos para uma pesquisa de 3 anos sobre a fauna local Realizar mapeamento básico de manguezais, incluindo a extensão espacial e da saúde dos mesmos Reservar fundos para uma "iniciativa de biodiversidade" - sem especificação.
4	Pilbara Minério de Ferro: Estágio B - exploração da mina (2005-06)	Retirada de 12.175 hectares de vegetação nativa. Parte da vegetação está próxima ao Fortescue Swamp - vegetação não crítica	Reserva de fundos para o Departamento de Conservação e Gestão da Terra, para a gestão de Fortescue Swamp, e reserva de

			fundos para pesquisa de doutorado sobre as ameaças à fauna local.
5	Aumento do porto Dampier (2006)	<p>Dragagem e disposição de até 3,45 milhões de metros cúbicos de sedimentos. Sem perda direta de corais.</p> <p>Preocupação: a dragagem pode impactar a desova dos corais, em particular durante a primavera, quando há a redução da desova</p>	<p>Realização de pesquisa sobre a recuperação de corais após distúrbios, incluindo processos de reprodução e estabelecimento larval</p> <p>Realização de pesquisa sobre a importância do evento de desova da primavera</p>
6	Mt Gibson minério de ferro (2006)	<p>Retirada de 970 hectares de vegetação nativa, incluindo 14% e 55% de duas espécies detectadas declaradas como flora rara - vegetação crítica</p>	Programa de pesquisa visando à preparação e implantação de um plano de recuperação das duas espécies, com as populações remanescentes incluídas em "áreas de conservação"
7	Cape Preston - Armazenamento e facilidades para manipulação (2006)	Retirada de 20 hectares de vegetação nativa - vegetação não crítica	Nenhuma
8	Aumento do programa de dragagem do Cape Lambert (2007)	<p>Dragagem e disposição de até 3,6 milhões de metros cúbicos de sedimentos</p> <p>Sem perda direta de corais, mas há alto risco que até 1,4 hectare seja perdido indiretamente</p> <p>Impactos incertos na desova dos corais - um impacto significativo seria visto como crítico</p>	Nenhuma
9	Desenvolvimento da Gorgon Gas na Ilha Barrow (2006–07)	<p>Total de perda de 23,2 hectares de corais por dragagem</p> <p>Retirada de 300 hectares de vegetação nativa</p> <p>A proposta é localizada na Ilha Barrow, que é uma reserva natural nível A - ativo crítico</p>	Contribuição de AUD ¹ \$40 milhões para o fundo direcionado à conservação da ilha, além de outras medidas auxiliares
10	Desenvolvimento da Pluto LNG na Península Burrup (2007)	<p>Dragagem resultando em perda direta de 1,3 hectare de corais - ativo crítico</p> <p>Retirada de 119 hectares de vegetação nativa - vegetação não crítica</p>	Pesquisa e monitoramento das perdas de corais nas redondezas do Parque Marinho Arquipélago Dampier, no valor de AUD760 mil por ano, totalizando AUD 3,8 milhões

Quadro 3.1 - Principais impactos e as compensações requerida para dez propostas submetidas a análise na Austrália. Adaptado de Middle e Middle (2010)

¹ AUD - Dólar Australiano

3.2.2.3. Considerações sobre o exemplo

A compensação ambiental na Austrália pode ser especialmente explorada devido à existência de diversas publicações de agências governamentais. Há também bibliografia acadêmica sobre o tema, mesmo que não tão extensa como no caso dos Estados Unidos (item 3.2.1). Ainda assim, não há referências sobre a maneira como é decidido qual é o conjunto de compensações adequado para cada caso, apenas é indicado que tal resolução depende da aprovação da agência pertinente.

Quanto às medidas compensatórias, as denominadas auxiliares parecem muito amplas, o que pode atrapalhar o objetivo final, uma vez que talvez não seja possível avaliar o real benefício da ação. No entanto, é conveniente a proposta de aliar sempre as compensações diretas e indiretas, pois uma complementa a outra.

O uso do fluxo apresentado na Figura 3.3 obriga o proponente e o avaliador a pensarem medidas que evitem e amenizem os impactos antes mesmo do uso da própria compensação. No entanto, uma crítica a ser feita refere-se aos ativos ambientais. O texto indica que se o ativo não for crítico ou de alto ou médio valor, a compensação não é requerida por parte da EPA. Porém, é necessário se preocupar com os ativos de baixo valor também. Os meios urbanos, por exemplo, mesmo que não estejam preservados em suas condições originais, ainda podem ser piorados se não forem tomadas medidas preventivas ou de compensação. Outra crítica recai sobre a não consideração do meio antrópico na análise da compensação.

Verifica-se, no Quadro 3.1, algumas incoerências com relação às compensações propostas nos projetos e os princípios estabelecidos pela EPA. De acordo com esses princípios, um conjunto de medidas compensatórias deve contemplar ações diretas e auxiliares. Alguns projetos, no entanto, apresentam somente uma delas, como é o caso dos Projetos 4, 5 e 9, que só contam com medidas auxiliares. Dessa maneira, com os recursos aplicados somente em estudos e pesquisas, a intenção de recuperação de um ecossistema danificado não se concretiza.

3.2.3. *União Europeia*

Para o caso da União Europeia, apenas a legislação pertinente será abordada. Assim sendo, isso servirá de base para os itens posteriores (3.2.3.1 a 3.2.3.3), que apresentam três exemplos de projetos que envolveram compensação ambiental em países pertencentes à comunidade.

A União Europeia possui diretrizes que devem ser obedecidas pelos países membros. Duas delas, a Diretiva para a Conservação de Pássaros Selvagens (Directive on the Conservation of Wild Birds - 79/409/EEC) e a Diretiva para a Conservação dos Habitat Naturais e Fauna e Flora Selvagens (Directive on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora - 92/43/EEC), referem-se à conservação da flora e da fauna e consideram o princípio “sem perdas líquidas” (item 3.1.2.2). Outro instrumento é o Natura 2000, que regulamenta uma rede de áreas de conservação ambiental localizadas em todos os países da União Europeia. São mais de 25.000 áreas, variando de 0,01 km² a 5.000 km² e abrangendo quase 20% do território da União Europeia e parte significativa das águas marítimas (COMISSÃO EUROPÉIA, 2009). Uma parcela das reservas naturais é estrita (onde as atividades humanas são limitadas, privilegiando a vida selvagem e ecossistemas raros), contudo, em parte considerável das terras, permitem-se atividades econômicas, desde que obedeçam a parâmetros pré-estabelecidos e cujo objetivo é manter a integridade do ecossistema. Dessa forma, na ocorrência de projetos que impactem as regiões pertencentes ao Natura 2000, é obrigatória a adoção de medidas de compensação, preservando-se, assim, a plenitude dos ecossistemas.

Os países membros da União Europeia devem considerar essas diretrizes na formulação de suas regulamentações. Porém, a forma como a aplicação se dá em cada país é diferente, o que poderá ser constatado nos exemplos referentes à Holanda, Reino Unido e Suécia. Não há, portanto, uma uniformidade na política de compensação ambiental europeia, o que resulta na inexistência de ações concretas por parte de alguns países, exceto pelos locais pertencentes ao Natura 2000.

3.2.3.1. Holanda - Rodovia A50 Eindhoven-Oss

A reconstrução da rodovia A50, no trecho que liga as cidades de Eindhoven e Oss, foi um dos primeiros projetos de infraestrutura na Holanda que incluiu um plano estruturado de compensação (KUIPER, 1997), sendo um dos casos mais documentado na literatura acadêmica. Existem outros em que rodovias foram construídas ou reconstruídas utilizando tais princípios (Quadro 3.2), mas esses não serão abordados no texto em decorrência de sua menor relevância e da reduzida bibliografia a respeito.

	A50	N57	N37/34	A14	A2	A73	N35/36
Início da (re) construção	1997	2006	1995	1998	2002	2003	2006
Início da implantação do plano de compensação	1995	1997	1998	1997	-(2)	2000	-(2)
Término ⁽¹⁾	2005	2011	2007	2003	2010	2007	/2007

(1) As informações sobre o término das rodovias foram coletadas em site especializado em rodovias holandesas: <http://www.autosnelwegen.nl>

(2) Quando da publicação desta tabela, alguns dados ainda não estavam disponíveis para o autor

Quadro 3.2. - Quadro resumo com as rodovias holandesas cuja construção ou reconstrução foi objeto de um plano de compensação ambiental. Adaptado de Cuperus et al. (2002).

O “Structure Plan for the Rural Areas in The Netherlands”, de 1993, que pela primeira vez formalizou a compensação ambiental no país, determina que, no caso em que a natureza, seja nas suas funções recreativas ou florestais, sofra danos demonstráveis como resultado de outra importante função social, os efeitos devem ser mitigados e, se isso não for suficientemente possível, compensados (LNV; VROM, 1993¹ *apud* CUPERUS; CANTERS; ANNETTE, 1996). Assim, apesar da compensação ambiental já ser previamente aplicada no país para o caso de florestas e uso do solo, foi por meio desse plano que o conceito foi estendido ao contexto dos projetos de infraestrutura de transporte. (CUPERUS, 2004).

¹ LNV; VROM. Structuurschema Groene Ruimte; regeringsbeslissing (deel 3). Netherlands Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries and Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, The Hague, 1993.

O plano de compensação para a rodovia demorou dois anos para ser elaborado e foi finalizado em 1995. O início da reconstrução da via se deu em 1997, sendo que a compensação já estava sendo implantada desde 1995 (CUPERUS, 2004).

O princípio utilizado para a elaboração do plano é o “sem perdas líquidas”¹. Portanto, a compensação implica no desenvolvimento de áreas que, em termos de extensão e qualidade, são comparáveis à que foi perdida ou afetada (CUPERUS; CANTERS; ANNETTE, 1996).

3.2.3.1.1. Método proposto para determinação da compensação ambiental

O método utilizado para determinar a compensação ambiental da Rodovia A50 Eindhoven-Oss é descrito conforme o apresentado por Cuperus, Canters e Annette (1996), e possui três etapas: (1) identificação dos impactos no meio-ambiente gerados pelo projeto de infraestrutura; (2) elaboração de medidas de mitigação e de compensação; (3) diretrizes para identificação de locais apropriados para implantar as compensações delineadas.

As etapas (1) e (2) são resumidas no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e no Quadro 3.4, respectivamente. O primeiro apresenta os impactos causados pela construção e uso de uma rodovia, enquanto o segundo apresenta as medidas mitigatórias e compensatórias aplicáveis a cada impacto.

A etapa (3), por sua vez, envolve as diretrizes para a implantação das medidas compensatórias. A compensação para o balanceamento de efeitos não mitigáveis foca primeiro nos efeitos de área (perda de ecossistema e distúrbio por ruído), e, depois, nas implicações à qualidade do ecossistema.

No caso da compensação por área, para cada tipo de efeito, são selecionados grupos de espécies a serem usados como indicadores, com o objetivo de calcular a compensação (Quadro 3.5.). Tal seleção é baseada na disponibilidade de informações

¹ Definido no item 3.1.2.2.

sobre a distribuição e a abundância de espécies vegetais e animais, assim como no conhecimento disponível sobre as relações de dose-efeito. Assim, o cálculo da área de compensação é feito pela multiplicação do número de territórios perdidos ou não mitigados da espécie selecionada com o tamanho estimado de seu território

(1) O autor não explicou a definição de “efeitos em níveis mais elevados”, porém entende-se que os impactos não se restrinjam ao local específico da construção do empreendimento ou à população local, afetando áreas ou populações maiores.

Quadro 3.3. Efeitos da reconstrução da rodovia holandesa A50 no meio ambiente. Fonte: Adaptado de Cuperus, Canters e Annette (1996).

A compensação pela perda de qualidade é usada como ferramenta adicional nos casos em que os efeitos em um grupo específico não podem ser quantificados. Dessa forma, consideram-se questões como isolamento das espécies entre outros efeitos da intervenção. A ação pode, então, ser estabelecida por meio de medidas de reorganização e gestão da natureza (por exemplo: construção de túneis de passagem para animais e de barreiras acústicas ao longo da via) nas áreas de compensação tratadas no parágrafo anterior, ou pelo fechamento de estradas nas vizinhanças em que uma outra foi planejada, concentrando o tráfego e os impactos. Assim, em princípio, essas medidas não contribuem para o aumento da área de compensação

Quadro 3.4. Efeitos da reconstrução da rodovia holandesa A 50 e a relação entre mitigação e compensação. Fonte: Adaptado de Cuperus, Canters e Annette (1996).

Tipo de efeito	Compensação por área ou por efeitos à qualidade	Grupos de espécies
Perda do ecossistema	Área	Aves reprodutivas
Distúrbios ao ecossistema	Área	
Efeitos do ruído	Qualidade	Aves reprodutivas
Efeitos hidrológicos (rebaixamento do lençol freático)	Qualidade	Vegetação
Mudanças nos padrões recreativos	Qualidade	Vegetação, fauna
Ações de barreira	Qualidade	Mamíferos anfíbios, répteis, borboletas
Perdas na fauna	Qualidade	Mamíferos

Quadro 3.5 - Tipos de efeitos relacionados aos tipos de compensação e grupos de espécies utilizadas como indicadores de impacto à natureza no cálculo da compensação ambiental da rodovia holandesa A 50. Adaptado de Cuperus, Canters e Annette (1996).

3.2.3.1.2. Resultados obtidos

Os resultados da implantação de procedimentos compensatórios na rodovia A50 são descritos em Cuperus et al (2002). Os dados são de janeiro de 2001, portanto, pelas informações do Quadro 3.2, verifica-se que a reconstrução da via ainda não tinha sido finalizada.

O traçado da rodovia já estava pronto, logo, medidas para evitar impactos envolvendo deslocamentos horizontais ou verticais de vias, desvios de corredores ecológicos, entre outras, não foram aplicadas.

Já as ações mitigatórias implantadas foram: cercas de arames ao longo de partes da via, de modo a evitar acidentes envolvendo a fauna local; adaptações de pontes e viadutos, reduzindo interferências com a fauna e flora local; túneis voltados à fauna de pequeno porte; passagens subterrâneas voltadas à recreação (como túneis para ciclistas), à fauna e ao gado; proteção de águas subterrâneas com uso de bentonita. Segundo Cuperus *et al.* (2002), tais feitos foram considerados suficientemente efetivos.

As medidas compensatórias, por sua vez, envolveram a criação de 281 hectares de áreas de compensação e o estabelecimento de equiparação financeira caso necessário, mas o autor não indicou se houve ou não o uso desse instrumento. Os mecanismos utilizados na compensação foram a aquisição e troca de terrenos, os acordos sobre manejo ecológico, a participação em re-loteamentos ou outras atividades locais e o início de novos re-loteamentos.

Os custos das medidas mitigatórias foram de US\$ 4,9 milhões, ou 1,5% do orçamento do empreendimento. Já as medidas compensatórias custaram US\$ 11,4 milhões, 3,6% do orçamento. As despesas, somadas, atingem 5,1% do gasto total do empreendimento.

É interessante destacar que o plano de compensação elaborado indica um cronograma para avaliação das medidas implantadas ao longo do empreendimento.

Um dos problemas encontrados no processo de implantação das medidas compensatórias foi a aquisição de terras, pois nem sempre os proprietários concordaram com a venda. O outro residiu no fato de que, devido à construção da rodovia, houve a valorização dos terrenos na vizinhança, o que encareceu a compensação.

Os autores indicam a necessidade da criação de leis e instrumentos que regulamentem aspectos da compensação, como a avaliação das medidas e a questão das compras de terras.

3.2.3.1.3. Considerações sobre o exemplo

Esse caso é bastante interessante para o estudo devido à bibliografia existente. O responsável pela implantação da compensação é o autor de artigos e de uma tese sobre o tema.

O projeto descrito apresenta aspectos positivos. Dentre eles, o estudo da mitigação e compensação de cada impacto, levando medidas específicas para cada dano ambiental. Esse modo de tratar a compensação é diferente dos anteriores, que definiram a compensação de forma mais ampla, por exemplo, pela criação de um novo ecossistema em função da área impactada ou mesmo pelo apoio a pesquisas.

Como indicado, há seis outros projetos de rodovias holandesas que sofreram ou sofrerão intervenções para mitigar ou compensar os impactos gerados. As metodologias para o cálculo da compensação desses projetos não foram exatamente as mesmas, porém elas não foram documentadas.

A diferença de valor gasto nas medidas compensatórias e mitigatórias (item 3.2.3.1.2) pode indicar que poucas ações para a mitigação dos impactos foram implantadas, onerando as ações voltadas à compensação. Por outro lado, tal desproporcionalidade pode também mostrar que as medidas de atenuação apresentam menor custo, o que se torna uma vantagem e incentivo para o seu uso em detrimento da compensação.

3.2.3.2. Reino Unido - Barragem da baía de Cardiff

Cardiff é uma região portuária, capital do País de Gales (Reino Unido) e localizada ao sul do país, que teve o início de seu crescimento com a construção do Canal de Glamorganshire em 1794, utilizado para o transporte de ferro e carvão. Até a Segunda Guerra Mundial, foi economicamente próspero devido, principalmente, à exportação de carvão, sendo o principal porto mundial da mercadoria em 1913. Com o declínio desse comércio, a região foi deteriorando-se e sua população sofreu com a exclusão social, os altos níveis de desemprego e a presença de diversas áreas com solos contaminados. Em 1987, foi criada a Corporação para o Desenvolvimento da Baía de Cardiff (Cardiff Bay Development Corporation - CBDC) com o objetivo de regenerar as ruínas das docas de Cardiff e de Penarth. Essas intervenções fizeram parte do plano de desenvolvimento urbano do governo britânico (Urban Development Programme), que pretendia recuperar as zonas mais degradadas e desfavorecidas de cidades do Reino Unido (CARDIFF BAY, s.d.; COWELL, 2000).

Nesse contexto, foi proposta a construção da barragem da baía de Cardiff, localizada na foz dos rios Taff e Ely e cuja execução ocorreu entre 1994 e 1999. Quando da concepção do empreendimento, foi prevista a inundação de regiões pantanosas, especificamente zonas alagadiças entre marés, que são áreas de especial interesse científico, além de protegidas pela diretiva europeia referente à conservação de aves (Directive on the Conservation of Wild Birds 79/409/EEC). Ainda assim, a construção da barragem foi considerada essencial para a revitalização e desenvolvimento da região, o que levou à criação de uma nova área pantanosa como forma de compensação ambiental. Dessa forma, a CBDC gastou mais de £ 9 milhões no desenvolvimento dessa nova reserva natural (COWELL, 2000).

A compensação no Reino Unido vem sendo considerada um instrumento poderoso de gestão ambiental, tendo sido abordada na política governamental de conservação da natureza, elaborada pelo departamento de meio-ambiente (Planning Policy Guidance: Nature Conservation), de 1994.

3.2.3.2.1. Compensação ambiental

O projeto foi controverso e as discussões sobre qual compensação seria mais adequada demorou aproximadamente uma década. Cowell (2000, 2003) descreve os conflitos em torno do tema, mostrando que questões como o objetivo da compensação, em que local deveria ser feita (inclusive os problemas de jurisdição), o que deveria ser privilegiado, entre outros, dominaram os debates. Instituições governamentais e representantes não governamentais divergiram sobre diversos aspectos, e o consenso foi alcançado arduamente.

Por fim, decidiu-se pela criação de uma nova reserva de regiões pantanosas com a extensão de 420 hectares (frente à área de 160 hectares perdida pela inundação) a menos de 50 quilômetros do ponto degradado, entre Uskmouth e Goldcliff. O local foi escolhido por suas características naturais e por questões políticas de jurisdição (COWELL, 2000, 2003).

Ao longo das discussões, foram definidos dois objetivos para a compensação: (1) a criação de uma reserva ambiental composta por pântanos e de valor excepcional para a hibernação e a reprodução de aves aquáticas; e (2) as medidas compensatórias deveriam apoiar duas populações de pássaros aquáticos de importância nacional. Esse último objetivo estabeleceu uma ligação simbólica com o impacto causado na foz dos rios Taff e Ely, que era habitat de dois pássaros: o Pilrito e o Cacongo ou perna-vermelha. O acordo, então, foi de que a reserva a ser criada deveria ter a capacidade de sustentar a existência de duas espécies do animal em números importantes nacionalmente, de modo a contrabalançar as perdas que inevitavelmente ocorreriam com a construção da barragem (COWELL, 2003).

Assim, dois tipos de patos, o Pato-trombeteiro e a Piadeira, foram selecionados para esse fim, pois se acreditou que, dentre as espécies importantes nacionalmente, essas responderiam mais facilmente e de maneira mais previsível à manipulação dos tipos de ecossistema existentes na reserva (COWELL, 2003).

3.2.3.2.2. Considerações sobre o exemplo

Esse projeto destaca-se pelo conflito e envolvimento de órgãos governamentais e representantes da sociedade civil. Apesar de o consenso ser mais difícil, um processo assim tende a gerar discussões mais ricas, considerando os diversos interesses das partes. Por outro lado, mostra-se necessário fazer concessões aos diferentes grupos, o que pode reduzir os benefícios ambientais de certas soluções.

Outra diferença desse projeto em relação aos outros casos abordados foi a aparente ausência de medidas mitigatórias, segundo os relatos da bibliografia consultada.

Cowell (2000) não apresenta um método de cálculo e, de acordo com suas descrições, a compensação da Barragem da baía de Cardiff baseou-se somente nas discussões.

A decisão de selecionar duas espécies privilegiadas na compensação, em detrimento de duas outras impactadas, é contestável. A compensação não seria a criação de um novo habitat que as duas aves impactadas pudessem utilizar? É justo escolher pelos danos às duas espécies? Esse questionamento, segundo Cowell (2000), também foi feito durante os debates. Entendeu-se, porém, que os ganhos com o desenvolvimento da barragem eram maiores e a perda valeria a pena. A seleção de quais aves serão privilegiadas certamente não é tarefa de pequeno grupo, e deve envolver debates com todos os interessados. Ainda assim, nesse caso, as discussões não envolveram todos, uma vez que, considerando a migração das aves ao longo do ano, certamente outros locais fora do Reino Unido foram afetados.

Diante disso, a solução poderia ter sido a criação de uma reserva em outro local, voltada à preservação das espécies impactadas. Porém, por questões de jurisdição, tal saída foi excluída logo no início das discussões. Se, por um lado, a população local, diretamente afetada, precisa ser compensada e por isso optou-se pela criação da reserva próxima ao território que sofreu com a intervenção, por outro não é possível pensar em compensações apenas localmente. É necessário verificar a extensão dos impactos, de modo a delinear as melhores soluções.

Pode-se concluir, portanto, que a compensação ambiental não deve considerar somente uma região específica, mas sim o ecossistema e todos os envolvidos. Não é possível pensar em soluções apenas locais quando o impacto envolve outras regiões. A compensação deve entender o meio-ambiente como um sistema complexo, e não somente como partes isoladas dos componentes do sistema.

3.2.3.3. Suécia - Planejamento Rodoviário

A compensação ambiental ganhou força na Suécia com a introdução do Código Ambiental (*The Environmental Code*) em 1999. Assim, passou-se a adotá-la, em complemento às ações mitigatórias, para a construção de rodovias (RUNDCRANTZ, 2006).

O Código Ambiental incorporou outras leis anteriores, como a Lei de Águas (*Water Law*), a Lei da Conservação da Natureza (*Nature Conservation Act*) e a Lei das Estradas (*Roads Act*), além de seguir as diretrizes da União Europeia (item 3.2.3). Logo, as regulamentações relativas à compensação ambiental encontram-se no Código Ambiental, que declara que toda invasão ou transgressão em áreas protegidas deve ser compensada de forma razoável na própria reserva ou em outro local. No entanto, não há, no país, nenhuma forte exigência jurídica que vincule a autorização final de um projeto à sua compensação ambiental, exceto nos locais abrangidos pelo Natura 2000 (item 3.2.3) (RUNDCRANTZ, 2006).

3.2.3.3.1. Método para compensação ambiental e resultados obtidos

A compensação ambiental está relacionada ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Além das propostas que visam evitar os possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação de um empreendimento, o Relatório de Impacto Ambiental envolve também as medidas mitigatórias e, quando necessário, a compensação adequada (ressaltando que essa última fase não é obrigatória na elaboração do EIA) (RUNDCRANTZ, 2006). Não foram encontradas referências que abordassem a forma como são determinadas as compensações.

O resumo das medidas propostas no planejamento de 14 estradas suecas é apresentado no Quadro 3.6. Para a coluna “tipo de compensação adotada”, entende-se que “restauração” compreende as medidas implantadas no próprio local afetado, enquanto “substituição” envolve compensações desenvolvidas em outros locais. Já a coluna “substituição de funções” indica onde foram as intervenções (ecossistema, flora, fauna, solo ou água). Rundcrantz (2006) não aborda as medidas compensatórias detalhadamente, apenas as expõe.

	Projeto	Tipo de compensação adotada	Medidas compensatórias	Substituição de funções (principalmente)
1	Marieholm	Restauração e substituição	Lagoas, plantações, cobertura de taludes, remoção de estrada antiga	Ecossistema, flora, solo, água
2	Allerum	Restauração	Plantação	Ecossistema, flora
3	Osby	Restauração	Cobertura de taludes	Ecossistema, flora, solo
4	Viken	Restauração e substituição	Lagos, nova reserva natural, plantações, remoção de estrada antiga	Ecossistema, flora, solo, água
5	E22 Fjälkinge	Restauração	Remoção de estrada antiga	Solo
6	Vomb	Restauração e substituição	Lagoas, plantações, cobertura de taludes	Ecossistema, flora, solo, água
7	Dalby	Restauração e substituição	Lagoas, plantações	Ecossistema, flora, água
8	723	Restauração	Restauração de córregos, remoção de estrada antiga, plantação, movimentação de muros de pedra	Ecossistema, flora, solo, água
9	E6 Nordby-Svinesund	Restauração e substituição	Plantações, restauração de córregos	Ecossistema, flora, água
10	E6 Geddeknippelm-Kallsas	Restauração	Lagos, restauração de córregos, plantações, cobertura de taludes, movimentação de muros de pedra, passagem de animais	Ecossistema, flora, fauna, água
11	E20 Lundsbrunn-Holmestad	Restauração e substituição	Movimentação de muros de pedra, passagem de animais, remoção de estrada antiga	Ecossistema, flora, fauna, solo
12	E6 Skee-Hogadal	Restauração	Plantação, criação de pântanos, medidas de gestão em reservas naturais existentes, passagem de animais	Ecossistema, flora, fauna, água
13	E6 Kallsas-Saltkällan	Restauração e substituição	Lagos, restauração de córregos	Ecossistema, flora, água
14	E22 Farbo	Restauração	Aumento da superfície de infiltração de água, remoção da estrada antiga	Solo, água

Quadro 3.6 - Resumo das medidas para compensação ambiental propostas para rodovias suecas. Fonte: Adaptado de Rundcrantz (2006).

3.2.3.3.2. Considerações sobre o exemplo

Não foi identificada uma extensa bibliografia que fale sobre a compensação ambiental na Suécia, não sendo possível, então, apresentar detalhadamente o processo. Ainda assim, optou-se por abordar esse caso pela sua abrangência de 14 estradas.

É interessante notar que, para um projeto ser aprovado, não há a obrigatoriedade da compensação ambiental, exceto nas áreas pertencentes ao Natura 2000, o que certamente é um desincentivo à sua prática.

3.3. A compensação ambiental no Brasil

A compensação ambiental no Brasil será abordada com base na legislação, considerando os níveis federal, estadual e municipal. Por causa da extensão de um estudo como esse, optou-se por focar no Estado de São Paulo e, mais especificamente, no município de São Paulo. Dessa maneira, além da legislação atualmente em vigor, são descritos os métodos de cálculo estabelecidos por decretos e portarias, assim como quatro exemplos de empreendimentos que envolveram compensação ambiental na cidade de São Paulo

3.3.1. *Legislação*

3.3.1.1. **Leis**

As legislações apontadas envolvem somente as que sejam relevantes para este estudo e que estejam em vigor.

3.3.1.1.1. Federal

No âmbito federal, a compensação ambiental é regida essencialmente por uma lei e dois decretos: a Lei Federal nº 9985 de 2000, o Decreto Federal nº 4.340 de 2002 e o Decreto Federal nº 6.848 de 2009.

A Lei Federal nº 9.985 de 2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. O tema é abordado no artigo nº 36, que trata a compensação ambiental como instrumento diretamente relacionado ao Estudo de Impacto Ambiental e ao Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), voltado a empreendimentos de significativo impacto ambiental e destinado à implantação e à preservação de unidades de conservação (BRASIL, 2000).

O artigo nº 36 determina que, nos casos de licenciamento de empreendimentos com significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente e com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório (EIA/RIMA), o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e a manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral¹.

O parágrafo 1 do artigo nº 36 definia que o montante de recursos destinado à implantação e manutenção da unidade não poderia ser inferior a 0,5% dos custos totais previstos para o empreendimento, sendo o valor fixado pelo órgão ambiental licenciador de acordo com o grau do impacto causado. Contudo, esse parágrafo sofreu uma ação direta de inconstitucionalidade (ADIN nº 3.378-6, de 2008) e o Supremo Tribunal Federal considerou inconstitucional a fixação do valor mínimo de 0,5%, decidindo que o valor da compensação deve ser determinado proporcionalmente ao impacto ambiental.

O Decreto Federal nº 4.340 de 2002 regulamenta, dentre outros artigos da Lei Federal nº 9.985 de 2000, o artigo nº 36. O capítulo VIII do decreto, que abrange do artigo nº 31 ao nº 34, refere-se à compensação por significativo impacto ambiental. Os dois primeiros artigos, nº 31 e nº 32, sofreram modificações do Decreto Federal nº 6.848 de 2009, valendo, portanto, a redação apresentada no último. O artigo nº 33 trata da destinação dos recursos arrecadados com a compensação, que são: regularização fundiária e demarcação das terras; elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo; aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento; desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova unidade de conservação;

¹ Grupo de Proteção Integral é um tipo de unidade de conservação.

e desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da unidade de conservação e área de amortecimento. O artigo nº 34, por sua vez, trata da regularização de empreendimentos implantados antes da edição do decreto (BRASIL, 2002).

O Decreto Federal nº 6.848 de 2009 altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340 de 2002, regulamentando a compensação ambiental. O primeiro e o segundo artigos do decreto alteram os artigos nº 31 e nº 32 do decreto anteriormente tratado. O artigo nº 31 estabelece a forma de cálculo da compensação ambiental (descrito no item 3.3.1.2.2), enquanto o nº 32 institui a câmara de compensação¹ no âmbito do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2009).

3.3.1.1.2. Estado de São Paulo

No Estado de São Paulo há diversas resoluções da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) e um decreto regulamentando aspectos da compensação ambiental no Estado.

A Resolução SMA nº 56 de 2006 estabelece a gradação de impacto ambiental para fins de cobrança de compensação decorrente do licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto. Essa resolução foi elaborada considerando a Lei Federal nº 9.985 de 2000 e o Decreto Federal nº 4.340 de 2002 (SÃO PAULO (ESTADO), 2006).

É interessante ressaltar que a resolução em questão foi elaborada antes da ação de inconstitucionalidade ADIN nº 3.378-6 de 2008 ser julgada, e, por isso, em seu artigo nº 2 ficou determinado que, para a compensação ambiental, deve-se destinar o valor mínimo de 0,5% dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, conforme a redação original da Lei Federal nº 9.985 de 2000.

¹ Órgão colegiado da SMA, composto por membros do setor público e da sociedade civil, com a função de, entre outras, indicar as Unidades de Conservação a serem beneficiadas com os recursos da compensação ambiental, estipular o montante da compensação ambiental a ser destinado a cada Unidade de Conservação, e compatibilizar a aplicação dos recursos com as prioridades de gestão das Unidades de Conservação instituídas pelo Estado de São Paulo.

Estabelecem-se, aqui, métodos de cálculo para a gradação de impactos negativos em diferentes tipos de obras, sendo que o capítulo III trata de atividades minerais, o IV refere-se aos empreendimentos lineares, o V aborda represamentos, e o capítulo VI discorre sobre os demais empreendimentos. O item 3.3.1.2.3 do presente texto descreve o método proposto no capítulo VI.

A Resolução SMA n° 18 de 2007, que disciplina procedimentos para a autorização de supressão de exemplares arbóreos nativos isolados, menciona a compensação no artigo n° 6, que autoriza excepcionalmente a supressão de exemplares nativos isolados ameaçados de extinção ou considerados relevantes. Dessa maneira, no item E, o corte de exemplares arbóreos é autorizado mediante compensação na proporção 50:1, quando for comprovadamente essencial para o desenvolvimento da atividade agropecuária e desde que aprovado o projeto de plantio pelo órgão responsável (SÃO PAULO (ESTADO), 2007).

O Decreto Estadual n° 53.939 de 2009 dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo (SÃO PAULO (ESTADO), 2009).

O inciso III do artigo n°5 determina que, caso um imóvel rural esteja, em extensão, com área recoberta por vegetação nativa inferior ao mínimo de 20% estabelecido na legislação federal, seu proprietário ou possuidor poderá compensar a Reserva Legal. São permitidas três formas de compensação: a) por outra área equivalente em importância ecológica e extensão; b) mediante arrendamento de área sob regime de servidão florestal ou Reserva Legal; c) mediante aquisição de cotas de Reserva Legal, conforme disposto em regulamento específico. Os artigos n° 9 e n° 10, por sua vez, estabelecem critérios para a aceitação da compensação ambiental, como localização e características da área a ser compensada (SÃO PAULO (ESTADO), 2009 (1)).

A Resolução SMA n° 86 de 2009 dispõe sobre os critérios e parâmetros para a compensação ambiental de áreas rurais com pedido de autorização para supressão de vegetação nativa. Assim, são definidas, por exemplo, proporções para a compensação e os locais onde serão realizadas (SÃO PAULO (ESTADO), 2009 (2)).

No artigo nº 5 da Resolução são estabelecidos critérios para a compensação ambiental no caso de concessão de autorização para supressão de vegetação nativa, considerando as escalas de classificação presentes no mapa “Áreas prioritárias para incremento da conectividade¹”, produzido pela equipe de pesquisadores do Projeto Biota FAPESP. Dessa maneira, no inciso I fica definido que, para a escala de 6 a 8 (do mapa), deverá ser compensada área equivalente a seis vezes a área que terá a vegetação suprimida. O inciso II envolve a escala de 3 a 5, que deverá ser compensada com área equivalente a duas vezes àquela em que foi autorizada a supressão. Por fim, o inciso III, referente à escala de 1 a 2, determina que se deve seguir a legislação vigente.

O artigo nº 6 da Resolução SMA nº 86 de 2009 regula como deve ocorrer a compensação tratada no artigo nº 5. Desse modo, ela precisa ser implantada mediante recuperação de áreas degradadas ou na forma de preservação de área equivalente àquela a ser suprimida, na região de mesma escala de classificação do mapa “Áreas prioritárias para incremento para conectividade”. Os parágrafos 1 e 2 do artigo nº 6 estabelecem os locais para realização da compensação, que envolvem: (1) áreas definidas como prioritárias pelo Projeto Biota da FAPESP; (2) áreas de preservação permanente, definidas pela Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965; (3) áreas de interligação de fragmentos florestais remanescentes da paisagem; (4) áreas constantes do Banco de Áreas para Recuperação Florestal da Secretaria do Meio Ambiente; (5) áreas públicas, desde que não sejam alvo de obrigações judiciais ou administrativas determinando sua recuperação, não apresentem passivos ambientais e mediante anuência do Poder Público; e (6) áreas particulares, desde que não sejam alvo de obrigações judiciais ou administrativas determinando sua recuperação, não apresentem passivos ambientais e mediante anuência do proprietário.

3.3.1.1.3. Município de São Paulo

¹ Mapa produzido pela equipe de pesquisadores do Projeto Biota FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), que define categorias de importância para restauração de determinadas áreas.

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, Lei Municipal nº 13.430 de 2002, em seu artigo nº 251, institui o Termo de Compromisso Ambiental (TCA), documento firmado entre o Poder Público e pessoas físicas e jurídicas, resultante da negociação de contrapartida nos casos de autorização para supressão de espécies arbóreas (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2002). O TCA é regulamentado pelo Decreto Municipal nº 47.145 de 2006, que será abordado adiante.

A mesma lei, no artigo nº 252, institui o Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta Ambiental (TAC), documento firmado entre o Poder Público e pessoas físicas e jurídicas responsáveis pela construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades que utilizem recursos ambientais considerados, efetiva ou potencialmente, poluidores. O TAC tem por objetivo a recuperação do meio ambiente degradado, fixando obrigações e condicionantes técnicos, de modo a cessar, adaptar, recompor, corrigir ou minimizar os efeitos negativos da atividade sobre o meio ambiente (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2002).

Os recursos financeiros originados da aplicação do TCA e do TAC são direcionados ao FEMA – Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. O TCA e o TAC também podem ser utilizados como instrumento do Programa de Intervenções Ambientais, que tem a finalidade de proteger, recuperar e melhorar a qualidade ambiental do município por meio de ações voltadas à preservação de áreas verdes e outros recursos naturais, à recuperação de áreas degradadas, ao controle de inundações, entre outros (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2002). O TCA é regulamentado pelos Decretos Municipais nº 47.145 de 2006 e nº 47.937 de 2006.

O artigo nº 256 do Plano Diretor, que trata do licenciamento ambiental, envolve apenas as atividades inclusas na Resolução CONAMA nº 1 de 1986¹. Dessa maneira,

¹ De modo geral, as atividades inclusas na Resolução CONAMA nº 1 são: estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento; ferrovias; portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos; aeroportos; oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários; linhas de transmissão de energia elétrica; obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos; extração de combustível fóssil; extração de minério; aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos; usinas de geração de eletricidade; complexo e unidades industriais e agroindustriais; distritos industriais e zonas estritamente industriais; exploração econômica de madeira ou de lenha; projetos urbanísticos acima de 100ha. ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental; qualquer atividade que utilize carvão vegetal em quantidade superior a dez toneladas por dia.

a licença ambiental para tais atividades ou empreendimentos só pode ser emitida após avaliação do prévio Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (EIA/RIMA). O estudo apresentado para a solicitação da licença deve contemplar, entre outros: diagnóstico ambiental da área; descrição da ação proposta e suas alternativas; identificação, análise e previsão dos impactos significativos, positivos e negativos; definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, bem como daquelas intensificadoras dos impactos positivos.

Em entrevista realizada com funcionários da Secretaria do Verde e Meio Ambiente, foi relatado que está em fase de elaboração uma legislação para o cálculo da compensação ambiental de empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, baseada no Decreto Federal nº 6.848 de 2009.

O artigo nº 257, por sua vez, aborda os impactos nas áreas estritamente urbanas, e exige o Estudo de Impacto de Vizinhança e seu respectivo Relatório de Impacto de Vizinhança (EIVI/RIVI). A lei, contudo, não define quais os empreendimentos e atividades estão inclusas nesse caso. O EIVI deve contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades, incluindo a análise de questões como: “adensamento populacional; equipamentos urbanos e comunitários; uso e ocupação do solo; valorização imobiliária; geração de tráfego e demanda por transporte público; ventilação e iluminação; paisagem urbana e patrimônio natural e cultural; definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, bem como daquelas intensificadoras dos impactos positivos” (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2002). O EIVI/RIVI é regulamentado pelos Decretos Municipais nº 34.713 de 1994, nº 36.613 de 1996, nº 45.817 de 2005 e nº 47.442 de 2006. Para o caso específico de aeródromos, helipontos e heliportos, há a Lei Municipal nº 15.003 de 2009, regulamentada pelo Decreto Municipal nº 50.943 de 2009.

Considerando o Plano Diretor Estratégico, mesmo que não esteja diretamente relacionada à questão ambiental, é interessante aludir à outorga onerosa do direito de construir, já que essa é uma forma de contrapartida, ou compensação, pela construção de uma área maior que a estipulada em lei. Assim, os artigos nº 209 a 216

tratam do assunto, determinando que a prefeitura tem o poder de permitir onerosamente o exercício do direito de construir, mediante contrapartida financeira.

Portanto, nas regiões passíveis de Outorga Onerosa de Potencial Construtivo Adicional, o direito de construir pode ser exercido acima do permitido pela aplicação do Coeficiente de Aproveitamento Básico e até o limite estabelecido pelo uso do Coeficiente de Aproveitamento Máximo, mediante contrapartida financeira. Os estoques de potencial construtivo adicional a serem concedidos através da outorga onerosa são calculados e periodicamente reavaliados “em função da capacidade do sistema de circulação, da infraestrutura disponível, das limitações ambientais e das políticas de desenvolvimento urbano, podendo ser diferenciados por uso residencial e não residencial”.

O artigo nº 213 mostra o cálculo da Contrapartida Financeira pela equação:

$$Ct = Fp \times Fs \times B$$

Onde:

Ct = contrapartida financeira relativa a cada m² de área adicional construída.

Fp = fator de planejamento, entre 0,5 e 1,4, fixado de acordo com a região.

Fs = fator de interesse social, entre 0 e 1,0, fixado de acordo com a região.

B = benefício econômico agregado ao imóvel, calculado segundo a seguinte equação:

$$B = vt \div CAb$$

Sendo:

vt = valor do m² do terreno fixado na Planta Genérica de Valores – PGV

CAb = Coeficiente de Aproveitamento Básico.

O artigo nº 217 do Plano Diretor trata da possibilidade da transferência do direito de construir, ou seja, o proprietário pode exercer em outro local passível de receber o potencial construtivo, deduzindo a área construída utilizada, quando necessário, para fins de: implantação de equipamentos urbanos e comunitários; preservação, quando for considerado de interesse histórico, ambiental, paisagístico, social ou cultural; servir a programas de regularização fundiária, urbanização de áreas ocupadas por

população de baixa renda e habitação de interesse social. O cálculo da área a ser transferida é feito pela equação:

$$ACr = \frac{vtc}{CAc} \times \frac{CAr}{vtr} \times ATc$$

Onde:

ACr = Área construída a ser recebida

vtc = Valor do m² do terreno cedente determinado na PGV

ATc = Área do terreno cedente

vtr = Valor do m² do terreno receptor determinado na PGV

CAc = Coeficiente de aproveitamento do terreno cedente

CAr = Coeficiente de aproveitamento do terreno receptor.

Vale observar que, em 2015, entrou em vigor o novo Plano Diretor Estratégico, que aborda as mesmas questões apontadas pelo plano anterior e descritas neste texto (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2014).

O Decreto Municipal n° 34.713 de 1994 dispõe sobre o Relatório de Impacto de Vizinhança (RIVI) tratado no artigo n° 257 do Plano Diretor Estratégico. O artigo n° 1, que teve seu texto alterado pelo Decreto Municipal n° 36.613 de 1996, determina quais são os empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental, sujeitos ao RIVI. Nota-se que os critérios usados nesse decreto são diferentes dos adotados na Resolução CONAMA n° 1 de 1986. No decreto, são considerados de significativo impacto ambiental os projetos, de iniciativa pública ou privada, referentes à implantação de empreendimentos cujo uso e área de construção compatível estejam enquadrados nos seguintes parâmetros: (I) industrial - igual ou superior a 20.000,00m² (vinte mil metros quadrados); (II) institucional - igual ou superior a 40.000,00m² (quarenta mil metros quadrados); (III) serviços/comércio - igual ou superior a 60.000,00m² (sessenta mil metros quadrados); (IV) residencial - igual ou superior a 80.000,00m² (oitenta mil metros quadrados).

O artigo n° 2 do Decreto Municipal n° 34.713 de 1994 também teve seu texto alterado pelo Decreto Municipal n° 36.613 de 1996, e envolve os empreendimentos dispensados do RIVI. O artigo n° 3 determina os componentes do RIVI, compostos pelos dados necessários para analisar:

- a adequação do empreendimento às condições do local e do entorno;
- as condições viárias da região;
- as condições ambientais específicas do local e de seu entorno.

Para a presente pesquisa, as análises mais interessantes são as relativas à adequação do empreendimento às condições do local e do entorno e às condições ambientais específicas do local e de seu entorno. Elas, além de refletirem quais as características de um empreendimento são relevantes para as políticas públicas, envolvem dados valiosos para a avaliação dos impactos ambientais de canteiros de obras. Dessa maneira, os dados solicitados pelo decreto são:

- I) Dados necessários à análise da adequação do empreendimento às condições do local e do entorno:
 - a) Localização e acessos gerais;
 - b) Atividades previstas;
 - c) Áreas, dimensões e volumetria;
 - d) Levantamento planialtimétrico do imóvel;
 - e) Mapeamento das redes de água pluvial, água, esgoto, luz e telefone no perímetro do empreendimento;
 - f) Capacidade do atendimento pelas concessionárias das redes de água pluvial, água, esgoto, luz e telefone para a implantação do empreendimento;
 - g) Levantamento dos usos e volumetria de todos os imóveis e construções existentes localizados nas quadras limítrofes à quadra ou quadras onde o imóvel está localizado;
 - h) Indicação das zonas de uso constantes da legislação referente ao uso e ocupação do solo das quadras limítrofes à quadra ou quadras onde o imóvel está localizado;
 - i) Indicação dos bens tombados pelo Conpresp ou pelo Condephaat, no raio de 300 (trezentos) metros, contados do perímetro do imóvel ou dos imóveis onde o empreendimento está localizado.
- II) Dados necessários à análise de condições ambientais específica do local e de seu entorno:
 - a) Produção e nível de ruído;
 - b) Produção e volume de partículas em suspensão e de fumaça;

- c) Destino final do material resultante do movimento de terra;
- d) Destino final do entulho da obra;

O Decreto Municipal nº 47.442 de 2006 altera a redação do artigo nº 4 do Decreto Municipal nº 34.713 de 1994, que dispõe sobre a análise do RIVI pelos órgãos competentes.

A Lei Municipal nº 15.003 de 2009, por sua vez, estabelece diretrizes e normas referentes à construção, instalação, reforma, ampliação e utilização de aeródromos, heliportos e helipontos. Nesse caso, as exigências para o EIVI contemplam as seguintes informações:

- a) Adensamento populacional;
- b) Equipamentos urbanos e comunitários;
- c) Uso e ocupação do solo;
- d) Geração de tráfego e demanda por transporte público;
- e) Ruído emitido pelo pouso e decolagem de helicópteros no heliponto ou heliporto, com base no maior helicóptero previsto para o local;
- f) Ruído de fundo do local de implantação, medido em dia útil, durante o período proposto para funcionamento do heliponto ou heliporto;
- g) Ventilação e iluminação;
- h) Paisagem urbana e patrimônio natural e cultural;
- i) Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, bem como daquelas intensificadoras dos impactos positivos.

O Decreto Municipal nº 50.943 de 2009 acrescenta artigos ao Decreto nº 49.969 de 2008, a fim de regulamentar a Lei Municipal nº 15.003 de 2009. Nesse texto, não é tratado o Decreto Municipal nº 49.969 de 2008, pois ele não apresenta referências ao EIVI/RIVI. Sendo assim, o Decreto Municipal nº 50.943 de 2009 determina que o EIVI/RIVI exigido para o licenciamento de heliportos e helipontos deve incluir análise dos efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades, inclusive das seguintes questões, dentre outras:

- a) Equipamentos urbanos e comunitários;

- b) Uso e ocupação do solo;
- c) Ruído emitido pelo pouso e decolagem de helicópteros no heliponto ou heliporto, com base no maior helicóptero previsto para o local;
- d) Ruído de fundo do local de implantação, medido em dia útil, durante o período proposto para o funcionamento do heliponto ou heliporto;
- e) Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, bem como daquelas intensificadoras dos impactos positivos.

O decreto determina que devem ser observados, num raio de 300 metros, a existência de “estabelecimentos de ensino seriado, faculdades, universidades, estabelecimentos hospitalares, maternidades, prontos-socorros, creches, asilos, orfanatos, sanatórios, casas de repouso e geriátricas e equipamentos públicos relevantes”. Também é necessário verificar, num raio de 500m, a presença dos mesmos tipos de estabelecimentos apresentados anteriormente. O decreto igualmente define que o EIVI/RIVI deve abranger uma área de raio de 250m, contados a partir da laje de pouso e decolagem do heliponto.

O Decreto Municipal nº 47.145 de 2006 regulamenta o Termo de Compromisso Ambiental (TCA), instituído pelo artigo nº 251 da Lei nº 13.430 de 2002. O decreto estabelece que a compensação deve ser prioritariamente estabelecida em exemplares arbóreos, de acordo com projetos estabelecidos pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA) (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2006 (1)). Já o artigo nº 4, que teve seu texto alterado pelo Decreto Municipal nº 47.937 de 2006, permite a conversão da compensação em obras e serviços. O método descrito para essa conversão será tratado no item 3.3.1.2.4. O decreto também dispõe de outras formas de compensação e de fatores de redução do valor (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2006 (2)).

A Portaria da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA) nº 6 de 2007 institui a compensação das emissões de Gases de Efeitos Estufa através do plantio de árvores e do manejo adequado dos resíduos gerados pelos eventos realizados nos parques municipais de São Paulo (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2007).

A Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo foi estabelecida pela Lei nº 14.933 de 2009, onde são previstas medidas compensatórias para o caso de

empreendimentos com significativa emissão de gases de efeito estufa, sujeitos a licença ambiental. A lei determina que o Poder Público estabeleça compensação econômica¹, com o objetivo de desestimular as atividades com considerável potencial de emissão dos gases em questão. A receita será destinada ao Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (FEMA), vinculada à execução de projetos de redução de emissão, absorção ou armazenamento desses gases. Segundo a lei, ainda, a equiparação econômica pode também acontecer na forma de investimentos em novas tecnologias, educação, capacitação e pesquisa, conforme critérios e procedimentos a serem definidos em legislação específica (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2009 (1)).

Apesar de ainda não ser lei instituída, aborda-se aqui o Projeto de Lei nº 46 de 2009 pela relevância para a atual pesquisa, uma vez que ele propõe a criação do Banco Municipal de Áreas para Recuperação Ambiental e determina a compensação ambiental no município de São Paulo. O Banco, portanto, é destinado ao cadastramento de áreas carentes de recuperação, que poderá ser feita pelo plantio de exemplares arbóreos nativos. Assim, ele pode ser usado por pessoas físicas ou jurídicas interessadas em investir em reflorestamento como forma de compensação ambiental, compensação voluntária para emissões de gases do efeito estufa ou ação voluntária de responsabilidade social (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 2009 (2)).

A Portaria SVMA nº44 de 2010 disciplina critérios e procedimentos de compensação ambiental pelo manejo por corte, transplante ou qualquer outra intervenção ao meio ambiente. Pretende-se, com isso, a viabilização de projetos de edificação, de parcelamento do solo, de obras de infraestrutura, de obras de utilidade pública ou interesse social. O artigo nº 2 estabelece que a vegetação a ser considerada para efeito de autorização de manejo e respectiva compensação ambiental é aquela composta por espécime ou espécimes vegetais lenhosos, com Diâmetro do Caule à Altura do Peito (DAP) superior a 3,0 cm (SÃO PAULO (MUNICÍPIO), 20010).

No artigo nº 13, fica determinado que a compensação ambiental é exigida para todos os casos de manejo de vegetação arbórea ou intervenção em Áreas de Proteção

¹ Até o momento não foi estabelecida, por meio de legislação, tal compensação econômica.

Permanente, e destina-se a mitigar o impacto ambiental negativo não passível de ser evitado, objetivando-se garantir a manutenção, ampliação e melhoria da cobertura vegetal. Desse modo, tal ação deve ser executada através do plantio de espécies arbóreas e/ou mediante o fornecimento de mudas ao viveiro municipal. Além disso, a medida pode, a critério da Câmara de Compensação Ambiental, ser convertida em obras e serviços que devem, obrigatoriamente, estar relacionados com a eliminação, redução ou recuperação do dano ambiental e com o incremento de áreas verdes no território do município, abrangendo: projetos, obras e serviços necessários à implantação de praças, parques ou parques lineares; projeto e execução de arborização em áreas verdes; recuperação e revitalização de áreas degradadas; aquisição de áreas para implantação de área verde; projeto de proteção da fauna; outras medidas de interesse para proteção, ampliação, manejo e recuperação de áreas verdes.

O método proposto pela Portaria SVMA n°44 de 2010 para compensação será descrito no item 3.3.1.2.5.

3.3.1.2. Métodos para compensação ambiental

Os métodos para compensação ambiental tratados neste item tem origem em legislações federais, do Estado e do município de São Paulo. A exceção é a regra de cálculo do grau de impacto de empreendimentos terrestres, que foi elaborado pelo IBAMA e está descrito no item 3.3.1.2.1.

3.3.1.2.1. IBAMA - Cálculo do grau de impacto de empreendimentos terrestres

Esse método de cálculo foi elaborado em 2005 como revisão de outro adotado anteriormente pelo IBAMA, e tem a responsabilidade pela fixação e aprovação da compensação ambiental de empreendimentos com significativo impacto, de acordo com a Lei Federal n° 9.985 de 2000 (IBAMA, 2005).

Nota-se que ele foi publicado antes do Decreto Federal n° 6.848 de 2009 (item 3.3.1.2.2), que estipula o procedimento de cálculo do valor da compensação ambiental no âmbito da lei citada.

3.3.1.2.1.1. Método de cálculo

O objetivo da metodologia proposta é a gradação do impacto ambiental de empreendimentos terrestres. A gradação implica em “indicar um valor único para uma série complexa de eventos ecológicos”. Os autores afirmam que, além da imprevisibilidade da intensidade desses impactos e das reações do meio ambiente, nem todos eles são quantitativamente valoráveis, o que torna complexa a atribuição de valores. Diante disso, propôs-se uma metodologia que busca tornar o mais transparente e objetiva possível a aplicação da compensação ambiental, uniformizando o processo (IBAMA, 2005).

Uma das diretrizes básicas da metodologia é a conservação da biodiversidade. Assim, deve-se indicar as implicações da implantação e da operação do empreendimento ao ambiente, o que depende de dois fatores: “a) quais e quão intensas são as pressões geradas pelo empreendimento e; b) qual o contexto do ambiente em que essas ocorrerão”. Desses dois fatores, originaram-se dois grupos de indicadores, conforme representado na Figura 3.4.

A proposta traz mais um grupo de indicadores, que é denominado *Indicador Complementar (IC)* e trata da influência do empreendimento em Unidades de Conservação. Os indicadores da metodologia são apresentados no Quadro 3.7.

Figura 3.4 - Grupos de indicadores estruturantes da metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

Indicadores de Pressão - IPs
IP ₁ – Destruição
IP ₂ – Degradação
Indicadores Ambientais - IAs
IA ₁ – Bioma
IA ₂ - Áreas prioritárias para conservação
IA ₃ - Comprometimento da paisagem
IA ₄ - Espécies ameaçadas
Indicador Complementar - IC
IC - Influência em Unidade de Conservação

Quadro 3.7 - Indicadores constituintes da metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

Indicadores de Pressão - IPs

IP₁ - Destruição: expressa a perda de área para a implantação do empreendimento.

Fatores considerados para a construção do indicador:

- Área destruída - representa a área, em hectares, que será ocupada pela implantação do empreendimento;
- Estado de conservação da vegetação - a área a ser ocupada deve ser classificada quanto ao estado de conservação da vegetação: antropizada, estágio primário de regeneração, estágio médio de regeneração ou estágio avançado de regeneração/vegetação primária;
- Número de fitofisionomias - deverá ser informado o número de fitofisionomias, conforme a classificação do IBGE, presentes na área ocupada.

IP_{destruição}

$$= \frac{[Antr_{ha} + (4 \times Inicial_{ha} + 8 \times Médio_{ha} + 16 \times Avançado_{ha}) \times Fit] \times 100}{MAX(35.000_{ha})}$$

- Antr = área de vegetação antropizada¹ afetada
- Inicial = área de vegetação em estágio primário de regeneração afetada
- Médio = área de vegetação em estágio médio de regeneração afetada
- Avançado = área de vegetação em estágio avançado de regeneração/vegetação primária afetada
- Fit = índice relativo ao número de fitofisionomias (de acordo com o Quadro 3.8)
-

Número de fitofisionomias	Índice Fit
1	1
2 a 3	1,2
4 a 5	1,3
Mais de 6	1,4

Quadro 3.8 - Índice de número de fitofisionomias, usado na metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

- MAX = representa que um empreendimento que ocupe 35.000 ha de área já antropizada atinge o valor máximo de $IP_{destruição}$. Esse valor foi baseado no maior empreendimento, em área, licenciado até o momento da elaboração da metodologia. Assim, considerou-se que essa seria a área antropizada que atingiria o valor máximo de compensação. Regiões mais conservadas, uma vez que recebem peso maior, atingem o valor máximo do presente indicador com ocupação de áreas menores.

IP₂ - Degradação: expressa a intensidade dos efeitos negativos da implantação e operação do empreendimento sobre o solo, o ar e a água, bem como o porte do empreendimento.

A classificação do potencial degradador do impacto (PD), considerando o porte do empreendimento (PE), foi baseada na Deliberação Normativa COPAM n° 74 de 2004, do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (Quadro 3.9).

¹ Área antropizada: área onde há ocupação humana

Porte do empreendimento (PE)	Potencial Degradador (PD)		
	Pequeno	Médio	Grande
Pequeno	PP(0)	PM(1)	PG(2)
Médio	MP(1)	MM(2)	MG(3)
Grande	GP(2)	GM(3)	GG(4)

Quadro 3.9 - Classificação de porte e potencial degradado - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

A partir do Quadro 3.9, são atribuídos valores à degradação prevista na qualidade da água, do ar e do solo a ser gerada pelo empreendimento proposto. A soma desses valores é convertida no valor do $IP_{degradação}$.

$$AR_{PEXPD} + ÁGUA_{PEXPD} + SOLO_{PEXPD} = RESULTADO$$

Por exemplo

$$AR_{MP} + ÁGUA_{MG} + SOLO_{MG} = RESULTADO$$

$$1 + 3 + 3 = 7$$

O valor RESULTADO é, então, convertido numa escala de 0-100, onde 12 (valor máximo) corresponde a 100. Esse é o valor $IP_{degradação}$.

$$IP_{degradação} = \frac{RESULTADO \times 100}{12}$$

Indicadores Ambientais - IAs

IA₁ - Biomas: expressa qual a antropização e o grau de proteção do bioma afetado pelo empreendimento.

Os biomas brasileiros foram hierarquizados em função da ameaça e do grau de proteção dos mesmos. Foram consideradas, para isso, as áreas remanescentes e as suas porcentagens protegidas em Unidades de Conservação (Figura 3.5).

Figura 3.5 - Hierarquização dos biomas brasileiros - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

A hierarquização embasou os valores do indicador IA_{Bioma} (Quadro 3.10).

Valores IA Bioma	
Bioma	Valor
Amazônia e Pantanal	1
Caatinga	2
Pampa	3
Mata Atlântica	4
Cerrado	5

Quadro 3.10 - Indicador Ambiental Bioma - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

IA₂ - Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: expressa a interferência do empreendimento em área considerada como prioritária para a conservação, a utilização sustentável e a repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.

Para a definição dos indicadores **IA** Áreas prioritárias para a conservação, considerou-se os territórios prioritários para a biodiversidade apresentados na Figura 3.6.

Figura 3.6 - Mapa síntese das áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Fonte: IBAMA (2005).

Assim estabeleceu-se uma escala de valores para a definição do indicador em questão (Quadro 3.11).

Valores IA Áreas Prioritárias para a Conservação	
Classe de prioridade	Valor
Extremamente alta / Insuficientemente conhecida	5
Muito alta	4
Alta	3
Não classificada	1

Quadro 3.11 - Valor para o Indicador Áreas Prioritárias para a Conservação - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

IA₃ - Comprometimento da paisagem: expressa a estrutura da paisagem e o grau de comprometimento do funcionamento dos ecossistemas na região de implantação do empreendimento.

Para avaliar o grau de comprometimento, são considerados três níveis:

1. *Pouco comprometida*: paisagem quase totalmente íntegra; grandes blocos intactos com mínima influência do entorno; conexão garante dispersão de todas as espécies; populações persistentes e pouco afetadas pelas pressões antrópicas; processos funcionais íntegros e pouco alterados/afetados por atividades antrópicas; estrutura trófica íntegra com presença de espécies de "topo de cadeia trófica", bem como de "grandes carnívoros";
2. *Medianamente comprometida*: paisagem parcialmente antropizada e fragmentada; pelo menos um grande bloco; conexão entre fragmentos permite dispersão da maioria das espécies; populações de espécies chave comprometidas, mas processos funcionais preservados;
3. *Muito comprometida*: paisagem predominantemente antropizada; fragmentos pequenos e isolados; conexão e dispersão entre fragmentos comprometidos; totalmente influenciados pelas atividades do entorno (sem área núcleo); predadores de topo de cadeia, grandes herbívoros ou outras espécies chaves perdidas; invasão por espécies exóticas; estrutura e função comprometidas.

Assim, de acordo com as características da área, aplicam-se os valores do Quadro 3.12.

Valores IA _{comprometimento}	
Grau de criticidade	valor
Pouco comprometida	5
Medianamente comprometida	3
Muito comprometida	1

Quadro 3.12 - Valores para o Comprometimento - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

IA₄ - Espécies ameaçadas: expressa a existência de espécies ameaçadas de extinção, na fauna ou na flora, na área de influência do empreendimento.

Dois fatores são considerados para a avaliação do Indicador Ambiental Espécies Ameaçadas: (1) a ocorrência de fauna e flora ameaçadas na área de influência do empreendimento; (2) o tipo de impacto que o empreendimento irá acarretar sobre as espécies ameaçadas.

Para a atribuição de valor ao indicador, deve-se considerar o esquema da Figura 3.7. Considera-se, entre fauna e flora, o valor mais restritivo.

Figura 3.7 - Esquema para determinação do valor do Indicador Espécies Ameaçadas - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005)

Indicador Complementar - IC

IC - Influência em Unidade de Conservação: expressa a existência de influência do empreendimento em Unidades de Conservação.

Considera-se, para a determinação do indicador, as categorias de Unidades de Conservação definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação, subdivididas em grupos de acordo com a dominalidade da terra (pública, concessão de uso comunitário ou mista) e categoria (proteção integral ou uso sustentável) (Quadro 3.13).

Unidade de conservação	Grupo	Tipo de influência em UC	
		Direta	Indireta
Reserva Biológica	1	30%	25%
Estação Ecológica			
Parque			
Floresta	2	25%	20%
Reserva da Fauna			
Reserva Extrativista	3	20%	15%
Reserva de Desenvolvimento Sustentável			
Monumento Natural	4	15%	10%
Reserva de Vida Silvestre			
Área de Proteção Ambiental	5	10%	5%
Área de Relevante Interesse Ecológico			
Reserva Particular de Patrimônio Natural			
Zona de Amortecimento			

Quadro 3.13 - Indicador Complementar: Influência em Unidade de Conservação - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

Cálculo do Grau de Impacto (GI)

Para o cálculo do Grau de Impacto, considera-se os indicadores apontados. Dessa forma, calcula-se o Indicador de Pressão $IP_{final.}$, sendo que o IP_1 e o IP_2 variam de 0 a 100, enquanto o IP_{final} varia de 0 a 200.

$$IP_1 + IP_2 = IP_{final}$$

Para o cálculo do Indicador Ambiental IA_{final} , é c levada em conta a ponderação indicada no Quadro 3.14.

IA_{final}	
Indicador Ambiental	Valor
IA ₁ - Bioma	20%
IA ₂ - Áreas prioritárias para conservação	30%
IA ₃ - Comprometimento da paisagem	40%
IA ₄ - Espécies ameaçadas	10%

Quadro 3.14 - Ponderação dos Indicadores Ambientais - metodologia de gradação de impacto ambiental do IBAMA. Fonte: IBAMA (2005).

Assim, aplica-se uma equação com as respectivas ponderações, de modo a se obter um valor intermediário. Os indicadores IA_{1a4} variam entre 1 e 5, assim como o IA_{int}.

$$0,2 \times IA_1 + 0,3 \times IA_2 + 0,4 \times IA_3 + 0,1 IA_4 = IA_{int}$$

O IA_{final}, por sua vez, deve variar de 1 a 3 e é calculado por uma conversão utilizando a fórmula abaixo:

$$1 + \left[\frac{(IA_{int} - 1)}{2} \right] = IA_{final}$$

O cálculo para o Grau de Impacto, quando não há interferências em Unidades de Conservação é feito pela equação:

$$\frac{IP_{final} \times IA_{final}}{6} = GI$$

Por outro lado, se houver interferências em Unidades de Conservação, esse fator é incluído no cálculo:

$$\frac{IP_{final} \times IA_{final}}{6} \times IC = GI$$

O GI varia de 0 a 100. Logo, considera-se o GI como porcentagem do valor máximo a ser estabelecido. Por exemplo, se o valor máximo for 5%, um GI=50 é equivalente à compensação de 2,5%, enquanto um GI=100 equivale a 5% de compensação. E esse

valor, ao ser multiplicado pelos custos do empreendimento, dá a quantia final da compensação.

3.3.1.2.1.2. Considerações sobre o método

Por ser uma publicação técnica, e não uma lei, decreto ou resolução, a metodologia de cálculo do IBAMA mostra-se bastante detalhada em comparação com as outras apresentadas. É interessante observar que ela desconsidera os impactos que possam ser mitigados, reiterando o princípio, frequentemente encontrado nos métodos internacionais, de que primeiro deve-se mitigar os impactos e, quando não for possível, aí sim compensá-los.

Uma crítica feita ao método diz respeito à escala que, em geral, é apresentada em valores de 0 a 5 e utilizada para diversos índices. A escala não necessariamente precisa obedecer a esse intervalo entre os números. No Quadro 3.10, os valores do IA_{Bioma} poderiam variar num intervalo maior (de 0 a 20, por exemplo), de modo a ilustrar melhor os graus de diferença entre os biomas. O mesmo vale para os valores do Quadro 3.9, que poderiam variar num intervalo maior.

Outro problema está em atribuir valores aos biomas (IA_{Bioma}), causando, assim, uma hierarquização. Esse processo resultou em Amazônia e Pantanal como sendo 5 vezes menos importantes do que o Cerrado, conforme Quadro 3.10, dando a sensação de que é permitido não preservar os biomas menos divulgados.

Por fim, a metodologia não apresenta embasamento científico para inserir valores nas equações. Por exemplo, em IP destruição, atribuiu-se peso 4, 8 e 16, mas não se explicou o motivo. Outro exemplo é a ponderação aplicada aos indicadores do Quadro 3.14, que não mostra nenhuma referência sobre como se deu a adoção dos valores.

Portanto, entende-se que o método de cálculo apresentado pelo IBAMA atinge seu objetivo, que é o de avaliar o grau de impacto, determinando a compensação ambiental e priorizando a conservação da biodiversidade. Porém, a publicação não

apresenta embasamento científico para os parâmetros adotados¹, causando dúvidas sobre como se chegou a essa formulação.

3.3.1.2.2. Decreto Federal nº 6.848 de 14 de maio de 2009

O decreto estipula o procedimento de cálculo do valor da compensação ambiental, no âmbito da Lei nº 9.985 de 2000.

3.3.1.2.2.1. Método de cálculo

Para o cálculo do valor da compensação ambiental devem ser observados cinco índices: Índice Magnitude (IM), Índice Biodiversidade (IB), Índice Abrangência (IA), Índice Temporalidade (IT) e Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias (ICAP).

Índice Magnitude (IM)

O IM varia de 0 a 3 e avalia a existência e a relevância dos impactos ambientais significativos negativos associados ao empreendimento, analisados de forma integrada (Quadro 3.15).

Valor	Atributo
0	Ausência de impacto ambiental significativo negativo
1	Pequena magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais
2	Média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais
3	Alta magnitude do impacto ambiental negativo

Quadro 3.15 - Índice Magnitude, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).

Índice Biodiversidade (IB)

O IB varia de 0 a 3 e avalia o estado da biodiversidade anteriormente à implantação do empreendimento (Quadro 3.16).

¹ Não se afirma, aqui, que os parâmetros foram adotados sem embasamento científico, mas sim que eles não foram explicitados, impedindo que se critique a metodologia apresentada.

Valor	Atributo
0	Biodiversidade se encontra muito comprometida
1	Biodiversidade se encontra medianamente comprometida
2	Biodiversidade se encontra pouco comprometida
3	Área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção

Quadro 3.16 - Índice Biodiversidade, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).

Índice Abrangência (IA)

O IA varia de 1 a 4 e avalia a extensão espacial de impactos negativos sobre os recursos ambientais (Quadro 3.17).

Para empreendimentos lineares (como rodovias, ferrovias, dutos e linhas de transmissão), o IA deve ser avaliado separadamente para cada microbacia, ainda que o trecho submetido ao processo de licenciamento ultrapasse os limites de cada uma delas.

Valor	Atributos para empreendimentos terrestres, fluviais e lacustres	Atributos para empreendimentos marítimos ou localizados concomitantemente nas faixas terrestre e marítima da Zona Costeira	Atributos para empreendimentos marítimos (profundidade em relação à lâmina d água)
1	Impactos limitados à área de uma microbacia	Impactos limitados a um raio de 5km	Profundidade maior ou igual a 200 metros
2	Impactos que ultrapassem a área de uma microbacia, mas limitados à área de uma bacia de 3ª ordem	Impactos limitados a um raio de 10km	Profundidade inferior a 200 e superior a 100 metros
3	Impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 3ª ordem e limitados à área de uma bacia de 1ª ordem	Impactos limitados a um raio de 50km	Profundidade igual ou inferior a 100 e superior a 50 metros
4	Impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 1ª ordem	Impactos que ultrapassem o raio de 50km	Profundidade inferior ou igual a 50 metros

Quadro 3.17 - Índice Abrangência, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).

Índice Temporalidade (IT)

O IT varia de 1 a 4 e refere-se à resiliência¹ do ambiente ou bioma em que se insere o empreendimento, avaliando a persistência dos impactos negativos provocados (Quadro 3.18).

Valor	Atributo
1	Imediata: até 5 anos após a instalação do empreendimento
2	Curta: superior a 5 e até 15 anos após a instalação do empreendimento
3	Média: superior a 15 e até 30 anos após a instalação do empreendimento
4	Longa: superior a 30 anos após a instalação do empreendimento

Quadro 3.18 - Índice Temporalidade, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).

Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias (ICAP)

O ICAP varia de 0 a 3 e avalia o comprometimento sobre a integridade de fração significativa da área prioritária impactada pela implantação do empreendimento, conforme mapeamento oficial de áreas prioritárias aprovado por meio de ato do Ministro do Meio Ambiente (Quadro 3.19).

Valor	Atributo
0	Inexistência de impactos sobre áreas prioritárias ou impactos em áreas prioritárias totalmente sobrepostas a unidades de conservação
1	Impactos que afetem áreas de importância biológica alta
2	Impactos que afetem áreas de importância biológica muito alta
3	Impactos que afetem áreas de importância biológica extremamente alta ou classificadas como insuficientemente conhecidas

Quadro 3.19 - Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009).

Avaliados os índices indicados, eles são utilizados para o cálculo do Impacto sobre a Biodiversidade (ISB) e do Comprometimento de Área Prioritária (CAP).

¹ Por resiliência entende-se a capacidade de o sistema superar o distúrbio imposto por um fenômeno externo.

Impacto sobre a Biodiversidade (ISB)

O índice tem como objetivo contabilizar os impactos do empreendimento diretamente sobre a biodiversidade, na sua área de influência direta e indireta. O ISB varia entre 0 e 0,25%, sendo 0 nenhum impacto e 0,25% o valor máximo atribuído a eles..

$$ISB = \frac{IM \times IB (IA + IT)}{140}$$

- IM = Índice Magnitude
- IB = Índice Biodiversidade
- IA = Índice Abrangência
- IT = Índice Temporalidade

Comprometimento de Área Prioritária (CAP)

O CAP tem por objetivo contabilizar os efeitos do empreendimento sobre a área prioritária em que se insere. Empreendimentos que tenham impactos insignificantes para a biodiversidade local podem, no entanto, por meio de suas intervenções, mudar a dinâmica de processos ecológicos, afetando ou comprometendo as áreas prioritárias. O índice varia entre 0 e 0,25%.

$$CAP = \frac{IM \times ICAP \times IT}{70}$$

- IM = Índice Magnitude
- ICAP = Índice Comprometimento de Área Prioritária
- IT = Índice Temporalidade

Os valores calculados para o ISB e o CAP são utilizados no cálculo do Grau de Impacto (GI).

Grau de Impacto (GI)

O GI pode atingir valores de 0 a 0,5%, sendo que 0 representa que o empreendimento não apresenta impactos sujeitos a compensação, enquanto 0,5% é o valor máximo atribuído ao grau de impacto.

$$GI = ISB + CAP + IUC$$

- ISB = Impacto sobre a biodiversidade
- CAP = Comprometimento de Área Prioritária
- IUC = Influência em Unidades de Conservação

Influência em Unidades de Conservação (IUC)

O IUC varia de 0 a 0,15% e avalia a influência do empreendimento sobre as Unidades de Conservação ou suas zonas de amortecimento, sendo que os valores podem ser considerados cumulativamente até máximo de 0,15%. Esse IUC será diferente de 0 quando for constatada a incidência de impactos em Unidades de Conservação ou suas zonas de amortecimento (Quadro 3.20).

Valor	Atributo
0,15%	G1: parque (nacional, estadual e municipal), reserva biológica, estação ecológica, refúgio de vida silvestre e monumento natural
0,10%	G2: florestas (nacionais e estaduais) e reserva de fauna
0,10%	G3: reserva extrativista e reserva de desenvolvimento sustentável
0,10%	G4: área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico e reservas particulares do patrimônio natural
0,05%	G5: zonas de amortecimento de unidades de conservação

Quadro 3.20 - Influência em Unidades de Conservação, utilizado para o cálculo do valor da compensação ambiental conforme o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Fonte: Brasil (2009)

Por fim, o GI é utilizado no cálculo do valor da compensação ambiental.

$$CA = VR \times GI$$

- CA = Valor da compensação ambiental;

- VR = somatório dos investimentos necessários para a implantação do empreendimento, não inclusos, aqui, aqueles referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação dos impactos causados. Da mesma forma, não são contemplados os encargos e custos incidentes sobre o financiamento da obra, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais;
- GI = Grau de Impacto nos ecossistemas (valores entre 0 e 0,5%)

3.3.1.2.2.2. Considerações sobre o método

O método definido no Decreto Federal nº 6.848 de 2009 apresenta o Índice Magnitude (IM), o Índice Biodiversidade (IB), o Índice Abrangência (IA), o Índice Temporalidade (IT) e o Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias (ICAP), mas não explica, contudo, como se chegou a tais valores. Além disso, os índices apresentam, em geral, valores entre 0 e 4 que, quando empregados na fórmula do ISB e do CAP, não utilizam diferentes ponderações para cada um, tornando a importância de todos eles homogênea no cálculo.

O valor do Grau de Impacto (GI) pode atingir um máximo de 0,5%, o que, no cálculo final, pode resultar em um número para a compensação ambiental incompatível com a real necessidade da recuperação da área impactada. Ter um limite máximo para o grau de impacto é questionável, resulta, porém, da própria metodologia proposta. Ou seja, para alterar o GI seria necessário modificar todo o método.

3.3.1.2.3. Resolução Secretaria do Meio Ambiente (SMA) nº 56, de 27 de dezembro de 2006 (Estado de São Paulo)

Esta resolução estabelece a gradação de impacto ambiental para fins de cobrança de compensação ambiental.

3.3.1.2.3.1. Método de cálculo

O valor da compensação ambiental (CA) é em função do custo total de implantação do empreendimento (CT) e dos fatores de compensação ambiental (F).

$$CA = CT$$

Os fatores de compensação são determinados de acordo com a tipologia do empreendimento, que são: atividades minerárias, empreendimentos lineares, represamentos e demais tipologias de empreendimentos. Neste texto, será abordado apenas o último caso, por ser o mais próximo do objeto de estudo.

Dessa maneira, o Quadro 3.21 apresenta os fatores de compensação. Se o empreendimento se enquadrar em mais de uma situação, os fatores são considerados de forma cumulativa.

Critérios		Fator
Ocorrência de espécies de flora ameaçadas de extinção (considerar apenas o maior valor)	Em Área Diretamente Afetada (ADA)	0,3%
	Área de Influência Direta (AID)	0,2%
Ocorrência de espécies de fauna ameaçadas de extinção		0,2%
Fragmentação da vegetação nativa		0,1% por fragmentação
Implantação em zona de amortecimento de Unidades de Conservação (UC) do grupo de Proteção Integral		0,2% por UC afetada
Implantação em Área de Proteção e Recuperação de Mananciais		0,1%
Implantação em áreas ambientalmente frágeis		0,1%

Quadro 3.21 - Fatores para compensação ambiental, estabelecidos pela Resolução SMA n° 56 de 2006. Fonte: São Paulo (município) (2006).

3.3.1.2.3.2. Considerações sobre o método

O cálculo proposto é bastante simples (ressalta-se que é anterior ao proposto pelo Decreto Federal n° 6.848 de 2009), e deixa algumas lacunas. Por exemplo, não há considerações sobre as características dos impactos (intensidade, frequência etc.). Não importa, portanto, o grau do impacto, apenas o que ele afeta, como o que

acontece na ocorrência de espécies da fauna em extinção, em que o fator é sempre 0,2%, não importando quantos espécimes são afetados.

Vale destacar que a Resolução estabelece como valor mínimo para a compensação ambiental o percentual de 0,5% (meio por cento) dos custos totais previstos para sua implantação. Esse valor é incoerente em relação ao Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009, que estabeleceu tal percentual como sendo o máximo. Isso provavelmente se deu, pois a Resolução Estadual é de 2006, enquanto o Decreto Federal foi estabelecido em 2009.

3.3.1.2.4. Decreto Municipal nº 47.145, de 29 de março de 2006 (Município de São Paulo)

O cálculo apresentado no decreto refere-se à conversão da compensação em obras e serviços. As obras e os serviços que podem ser objeto de conversão da compensação ambiental são aqueles relacionados à eliminação ou à redução de dano ambiental.

3.3.1.2.4.1. Método de cálculo

$$Vi = (Mt - M) \times (Vm + Vp)$$

- Vi = valor das obras e serviços;
- Mt = número total de mudas compensatórias;
- Mp = número total de mudas plantadas;
- Vm = valor monetário da muda, com manutenção pelo período de 2 (dois) anos;
- Vp = valor monetário do protetor¹.

3.3.1.2.4.2. Considerações sobre o método

O método descrito tem relação direta com o Termo de Compromisso Ambiental, instituído pelo Plano Diretor Estratégico (item 3.3.1.1.3) e que trata de compensação

¹ Protetor refere-se aos equipamentos de proteção das mudas, como cercados metálicos.

arbórea. Assim, a conversão se dá em função do número de árvores que deveriam ser compensadas. O cálculo é muito simples e atende ao seu objetivo.

3.3.1.2.5. Portaria da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA) nº44, de 3 de junho de 2010 (Município de São Paulo)

3.3.1.2.5.1. Método de cálculo

O cálculo da compensação, de acordo com a Portaria SVMA nº44 de 2010, é dado pela fórmula:

$$CF = (A + B + C + D + E + M) \times F \times Fr_3$$

- CF = nº de mudas de compensação final;
- A = compensação ambiental referente à remoção de vegetação arbórea presente em Área de Preservação Permanente;
- B = compensação aplicada referente à remoção de Vegetação de Preservação Permanente que não esteja presente em Área de Preservação Permanente (APP);
- C = compensação aplicada referente à remoção de espécies ameaçadas de extinção;
- D = compensação aplicada referente à remoção de vegetação arbórea no restante do imóvel;
- E = compensação ambiental referente à remoção de Eucalipto, Pinus e exemplares com valor de DAP entre 3,0 e 4,9 cm, se dá na proporção de 1;
-
- M = compensação ambiental referente à remoção de árvores mortas na proporção de 1:1;
- Fr1 = fator redutor - empreendimento de interesse social;
- Fr3 = fator redutor - redução em decorrência do plantio com DAP¹ 5,0 ou 7,0 cm.

¹ Diâmetro a altura do peito.

Fatores A, B, C, D

Para o cálculo de A, B, C e D são utilizados os fatores:

- It = fator de compensação encontrado para transplante. É obtido pela média aritmética, em centímetros, dos 10% dos maiores DAP encontrados nos exemplares nativos (It), ou nos exóticos (Ie), ou nas espécies ameaçadas de extinção (Itex) a serem transplantados, observando-se a proporcionalidade do Quadro 3.22.

DAP (cm)	Classe It
5 - 10	2:1
11 - 30	3:1
31 - 60	6:1
61 - 90	10:1
91 - 120	14:1
121 - 150	18:1
Maior que 150	20:1

Quadro 3.22 - Fator de compensação para árvores transplantadas. Fonte: São Paulo (município) (2010).

- T = nº de exemplares arbóreos removidos por transplante (Tn, nativas; Te, exóticas; e Tex, ameaçadas de extinção);
- Ic = fator de compensação encontrado para corte. É obtido pela média aritmética, em centímetros, dos 10% dos maiores DAP encontrados nos exemplares nativos (Icn) e nos exóticos (Ice) ou nas espécies ameaçadas de extinção (Icex) a serem cortados, observando-se a proporcionalidade do Quadro 3.23.

DAP (cm)	Classe Ic
5 - 10	3:1
11 - 30	6:1
31 - 60	9:1
61 - 90	15:1
91 - 120	21:1
121 - 150	30:1
Maior que 150	45:1
Eucaliptos e pinus	1:1
Árvore morta	1:1

Quadro 3.23 - Fator de compensação para corte de árvores. Fonte: São Paulo (município) (2010).

- C = nº de exemplares arbóreos removidos por corte (Cn, nativas; Ce, exóticas; e Cex, ameaçadas de extinção)
- Fm = fator multiplicador - identifica o valor ecológico do elemento verde, nativo ou exótico, ou da área abrangida pelo corte ou remoção dos exemplares arbóreos (Quadro 3.24).

Itens	Características da área	Fator Multiplicador
A	Vegetação arbórea considerada de preservação permanente (APP/VPP) nos termos da Lei Federal 4.771/65 em seus artigos 2º e 3º, Resolução Conama 303 e Lei Municipal 10.365/87, artigos 4º	10
B	Exemplares arbóreos presentes na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção do IBAMA (Portaria 37-N /1992), quando autorizado pelo DEPRN / IBAMA	5
C	Maciço arbóreo com área de copa superior a 1.000m², enquadrado na Resolução CONAMA 01/94	4
D	Maciço arbóreo com área de copa inferior a 1.000m², enquadrada na Resolução CONAMA 01/94	3
E	Vegetação de Preservação Permanente de acordo com a Lei Municipal 10.365/87, artigo 4º, § 2º, letra a, números 1, 2, 3 e 4, com as seguintes características: mais de 50% de vegetação arbórea nativa da flora brasileira (maior parte dos indivíduos arbóreos com DAP entre 31 e 60cm)	3
F	Vegetação de Preservação Permanente de acordo com a Lei Municipal 10.365/87, artigo 4º, § 2º, letra a, números 1, 2, 3 e 4 com as seguintes características: mais de 50% de vegetação arbórea nativa da flora brasileira (maior parte dos indivíduos arbóreos com DAP entre 10 e 30cm).	2
G	Todas as situações que não se enquadrem nos itens já descritos.	1

Quadro 3.24 - Fator Multiplicador para cálculo da compensação. Fonte: São Paulo (município) (2010).

As fórmulas de cálculo de A, B, C e D são:

$$A = [(Ite \times Te + Ice \times Ce) \times 50\% + (It_n \times T_n + Icn \times C_n)] \times Fm$$

$$B = [(Ite \times Te + Ice \times Ce) \times 50\% + (It_n \times T_n + Icn \times C_n)] \times Fm$$

$$C = (It_{ex} \times T_{ex} + Ic_{ex} \times C_{ex}) \times Fm$$

$$D = [(Ite \times Te + Ice \times Ce) \times 50\% + (It_n \times T_n + Icn \times C_n)] \times Fm$$

Outros Fatores

E = número de Eucaliptos e Pinus

M = número de árvores mortas removidas

Fr1 = se o empreendimento for de interesse social, o fator é 0,5¹

Fr3 = fator redutor - redução em decorrência do plantio com DAP 5,0 ou 7,0 cm
(Quadro 3.25)

DAP (cm)	Fator redutor	Fr3
3	0	0
5	30%	$\frac{\text{Número de mudas plantadas}}{0,7}$
7	50%	$\frac{\text{Número de mudas plantadas}}{0,5}$

Quadro 3.25 - Fator Redutor Fr3 para cálculo da compensação. Fonte: São Paulo (município) (2010).

A compensação final, em número de mudas, pode ser convertida em valor monetário conforme o cálculo abaixo

¹ Esse fator foi extraído do Decreto Municipal 47.145, de 2006.

$$VCF = CF \times V$$

- VCF = valor monetário da medida compensatória
- CF = número de mudas de compensação final
- V = valor monetário de plantio de uma unidade

$$V = Vm +$$

- V = valor monetário de plantio de uma unidade
- Vm = valor monetário de muda calculado pela SVMA
- Vp = valor monetário do protetor

3.3.1.2.5.2. Considerações sobre o método

O método de cálculo é simples e envolve apenas o manejo de vegetação, que é o objeto da compensação da Portaria SVMA n°44, de 3 de junho de 2010. Não há, contudo, justificativa para os valores propostos à compensação, como proporções relacionadas ao DAP e fatores redutores.

3.3.1.3. Considerações sobre a legislação voltada à compensação ambiental no Brasil

A compensação ambiental no Brasil abrange apenas os grandes empreendimentos com impacto ambiental significativo, para os quais é necessária a elaboração de EIA/RIMA, conforme a Resolução CONAMA n° 1 de 1986. No estado de São Paulo e em sua capital, além desse caso, também é realizada, para empreendimentos de todos os portes, a compensação por manejo de árvores.

Certamente a compensação por manejo de árvores é relevante, porém, ao considerarmos o setor de edificações da construção civil, a remoção de vegetação não é o único impacto de um empreendimento, ainda mais se levarmos em conta a etapa de obras e os seres humanos afetados. Os impactos ambientais relativos à

execução de edifícios envolvem, dentre outros, os decorrentes dos resíduos gerados, do consumo de recursos, dos incômodos e poluições e das diversas interferências causadas pela implantação e operação do próprio canteiro de obras. Sendo assim, para se compensar os danos relativos à etapa de execução de um empreendimento, é necessário considerar outros diversos aspectos e impactos ambientais, e não somente a remoção de árvores.

3.3.2. Exemplos de compensação ambiental na região metropolitana de São Paulo

Assim como foram descritos casos representativos da compensação ambiental em diversos países, buscou-se também apresentar exemplos na região metropolitana de São Paulo. A dificuldade nessa abordagem se dá no acesso às informações, pois a prefeitura não disponibiliza os processos que determinam a compensação ambiental dos empreendimentos.

Após extensas buscas na internet, foram encontrados poucos dados relativos à compensação ambiental de obras sujeitas ao EIA/RIMA ou EVA na cidade de São Paulo. Portanto, frente a tais dificuldades, foram selecionados dois empreendimentos para análise: o Rodoanel e a Nova Marginal, cujas compensações são descritas no site da Dersa¹ e em notícias de jornal.

Como fonte alternativa de dados, utilizaram-se os EIA/RIMA disponibilizados no site² da prefeitura de São Paulo. Esses documentos apresentam propostas de compensação ambiental que ainda serão submetidas à análise pela SVMA. Apesar de não ser a deliberação final, os casos são interessantes, uma vez que se diferenciam dos exemplos anteriormente citados (o prolongamento da Linha 2 Verde do Metrô, no trecho Oratório a Cidade Tiradentes; e a ampliação do Terminal de Cargas Fernão Dias).

3.3.2.1. Complexo Logístico Fernão Dias

¹ <http://www.dersa.sp.gov.br/>

² http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/eia_rimaeva/index.php?p=170

3.3.2.1.1. O empreendimento e as questões ambientais

O Terminal de Cargas Fernão Dias é um empreendimento localizado na conjunção das rodovias BR-381/SP-010 - Fernão Dias e BR-116/SP-060 - CCR Nova Dutra (Figura 3.8 e Figura 3.9). Idealizado em 1974 como parte do plano de reurbanização da Zona Leste e dos subdistritos de Vila Guilherme e Tucuruvi, teve sua primeira etapa concluída em 1986, não sendo nenhuma outra executada desde então. O primeiro momento de obras contou com a implantação de um estacionamento provisório de caminhões (já desativado), a execução das obras de infraestrutura do loteamento e a construção de 62 galpões. A situação atual pode ser vista na Figura 3.8.

• Área 1: Galpões da ASSOCIFERDI - Associação dos Empresários de Transporte de Cargas do Terminal Fernão Dias; • Área 2: Posto de combustível; • Área 3: RodoShopping; • Área 4: Propriedade da SP Urbanismo; • Área 5: Propriedade da SP Urbanismo, ocupada pela Favela do Violão;	• Área 6: Propriedade da SP Urbanismo, ocupada por um estacionamento de caminhões e por uma área de lazer da comunidade; • Área 7: Garagem de ônibus; • Área 8: Falcon Indústria e Comércio Ltda; • Área 9: Antiga fábrica da Estrela Brinquedos S/A, que está desativada, cuja área foi desmembrada em vários novos proprietários

Figura 3.8 - Imagem de satélite indicando o local do Atual terminal de Cargas e a região envolvida no projeto de ampliação. Fonte: Pöyry Tecnologia Ltda (2011).

A ampliação do terminal em questão, proposta em 2010, resultará no Complexo Logístico Fernão Dias, que é constituído de dois blocos: (1) Área Social, composta por

conjunto residencial, parque linear, urbanização da Favela do Violão II, melhoria paisagística, entre outros, totalizando uma área de 50.170,07 m²; (2) Complexo Logístico, formado por centro de concentração de cargas, de armazenamento e de distribuição para o município de São Paulo (Área Logística), acrescido de instalações de serviços e comércio (Área Comercial) e apoio aos usuários (*Truck Center*), ocupando uma área de 448.244 m² (Figura 3.9).

Figura 3.9 - Foto de satélite indicando o projeto de ampliação do Terminal de Cargas Ferno Dias. Fonte: Pöyry Tecnologia Ltda. (2011).

Para a análise voltada ao Licenciamento Ambiental de tal empreendimento, utilizou-se o EVA - Estudo de Viabilidade Ambiental (apresentado em Pöyry Tecnologia LTDA - 2011-, sendo a referência para a elaboração deste item). Os motivos da escolha de um instrumento de complexidade reduzida (em relação ao EIA/RIMA) foram: (1) o fato de que a ampliação já era prevista desde a sua concepção original; (2) a área do empreendimento já é impactada, e o projeto prevê a recuperação da degradação existente; (3) o projeto está de acordo com o Plano Regional Estratégico da Subprefeitura de Vila Maria/Vila Guilherme e com o Plano Diretor Estratégico; (4) o projeto prevê a urbanização de uma favela existente, com implantação de unidades habitacionais e de Parque Linear, assim como a construção de equipamentos sociais.

O Estudo de Viabilidade Ambiental identificou os possíveis impactos do empreendimento em função de suas fases de planejamento, implantação e operação, indicando também quais são as atividades e aspectos correspondentes (Quadro 3.26).

Fa-ses	Com po-nente	Atividade	Aspecto	Impacto
Planejamento	Físico	Existência de atividades prévias à instalação do empreendimento	Contaminação de solo	Risco de contaminação de água subterrânea e geração de gases
	Socioeconômico	Disseminação de informações sobre a implantação do empreendimento	- Geração de empregos - Melhoria da qualidade de vida	Geração de expectativa na população
		Desistência da realização do empreendimento	Perda dos benefícios socioambientais do projeto	Não realização do empreendimento
		Disseminação de informações sobre a implantação do empreendimento	Valorização do preço dos imóveis na região e aumento de concorrência	Valorização do mercado imobiliário
Implantação	Físico	Obra de terraplenagem, construção civil e pavimentação na área do empreendimento	Alteração da topografia e movimentação de terra	Erosão e assoreamento
		Movimentação de veículos e máquinas	Geração de poeira e gases	Alteração da qualidade do ar
		Movimentação de veículos e máquinas	Geração de ruído	Incômodo à vizinhança em relação ao ruído
		Disposição inadequada dos resíduos sólidos e líquidos gerados	Risco potencial de contaminação de solo e água subterrânea	Alteração na qualidade do solo e/ou das águas devido à disposição inadequada de resíduos
		Obra de terraplenagem	Risco potencial de contaminação de solo e água subterrânea	Disposição inadequada dos entulhos da demolição do Carandiru
		Construção de prédios e áreas de serviços	Alteração no gabarito (altura das edificações)	Alteração visual da paisagem natural
		Construção de prédios e áreas de serviços	Supressão de vegetação e obras de terraplenagem	Alteração do índice de permeabilidade local
	Biótico	Obra de terraplenagem, construção civil e pavimentação na área do empreendimento	Alteração na característica da flora	Supressão da vegetação e hábitat terrestre
		Obra de terraplenagem, construção civil e pavimentação na área do empreendimento	Afugentamento de animais	Alteração da estrutura das comunidades faunísticas
	Socioeconômico	Contratação de mão de obra temporária para a implantação do empreendimento	Surgimento de postos de trabalho temporários	Geração de empregos temporários diretos e indiretos
		Aumento no trânsito de veículos para transporte de material e pessoas em função da instalação do Complexo Logístico Fernão Dias	- Aumento do trânsito de veículos leves e pesados - Aumento do risco de acidentes	Maior frequência de congestionamentos

Operação		Acréscimo de população representada pela mão de obra durante a implantação	Aumento de demanda sobre a infraestrutura	Interferência na infraestrutura urbana
		Riscos associados a escorregamentos em áreas de encostas e solapamentos de margens de córregos	Realocação de população em área de risco	Desapropriação e reassentamento da população
	Físico	Vazamento/derramamento accidental de óleo diesel e de qualquer substância que possa alterar a qualidade do solo, das águas subterrâneas e superficiais no Complexo Logístico Fernão Dias	Risco potencial de contaminação de solo e água subterrânea	Alteração na qualidade do solo e/ou das águas devido à disposição inadequada de resíduos
		Movimentação de veículos e máquinas	Transferência do tráfego de veículos pesados nas áreas mais adensadas de São Paulo	Alteração da qualidade do ar
		Movimentação de veículos e máquinas	Geração de ruído	Incômodo à vizinhança em relação ao ruído
	Socioeconômico	Contratação de mão de obra para a operação do Complexo Logístico Fernão Dias	Surgimento de postos de trabalho	Geração de empregos diretos e indiretos
		Redução no trânsito de veículos pesados em São Paulo após a operação do Complexo Logístico Fernão Dias	Redução do trânsito na Região Metropolitana de São Paulo	Alteração no tráfego urbano
		Operação do Complexo Logístico Fernão Dias	Aumento da eficiência na logística de distribuição após a operação do Complexo Logístico Fernão Dias	Logísticas e custos de transporte
		Operação do empreendimento	Implantação da área social	Melhoria nas condições de vida da população

Quadro 3.26 - Possíveis impactos da ampliação do Terminal Logístico Fernão Dias (PÖYRY TECNOLOGIA LTDA, 2011)

Com o objetivo de reduzir os impactos do empreendimento, foram propostos Programas de Acompanhamento e Monitoramento de Impactos nas fases de implantação e operação (Quadro 3.27).

3.3.2.1.2. Considerações

Conforme identificado no Quadro 3.27, há somente um programa voltado à compensação ambiental, sendo ela exclusiva de exemplares arbóreos. Os outros programas apenas apresentam atividades de monitoramento e controle, por exemplo,

de ruídos e emissão de material particulado, sem apontar nenhuma ação para contrabalançar outros impactos.

Programas de Acompanhamento e Monitoramento de Impactos	Objetivo
1) Programa de Controle Ambiental das Obras	Dotar o empreendimento de mecanismos eficientes que garantam a execução e o controle das ações planejadas nos programas ambientais, e a adequada condução no que se refere aos procedimentos ambientais. Os principais controles abordados serão: <ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento de resíduos; - Controle e monitoramento da qualidade do ar; - Ruídos; - Gerenciamento de tráfego; - Comunicação social; - Controle de erosão e assoreamento; - Controle da fauna sinantrópica; - Recuperação de área degradada; - Proteção ao patrimônio arqueológico; e - Prevenção e atendimento a emergências ambientais.
2) Programa de Gestão dos Resíduos Sólidos	O gerenciamento dos resíduos sólidos será efetuado de forma a garantir o controle e o monitoramento, orientando quanto à segregação, coleta, manuseio, acondicionamento, transporte e disposição final adequados, de acordo com as normas vigentes e visando a não contaminação do solo e, conseqüentemente, do lençol freático.
3) Programa de Desapropriação e Reassentamento	Estabelecer políticas de realocação que visem à melhoria das condições de vida dos inseridos no programa.
4) Programa de Compensação Ambiental	Compensar a supressão vegetal de espécies de acordo com TCRA firmado junto ao DEPAVE.
5) Programa de Monitoramento de Ruídos	Com a implantação do programa, será possível acompanhar e prevenir possíveis alterações dos níveis de ruído no entorno do empreendimento.
6) Programa de Educação Ambiental para motoristas	Informar e promover, desde a implantação do empreendimento, a participação dos motoristas na análise das questões ambientais, com a intenção de desenvolver, nessas pessoas, um senso de responsabilidade para que tomem atitudes que tenham por objetivo a proteção e a melhoria da qualidade de vida urbana, propondo soluções aos problemas ambientais já identificados e a outros que eventualmente possam surgir.
7) Programa de Investigação de Áreas Contaminadas	Analisar eventual contaminação de solo e água subterrânea na área diretamente afetada pelo empreendimento
8) Programa de Atendimento de Emergências Ambientais	Proporcionar maior segurança às operações
9) Programa de Monitoramento de Fauna Sinantrópica	Controlar a proliferação de fauna sinantrópica

Quadro 3.27 - Programas de Acompanhamento e Monitoramento de Impactos da ampliação do Terminal Logístico Fernão Dias (PÖYRY TECNOLOGIA LTDA, 2011)

O documento do Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental (TCRA), firmado junto ao DEPAVE, não está disponível para consulta e não há divulgação das informações na internet. Não é possível, portanto, identificar ou analisar o montante de vegetação envolvida na compensação

3.3.2.2. Prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô - Trecho: Oratório a Cidade Tiradentes

3.3.2.2.1. O empreendimento e as questões ambientais

A Linha 2 (Verde) do Metrô interliga as zonas oeste e sudeste da cidade de São Paulo, passando pelas localidades da Avenida Paulista. O prolongamento aqui descrito, cujo estudo é apresentado em Prime Engenharia (2010), localiza-se na região leste e será executado como sistema de monotrilho (trens em tração elétrica e pneus), que circulam em vias-guias elevadas e construídas sobre o canteiro central do sistema viário principal, envolvendo as avenidas Prof. Luiz Ignácio de Anhaia Mello, Sapopemba, Ragueb Chohfi, Estrada do Iguatemi, Rua Márcio Beck e Avenidas Souza Ramos e dos Metalúrgicos. Tal empreendimento (Figura 3.10) será construído mediante convênio entre a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) e o Estado de São Paulo através do Metrô (Companhia do Metropolitano de São Paulo), e substitui o Expresso Tiradentes, corredor de ônibus já licenciado pela SPTrans para operar ao longo do mesmo sistema viário (Figura 3.11). O Trecho Oratório - Cidade Tiradentes tem 21,78 km de extensão, quinze estações, um pátio de estacionamento e manutenção e duas subestações de suprimento de energia elétrica.

O RIMA do empreendimento (PRIME ENGENHARIA, 2010) indica quarenta impactos prováveis em decorrência da implantação, vinte dos quais incidem na etapa de construção. Todos eles estão indicados no Quadro 3.28, que também aponta as medidas a serem implantadas para reduzir as interferências negativas

Figura 3.10 - Representação dos três trechos do prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô.
Fonte: adaptado de Prime Engenharia (2010)

Figura 3.11 - Representação do prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô - Trecho: Oratório a Cidade Tiradentes. Fonte: adaptado de Prime Engenharia (2010).

		IMPACTO SOCIOAMBIENTAL	MEDIDA
Planejamento	Meio Socioeconômico	Criação de expectativas na população	Interação e comunicação social
Construção	Meio Físico	Desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento	Controle ambiental da construção
		Interferências em cursos d'água superficiais	Controle ambiental da construção
		Risco de contaminação de solos e corpos hídricos	Controle ambiental da construção
		Riscos associados ao manejo de áreas com potencial de contaminação	Controle ambiental da construção
		Aumento das concentrações de material particulado no entorno das obras	Controle ambiental da construção
		Aumento de emissão de ruído e vibrações no entorno das obras	Controle ambiental da construção Monitoramento e avaliação
		Risco de degradação de áreas de jazidas e bota-foras	Controle ambiental da construção
		Riscos de poluição ambiental pela geração de resíduos e efluentes nos canteiros de obras e praças de trabalho	Controle ambiental da construção
	Meio Biótico	Perda de vegetação arbórea urbana	Manejo e reposição da vegetação Recuperação e reurbanização de áreas afetadas
		Diminuição de habitat para a fauna	Manejo e reposição da vegetação Recuperação e reurbanização de áreas afetadas
		Perda de áreas permeáveis	Recuperação e reurbanização de áreas afetadas
		Interferências em área de Preservação Permanente APP (recuperação)	
	Meio Socioeconômico	Desapropriação e deslocamento de população e atividades econômicas	Indenização e reassentamento
		Incômodos aos moradores e atividades lindeiras	Controle ambiental da construção; Interação e Comunicação Social
		Interferências no sistema viário desvios temporários	Articulação institucional; Interação e comunicação social
		Alterações no transporte coletivo	Articulação institucional; Interação e comunicação social
		Interferências em infraestruturas urbanas	Articulação institucional; Interação e comunicação social
		Potencial de perda de vestígios de patrimônio histórico e arqueológico	Proteção do patrimônio cultural
		Geração de empregos e renda	Interação e comunicação social

		Aumento da arrecadação tributária	-
Operação		Ampliação da acessibilidade e mobilidade da população da Zona Leste a serviços e empregos	Articulação institucional
		Redução dos tempos de viagens	Articulação institucional
		Ampliação da integração intermunicipal e intermodal	Articulação institucional
		Redução das demandas de transportes coletivos em corredores multimodais saturados	Articulação institucional
		Melhoria dos fluxos nos principais eixos viários	Articulação institucional e comunicação social
		Redução do consumo de combustível	
		Redução dos custos de operação e manutenção viária	-
		Redução do número de acidentes na Zona Leste	-
		Contribuição na consolidação das diretrizes do Plano Diretor do MSP e Planos Regionais	Articulação institucional
		Dinamização urbana pela criação de novo eixo de transportes na região sudeste da cidade	Articulação institucional
		Aumento da atratividade para a localização de empresas e negócios e expansão de usos de comércio e serviços	-
		Alteração do uso do solo	Articulação institucional
		Consolidação da tendência à valorização imobiliária	-
		Atração de atividades informais no entorno das estações	Programa de recuperação e reurbanização de áreas afetadas
		Necessidade de intervenções complementares por acesso a três estações	Programa de recuperação e reurbanização de áreas afetadas
		Alteração da paisagem urbana	Programa de recuperação e reurbanização de áreas afetadas
		Redução das emissões veiculares	-
		Alterações nos níveis de ruído e vibrações	Controle ambiental na operação e manutenção
		Potencial alteração da qualidade dos solos, das águas superficiais e subterrâneas	Controle ambiental na operação e manutenção

Quadro 3.28 – Síntese dos impactos socioambientais decorrentes do prolongamento da Linha 2 do Metrô e as medidas a serem adotadas, de maneira a diminuir as interferências negativas

As medidas identificadas no Quadro 3.28 foram reunidas em Programas Socioambientais, que serão implantados pelo empreendedor e subcontratados conforme Quadro 3.29.

Programa	Objetivos Gerais	Etapa do empreendimento	
		Planejamento Construção	Operação
Gestão ambiental do empreendimento	Organizar as ações ambientais associadas ao empreendimento e fazer cumprir os programas e as exigências dos órgãos ambientais	X	
Controle ambiental da construção	Normas e procedimentos ambientais para execução das obras e atuação em situações de emergência	X	
Indenização e relocação de populares e atividades afetadas	Apoiar o processo de desapropriação de imóveis e o remanejamento de população e atividades	X	
Comunicação e interação social	Promover a interação com a população a ser removida, lindeira e usuária, mantendo canais de comunicação permanentes com o Metrô	X	X
Manejo e reposição da vegetação	Mitigar e compensar os impactos da perda de vegetação e intervenções em APP	X	
Recuperação e reurbanização de áreas afetadas	Otimizar a inserção urbano-ambiental do empreendimento e melhorar a qualidade ambiental da área de intervenção	X	X
Proteção ao patrimônio cultural	Registrar, salvar e preservar o patrimônio arqueológico	X	
Articulação institucional	Empreender articulações com órgãos intervenientes visando minimizar impactos com infraestruturas e potencializar benefícios quanto ao uso do solo e transportes	X	X
Compensação ambiental	Compensar os impactos ambientais não mitigáveis do empreendimento	X	X
Programa de monitoramento ambiental	Controlar a qualidade ambiental nas obras e operação	X	X
Controle ambiental na operação e manutenção	Evitar impactos e acidentes com resíduos e efluentes da operação e evitar acidentes na Linha		X

Quadro 3.29 – Programa Socioambientais propostos para o prolongamento da Linha 2

Nota-se que, no Quadro 3.28, não há medidas relacionadas à compensação ambiental. Dentre os Programas Socioambientais indicados no RIMA (Quadro 3.29),

no entanto, pode-se verificar a existência do Programa de Compensação Ambiental, cujo objetivo é contrabalançar os impactos não mitigáveis do empreendimento. O mesmo é observado no Programa de Manejo e Reposição da Vegetação, onde há a mitigação e compensação dos impactos da perda de vegetação, além de intervenções em APP (Área de Preservação Permanente).

O **Programa de Manejo e Reposição da Vegetação** destina-se ao atendimento da legislação relativa às compensações necessárias pela supressão de vegetação. Foram tomadas como referência a Portaria SVMA 44 de 2010 e a Lei municipal nº 13.430 de 2002 (ambas do município de São Paulo), além da Lei Federal nº 11.428 de 2006 e do Decreto Federal nº 6.600 de 2008. Pelo fato do empreendimento envolver também região de APP, foi igualmente necessário obedecer à Resolução nº 18 de 2007 da Secretaria do Meio Ambiente, à Lei Federal nº 4.771 de 1965 (que instituiu o Código Florestal), e aos demais instrumentos posteriores à lei. O EIA não apresenta cálculos ou estimativas do número de exemplares arbóreos a serem suprimidos e da compensação pertinente.

O **Programa de Compensação Ambiental** tem o intuito de compensar os impactos negativos não mitigáveis decorrentes da implantação do empreendimento, considerando a legislação ambiental, inclusive os Decretos Federais nº 4.340 de 2002 e nº 6.848 de 2009, e a Lei Federal nº 9.985 de 2000.

A fixação da forma de compensação não foi efetuada quando da elaboração do RIMA, e será determinada a partir dos indicadores do impacto gerado pelo empreendimento e das características do ambiente a ser impactado, o que é estabelecido pela Câmara de Compensação Ambiental da SVMA.

Ainda assim, o valor a ser destinado à compensação ambiental já foi calculado por meio do método estabelecido pelo Decreto Federal 6.848 de 2009, tratado no item 3.3.1.2.2. Dessa maneira, o Grau de Impacto (GI) é de 0,15% e, ao ser multiplicado pela somatória dos investimentos necessários para a implantação do empreendimento, resulta num valor de R\$ 3.171.000,00. Esse montante deve ser aplicado em uma Unidade de Conservação existente ou a ser criada, de preferência na mesma bacia hidrográfica.

3.3.2.2.2. Considerações

Esse caso se diferencia de outros, pois, mesmo localizando-se predominantemente em área urbana, pelo seu porte e pela intervenção em APP, foi necessário obedecer aos Decretos Federais nº 4.340 de 2002 e nº 6.848 de 2009, e à Lei Federal nº 9.985 de 2000. Portanto, destinaram-se recursos à compensação ambiental na forma de investimentos em Unidades de Conservação.

Apesar da interferência em APP e dos inegáveis benefícios fomentados pelos investimentos em Unidades de Conservação, é incoerente que um empreendimento predominantemente urbano tenha sua compensação totalmente destinada a parques. Não foram considerados, em nenhum momento, todos os impactos ao meio urbano que uma nova linha de metrô pode ocasionar (exceto os referentes aos cortes de exemplares arbóreos).

3.3.2.3. Projeto Nova Marginal Tietê

3.3.2.3.1. O empreendimento e as questões ambientais

A Marginal Tietê é uma via expressa localizada na capital paulista e formada por um conjunto de avenidas que margeiam o Rio Tietê. Essa via interliga as regiões leste, norte e oeste da cidade, entre os bairros da Penha e da Lapa, além de funcionar como acesso às rodovias Castelo Branco, Anhanguera, Bandeirantes, Fernão Dias, Ayrton Senna e ao Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos. Na Marginal estão situados o Complexo do Anhembi, o Terminal Rodoviário do Tietê, o Aeroporto Campo de Marte, além de diversas indústrias, empresas e terminais logísticos. De acordo com a prefeitura de São Paulo, a via tem 23,5 km de extensão em cada sentido e, em agosto de 2010, concentrava 1,2 milhão de viagens por dia, sendo a velocidade média no horário de pico menor que 30 km/h (SÃO PAULO (MUNICIPIO), 2010).

A Nova Marginal Tietê consistiu na ampliação da via expressa e contou com o acréscimo de 3 faixas e 23 quilômetros de pista em cada sentido, adequações nas pistas existentes, construção de novas pontes para conexão direta com eixos transversais e ajuste de gabarito de algumas pontes existentes, a fim de minimizar

problemas com cargas de caminhões. Os investimentos para a obra foram da ordem de R\$ 1,3 bilhão, custeados pelo Estado e pelas concessionárias que administram as Rodovias Bandeirantes/Anhanguera e Ayrton Senna/Carvalho Pinto. (SÃO PAULO, 2010; DERSA, s.d.(a)).

Para o acréscimo de faixas, foi necessária a supressão de canteiros centrais que ficavam entre as pistas local e expressa. Esses canteiros, além de conter diversas árvores, representavam uma grande área permeável. Duas fotos de uma mesma região da Marginal do Tietê, próxima à Ponte do Limão, antes e depois das obras são apresentadas na A Figura 3.12. Pode-se notar, nas imagens, a redução de extensões verdes e a construção das novas faixas.

Para a realização do projeto em questão, foi elaborado um EIA que detectou a insuficiência de infraestrutura para atender a demanda, gerando filas de congestionamento com, em média, 30 km de extensão nos períodos de pico, o que representa 25% do total de engarrafamentos medidos na cidade. Estimava-se que o desperdício de tempo chegava a 1,7 milhão de horas/ano e o de combustível, a 1,5 milhão de litros/ano. Como benefícios da obra, esperava-se a redução de congestionamentos, do tempo das viagens, do desperdício de combustível, de acidentes e dos custos de manutenção das vias e dos veículos (DERSA, s.d.(a)).

Considerando os prejuízos e os benefícios dessa intervenção viária, foi aprovado um Programa de Compensação Ambiental com valor correspondente a 14% do total investido na obra. A compensação envolveu o plantio de mais de 176 mil árvores, a transformação de áreas impermeáveis em permeáveis e o investimento em parques (DERSA, s.d.(a)).

Antes da readequação, a Marginal Tietê contava com 4.589 árvores. Dessas, 3.159 foram preservadas ao longo da própria via, incluindo tipos exóticos como tipuana, fícus, grevéleas, falsa seringueira, alfeneiro, casuarina, chorão, pata de vaca e eucalipto. Outras 1.059 foram transplantadas o mais próximo possível do local de origem, e 13.446 mudas de vegetação nativa foram plantadas, dentre elas estão paineiras, jequitibás-rosa, ipês brancos e roxos, jatobás, paus-brasil, paus-ferro e

sibipirunas. Atualmente, há, na Marginal Tietê, mais de 17.500 árvores (DERSA, s.d.(a)).

(a) Fonte: <http://www.sampaonline.com.br/postais/marginalTiete2007set08.htm>

(b) Fonte: <http://fotosaereabrasil.com.br/fotografia/foto-aerea/>

Figura 3.12 - Fotos da Marginal Tietê antes e depois da implantação da Nova Marginal As setas nas fotos indicam os mesmos locais, em vistas diferentes. Fontes: citadas junto às fotos.

A compensação ambiental também incluiu o plantio de 88.254 árvores no Parque Ecológico do Tietê, e o transplante externo de 26.554 da Marginal Tietê ao Parque da Várzea do Tietê. Foi determinado, igualmente, o investimento no Programa Várzeas do Tietê, com o objetivo de preservar o local, além da construção de 23 km da Via Parque, implantando-se a estrada e a ciclovía que interligam a Barragem da Penha até a divisa do município com Itaquaquecetuba (DERSA, s.d.(a)).

O programa, por fim, envolveu ações nos bairros vizinhos à Marginal, plantando-se árvores ao longo de vias públicas com baixa densidade arbórea. Foi previsto o plantio de 83.000 mudas em locais indicados pelas oito subprefeituras vizinhas ao empreendimento, que são: Casa Verde, Freguesia do Ó, Lapa, Mooca, Pirituba, Santana, Sé e Vila Maria. Nessas áreas, também foi prevista a implantação de 25 hectares de passeios verdes, ou seja, a destruição de calçadas e canteiros impermeáveis e sua reconstrução, mantendo, contudo, a permeabilidade do solo, como aconteceu na Avenida Santos Dumont, região norte de São Paulo (DERSA, s.d.(a)).

NOVA MARGINAL TIETÊ		
Ações	Impacto Ambiental	Compensação Ambiental
Supressão de canteiros centrais	<ul style="list-style-type: none"> • Supressão da vegetação • Redução de áreas permeáveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantio de árvores • Transformação de áreas impermeáveis em permeáveis • Investimentos em Parques

Quadro 3.30 - Resumo dos impactos ambientais negativos causados pela Nova Marginal Tietê e a compensação ambiental realizada

3.3.2.3.2. Considerações

Esse caso se destaca pois, parte do valor destinado à compensação, além de envolver o plantio arbóreo e o investimento no Programa Várzeas do Tietê, possibilitou a construção de áreas permeáveis nas subprefeituras vizinhas ao empreendimento. Assim, da mesma maneira que se buscou beneficiar locais próximos ao meio atingido, contrabalançou-se o impacto com uma ação oposta a ele, ou seja, a impermeabilização de áreas na Marginal Tietê foi compensada com a criação de áreas permeáveis em regiões limítrofes.

Apesar dos benefícios, a crítica está no fato de que as possíveis enchentes, decorrentes da impermeabilização de extensas áreas ao longo da via, não serão amenizadas pelas regiões permeáveis criadas, reduzindo, portanto, o efeito compensatório.

3.3.2.4. Rodoanel - Trecho Sul Modificado

3.3.2.4.1. Descrição do empreendimento

O Rodoanel Mário Covas é o projeto de uma via que circunda a Grande São Paulo (Figura 3.13), interligando as rodovias que chegam à capital paulista (Bandeirantes, Anhanguera, Castello Branco, Raposo Tavares, Régis Bittencourt, Anchieta, Imigrantes, Ayrton Senna, Fernão Dias e Dutra). O objetivo é eliminar o trânsito de passagem, ou seja, os veículos que atravessam a cidade sem que ela seja seu destino final (ou uma parada necessária) e que, por isso, provocam congestionamentos dispensáveis (DERSA, s.d. (b)). Três trechos já estão em operação: Oeste, Sul e Leste. O trecho Norte está em construção.

Figura 3.13 - Esquema representativo do Rodoanel de São Paulo. Fonte: Portal R7 (2009)

O Trecho Sul, estudado neste capítulo, passa por sete municípios (Embu, Itapeverica da Serra, São Paulo, São Bernardo do Campo, Santo André, Ribeirão Pires e Mauá), e tem conexão com o sistema Anchieta-Imigrantes, o que permite o transporte e o

escoamento de cargas pelo Porto de Santos. Com 61,4 km de extensão (sendo 4 km destinados à ligação com a av. João XXIII), o projeto da via, que atravessa a região de mananciais das represas Billings e Guarapiranga, ponderou as questões ambientais relevantes, com o objetivo de reduzir os possíveis impactos à localidade e atender à legislação pertinente (DERSA, s.d. (b)). As obras duraram cerca de três anos (de 2007 a 2010) (DERSA, s.d. (b)) e o custo total previsto foi de R\$ 5,03 bilhões (data base de dezembro/2009), sendo R\$ 3,24 bilhões referentes às obras brutas e R\$ 1,79 bilhão destinado a compensações ambientais, desapropriações, reassentamentos, interferências, projetos, supervisão, gerenciamento, comunicação e obras complementares (SÃO PAULO (ESTADO), 2013 (a)).

3.3.2.4.2. Questões ambientais

A construção de uma rodovia de grande porte numa região de mananciais gera interferências negativas, que foram tratadas no EIA (FESPSP, 2004 (a)). O estudo identificou 71 impactos potenciais durante as fases de planejamento, construção e operação, impactos esses subdivididos em função dos meios atingidos (físico, biótico e antrópico), conforme mostrado no Quadro 3.31.

O EIA (FESPSP, 2004 (a)) também apresenta 26 programas ambientais voltados à mitigação ou à compensação dos impactos (Quadro 3.32), classificados de acordo com as fases da obra: pré-construtiva, construção e operação. Nota-se que o **P2.10** (Programa de Gerenciamento da Implantação do Paisagismo e dos Plantios Compensatórios) e o **P2.13** (Programa de Criação e Apoio a Unidades de Conservação) são os únicos relacionados à compensação ambiental, sendo o primeiro voltado à compensação por corte de exemplares arbóreos e o último relacionado à implantação de parques utilizando-se, para tal fim, de recursos da compensação determinada pelo Decreto Federal nº 4.340 de 2002, que regulamentou a Lei Federal nº 9.985 de 2000.

Considerando apenas esses dois programas, as medidas compensatórias adotadas em cada um são apresentadas no Quadro 3.33, relacionando-as aos impactos ambientais a que se referem.

IMPACTOS POTENCIALMENTE GERADOS PELO TRECHO SUL DO RODOANEL	
1. MEIO FÍSICO	
1.1. Impactos potenciais nos terrenos	
1.1.1.	Alteração da morfologia do relevo e da estabilidade das encostas e aumento da susceptibilidade à erosão
1.1.2.	Aumento das áreas impermeabilizadas
1.1.3.	Aumento do risco de contaminação do solo por combustíveis e lubrificantes durante a construção
1.1.4.	Alteração do risco de contaminação do solo por vazamento de produtos perigosos durante a operação
1.2. Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Superficiais	
1.2.1.	Alterações no regime fluviométrico de cursos d'água
1.2.2.	Alteração nos níveis de turbidez dos corpos hídricos durante a construção
1.2.3.	Assoreamento de cursos d'água durante a construção
1.2.4.	Alteração da qualidade d'água por remobilização de sedimentos contaminados do Reservatório Billings
1.2.5.	Alteração da distribuição do risco de contaminação dos recursos hídricos por acidentes com cargas perigosas durante a operação
1.2.6.	Alteração da qualidade das águas dos corpos hídricos pelo escoamento de águas pluviais (carga difusa) durante a operação
1.2.7.	Outros riscos de deterioração da qualidade da água por contaminação em cursos d'água durante a construção
1.3. Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Subterrâneos	
1.3.1.	Rebaixamento localizado do lençol freático
1.3.2.	Risco de contaminação do lençol freático durante as obras
1.3.3.	Risco de contaminação do lençol freático durante a operação
1.4. Impactos na Qualidade do Ar	
1.4.1.	Impactos na qualidade do ar durante a construção
1.4.2.	Impactos na qualidade do ar durante a operação
2. MEIO BIÓTICO	
2.1. Impactos Potenciais na Vegetação	
2.1.1.	Supressão da vegetação da ADA
2.1.2.	Ampliação do grau de fragmentação de remanescentes florestais
2.1.3.	Efeitos nas comunidades ribeirinhas pelas interferências nos cursos d'água e nas planícies aluviais
2.1.4.	Alteração no nível de risco de ocorrência de incêndios nas florestas
2.2. Impactos Potenciais na Fauna	
2.2.1.	Alteração local do número e da composição das comunidades animais com consequência da redução e fragmentação de habitat
2.2.2.	Interferências em corredores ecológicos
2.2.3.	Afugentamento de fauna e aumento dos riscos de atropelamento e da pressão da caça
2.2.4.	Impactos na fauna aquática dos cursos d'água a serem desviados e/ou canalizados
2.2.5.	Alteração do nível e da distribuição espacial do risco de contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com cargas tóxicas
3. MEIO ANTRÓPICO	
3.1. Impactos Potenciais na Infraestrutura Viária, no Tráfego e nos Transportes	
3.1.1.	Modificações temporárias no padrão local de distribuição do tráfego
3.1.2.	Sobrecarga de veículos pesados na malha viária local durante a construção
3.1.3.	Deterioração do pavimento de vias públicas utilizadas pelos veículos a serviço das obras

3.1.4. Impactos nos níveis de carregamento do sistema viário local da AII
3.1.5. Alterações no padrão de segurança do tráfego intra-urbano e redução de acidentes
3.1.6. Melhoria do grau confiabilidade dos usuários no sistema viário metropolitano
3.1.7. Redução de problemas decorrentes da circulação de cargas altas
3.1.8. Redução dos custos de manutenção da malha viária intra-urbana da RMSP
3.1.9. Favorecimento da intermodalidade no transporte de cargas
3.1.10. Interferências com fluxos transversais de pedestres
3.2. Impactos Potenciais na Estrutura Urbana
3.2.1. Indução à ocupação de terrenos vagos e áreas não urbanizadas
3.2.2. Alterações nos valores imobiliários
3.2.3. Aumento do grau de atratividade para usos residenciais
3.2.4. Ruptura da malha
3.2.5. Equalização da atratividade relativa dos eixos radiais interligados à localização de atividades econômicas
3.3. Impactos Potenciais nas Atividades Econômicas
3.3.1. Redução dos tempos e custos das viagens de caminhões
3.3.2. Geração de empregos diretos e indiretos durante a construção
3.3.3. Desativação de atividades econômicas localizadas na ADA
3.3.4. Geração de empregos diretos e indiretos durante a operação
3.3.5. Aumento do grau de atratividade para a instalação de atividades comerciais e industriais e consolidação de polos industriais
3.3.6. Melhoria no padrão de acessibilidade de atividades comerciais e industriais instaladas na AII
3.3.7. Alteração do nível de consumo regional de combustíveis
3.3.8. Descentralização da oferta de emprego
3.4. Impactos Potenciais na Infraestrutura Física e Social
3.4.1. Interferências com redes de utilidades públicas
3.4.2. Interferências com planos de expansão de redes de utilidades públicas
3.4.3. Aumento dos níveis de ruído próximo a equipamentos institucionais sensíveis
3.4.4. Relocação de equipamentos públicos sociais
3.4.5. Alteração dos perímetros de atendimento dos equipamentos públicos locais
3.4.6. Melhoria nos padrões de acesso a equipamentos públicos de importância regional
3.5. Impactos Potenciais na Qualidade de Vida da População
3.5.1. Mobilização social durante as etapas de planejamento e implantação
3.5.2. Aumento dos níveis de ruído e vibração durante a construção
3.5.3. Interrupções de tráfego local durante a construção
3.5.4. Interrupções de serviços públicos durante a construção
3.5.5. Desapropriação
3.5.6. Relocação de moradias
3.5.7. Aumento dos níveis de ruído durante a operação
3.5.8. Impactos na saúde pública
3.5.9. Alterações localizadas nas relações sociais entre as comunidades de áreas urbanas consolidadas
3.5.10. Alterações na paisagem
3.5.11. Redução dos tempos de viagem de passageiros
3.5.12. Aumento das opções de emprego para a população motorizada
3.6. Impactos Potenciais nas Finanças Públicas
3.6.1. Aumento nas receitas fiscais durante a construção

3.6.2. Aumento nas receitas fiscais durante a operação
3.6.3. Impactos nos níveis de investimento privado
3.6.4. Impactos decorrentes do aumento das demandas por infraestrutura física e social
3.7. Impactos Potenciais no Patrimônio Arqueológico e Cultural
3.7.1. Interferências com o patrimônio arqueológico e cultural

Quadro 3.31 - Impactos potencialmente gerados pelas obras do Trecho Sul do Rodoanel. Os itens em itálico são os referentes à fase construtiva. Fonte: FESPSP (2004) (a)

PROGRAMAS AMBIENTAIS
P1 - Programas com início na Fase Pré-Construtiva
P1.01 - Programa de Estruturação Institucional para Gestão do Rodoanel
P1.02 - Programa de Otimização Ambiental do Projeto Executivo
P1.03 - Programa de Licenciamento Ambiental Complementar das Obras
P1.04 - Programa de Incorporação de Condições Ambientais nos Editais de Contratação de Obra
P1.05 - Programa de Comunicação Social Prévia
P2 - Programas da Fase de Construção
P2.01 - Programa de Planejamento Ambiental Contínuo da Construção
P2.02 - Programa de Adequação Ambiental de procedimentos Construtivos
P2.03 - Programa de Operacionalização de Sistemas de Gestão Ambiental pelas Construtoras Contratadas
P2.04 - Programa de Supervisão e Monitoramento Ambiental da Construção
P2.05 - Programa de Planejamento e Controle Ambiental de Desativação e/ou Interrupção Temporária de Frentes de Obra
P2.06 - Programa de Gerenciamento de Desapropriações e Indenizações
P2.07 - Programa de Compensação Social e Reassentamento Involuntário
P2.08 - Programa de Prospecção, Resgate Arqueológico e Preservação do Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural
P2.09 - Programa de Atendimento a Emergências Ambientais
<i>P2.10 - Programa de Gerenciamento da Implantação do Paisagismo e Plantios Compensatórios</i>
P2.11 - Programa de Comunicação Social durante a Construção
P2.12 - Programa de Apoio à Proteção e Recuperação de Mananciais Durante a Construção
<i>P2.13 - Programa de Criação e Apoio a Unidades de Conservação</i>
P3 - Programas da Fase de Operação
P3.01 - Programa de Supervisão Ambiental da Operação
P3.02 - Programa de Gestão Ambiental da Operação
P3.03 - Programa de Monitoramento Ambiental da Operação
P3.04 - Programa de Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional da Operação
P3.05 - Programa de Atendimento a Emergências Ambientais Durante a Operação
P3.06 - Programa de Relações com as Comunidades Lindeiras Durante a Operação
P3.07 - Programa de Apoio à Proteção e Recuperação de Mananciais Durante a Operação
P3.08 - Programa de Reforço da capacidade do Sistema Viário Local

Quadro 3.32 -Programas Ambientais propostos pelo EIA do Trecho Sul do Rodoanel. Fonte: FESPSP (2004) (a)

IMPACTOS	Programas da Fase de Construção						
	P 2.10					P 2.13	
	M 2.10.01	M 2.10.02	M 2.10.03	M 2.10.04	M 2.10.05	M 2.13.01	M 2.13.02
MEIO FÍSICO							
Impactos potenciais nos terrenos							
1.02. Aumento das áreas impermeabilizadas							
Impactos potenciais nos recursos hídricos superficiais							
2.01. Alterações no regime fluviométrico de cursos d'água							
2.03. Assoreamento de cursos d'água durante a construção							
MEIO BIÓTICO							
Impactos potenciais na vegetação							
5.01. Supressão da vegetação da ADA							
5.02. Ampliação do grau de fragmentação de remanescentes florestais							
5.03. Efeitos nas comunidades ribeirinhas pelas interferências nos cursos d'água e nas planícies aluviais							
Impactos potenciais na fauna							
6.01. Alteração local do número e da composição das comunidades animais com consequência da redução e fragmentação de habitat							
6.02. Interferências em corredores ecológicos							
MEIO ANTRÓPICO							
Impactos potenciais na estrutura urbana							
8.01. Indução à ocupação de terrenos vagos e áreas não urbanizadas							
8.02. Alterações nos valores imobiliários							
Impactos potenciais na qualidade de vida da população							
11.10. Alterações na paisagem							
<p>Legenda</p> <p>P2.10 - Programa de Gerenciamento da Implantação do Paisagismo e dos Plantios Compensatórios</p> <p>M2.10.01 - Gestões de busca de áreas para Plantios Compensatórios em 3ºs locais</p> <p>M2.10.02 - Elaboração e aprovação de projetos de Revegetação Compensatória</p> <p>M2.10.03 - Elaboração e implantação do Projeto Paisagístico</p> <p>M2.10.04 - Programação antecipada de Plantios Compensatórios</p> <p>M2.10.05 - Supervisão dos Plantios Compensatórios e monitoramento da sua consolidação</p> <p>P2.13 - Programa de Criação e Apoio a Unidades de Conservação</p> <p>M2.13.01 - Criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral no Município de São Paulo</p> <p>M2.13.02 - Elaboração e implantação de um Plano de Manejo para o Parque Natural Municipal do Pedroso</p>							

Quadro 3.33 - Impactos Potenciais, Programas Ambientais relacionados e medidas compensatórias do Trecho Sul do Rodoanel. Fonte: Adaptado de FESPSP (2004) (a)

3.3.2.4.3. Compensação ambiental do Rodoanel trecho Sul

O Programa P 2.10 (Gerenciamento da Implantação do Paisagismo e dos Plantios Compensatórios) envolve duas ações distintas: (1) um projeto paisagístico implantado ao longo de toda a via; (2) plantios compensatórios pelo corte de vegetação nativa e interferências em Áreas de Preservação Permanente. Ambas não têm relação entre si e, por não ser tema da presente pesquisa, a primeira não será aqui descrita.

Segundo o EIA, a execução do Trecho Sul demandaria a supressão de 297 ha de vegetação nativa de porte florestal, sendo 104 ha em Áreas de Preservação Permanente, além dos 211 ha de supressão de vegetação pioneira ou herbácea. A compensação proposta foi na proporção 2:1, totalizando 1.016 ha, sem considerar supressões adicionais decorrentes de autorizações para utilização de regiões de apoio (FESPSP, 2004 (a)).

Assim, as medidas indicadas no Quadro 3.33 descrevem as ações a serem tomadas para que se atinja o objetivo do programa. As medidas de M 2.10.01 a M 2.10.05 são apresentadas de maneira resumida no Quadro 3.34, exceto a M 2.10.03, pois se trata do projeto paisagístico.

Medida	Descrição
M2.10.01 - Gestões de busca de áreas para Plantios Compensatórios em 3ºs locais	Seleção de áreas aptas à recepção de plantios compensatórios. Essas se encontram tanto na faixa de domínio, quanto nas Unidades de Conservação criadas no âmbito do P 2.13, e também às margens dos Reservatórios Guarapiranga e Billings.
M2.10.02 - Elaboração e aprovação de projetos de Revegetação Compensatória	Elaboração de projetos de plantios compensatórios para cada área selecionada, indicando: quantidade de mudas por espécie, padrão de plantio e “mixagem”, procedimentos executivos, procedimentos de controle de pragas, tutoramento e outros aspectos pertinentes.
M2.10.04 - Programação antecipada de Plantios Compensatórios	Estabelecimento de metas com o objetivo de garantir que os plantios compensatórios fora da faixa de domínio sejam implantados concomitantemente às obras.
M2.10.05 - Supervisão dos Plantios Compensatórios e monitoramento da sua consolidação	Monitoramento de todas as áreas de plantio pelo período de, pelo menos, duas estações chuvosas após a conclusão dos trabalhos, durante o qual são promovidos os tratos necessários ao bom desenvolvimento das mudas plantadas e das áreas manejadas.

Quadro 3.34 - Medidas compensatórias pertencentes ao Programa P 2.10 - Gerenciamento da Implantação do Paisagismo e dos Plantios Compensatórios. Fonte: FESPSP (2004) (a)

O Programa P 2.13 (Criação e Apoio a Unidades de Conservação) trata da criação de dois novos parques e da manutenção de um já existente, de maneira a atender a Lei Federal nº 9.985 de 2000 (item 3.3.1.1.1), que obriga o responsável por empreendimentos com significativo impacto ambiental a apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral. Logo, para atender os dispositivos legais (Decreto Federal nº 4.340 de 2002, que regulamentou a Lei Federal nº 9.985 de 2000), o EIA propõe duas medidas, apresentadas no Quadro 3.35:

Medida	Descrição
M2.13.01 - Criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral no Município de São Paulo	Criação de duas Unidades de Conservação, com o objetivo de compensar a supressão e ampliação do grau de fragmentação da vegetação natural remanescente na área de influência direta do Rodoanel. A área denominada Jaceguava, às margens da Represa Guarapiranga, tem aproximadamente 283 ha, enquanto a área Bororé, junto a um braço da Billings, tem 315 ha. Ambas são fragmentos florestais extensos e pouco perturbados, sendo que a segunda também envolve algumas regiões antropizadas (pastagens e áreas agrícolas).
M2.13.02 - Elaboração e implantação de um Plano de Manejo para o Parque Natural Municipal do Pedroso	Elaboração e implantação de um Plano de Manejo para o Parque Natural Municipal do Pedroso, que consiste em uma Área de Preservação Permanente de 850,6 ha, sob intensa ação antrópica. O parque não tem proteção em seus limites, e, portanto, não há controle de acesso. No local, encontram-se armadilhas para pequenos mamíferos e aves silvestres, clareiras e trilhas. Há, inclusive, um teleférico abandonado nas dependências, o qual é pilhado pela população local. O parque ainda é atravessado por duas vias (estradas do Pedroso e do Montanhão) e abriga dois centros religiosos e uma favela.

Quadro 3.35 - Medidas compensatórias pertencentes ao Programa P 2.13 - Criação e Apoio a Unidades de Conservação. Fonte: FESPSP (2004) (a)

Apesar da proposta do EIA, a compensação ambiental para o trecho Sul foi estabelecida em um acordo entre a Dersa e a prefeitura do município de São Paulo, por meio da Secretaria do Verde e Meio Ambiente. Dessa maneira, considerando a compensação indicada pelo EIA e o valor estabelecido para a compensação ambiental, com base no Decreto Federal nº 4.340 de 2002 (em que se estabelece que os recursos financeiros não podem ser inferiores a 0,5% dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento), que regulamentou a Lei Federal nº 9.985 de 2000, a SVMA propôs quais seriam os projetos de seu interesse (FESPSP, 2004 (a)).

O empreendedor sugeriu, no EIA, a criação de duas Unidades de Conservação no município de São Paulo e a implantação de um Plano de Manejo para o Parque

Natural Municipal do Pedroso, em Santo André, equivalentes a aproximadamente 0,75% do custo previsto para as obras.

A Câmara de Compensação Ambiental, em atendimento às demandas das prefeituras, do Instituto de Botânica e do Instituto Florestal, deliberou pela fixação do valor da compensação em 1,93% dos investimentos totais, totalizando R\$ 50.016.169,62 e distribuídos conforme Quadro 3.36. Assim, foi firmado o Termo de Compromisso de Compensação Ambiental (TCCA) entre a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, a Dersa, a Prefeitura do Município de São Paulo e a Prefeitura do Município de Santo André, por meio da Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SÃO PAULO (ESTADO), 2006).

U C Integral	Órgãos Gestores	Atividades	Valor destinado	
Jaceguava	Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP)	<ul style="list-style-type: none"> • Criação • Regularização fundiária • Cercamento • Plano de Manejo - Implantação 	12.414.606, 04	42.016.170,00
Bororé	PMSP	<ul style="list-style-type: none"> • Criação • Regularização fundiária • Cercamento • Plano de Manejo - Implantação 	7.401.563,58	
Varginha	PMSP	<ul style="list-style-type: none"> • Criação • Regularização fundiária • Cercamento • Plano de Manejo - Implantação 	12.100.000,00	
Itaim	PMSP	<ul style="list-style-type: none"> • Criação • Regularização fundiária • Cercamento • Plano de Manejo - Implantação 	10.100.000,00	
Pedroso	Prefeitura do Município de Santo André	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação do Plano de Manejo 	3.000.000,00	8.000.000,00
Fontes do Ipiranga	Instituto de Botânica	<ul style="list-style-type: none"> • Início da Regularização fundiária • Implantação do Plano de Manejo 	1.500.000,00	
Serra do Mar (núcleo São Bernardo)	Instituto Florestal	<ul style="list-style-type: none"> • Regularização fundiária 	3.500.000,00	
			Total	50.016.169,62

Quadro 3.36 - Parques a serem criados ou apoiados como medidas de compensação ambiental. Fonte: São Paulo (estado) (2011).

3.3.2.4.4. Considerações

Esse caso foi o mais bem documentado. Além da disponibilização do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental, também é possível acessar a deliberação da Câmara de Compensação Ambiental, o que permite uma análise mais detalhada.

Os Programas Ambientais propostos pelo EIA abrangem três fases: planejamento, construção e operação. Tratam, além disso, de medidas mitigatórias e compensatórias. Entende-se, portanto, que uma não substitui a outra e que possuem diferentes objetivos. O resumo dos valores gastos nessas medidas é apresentado no Quadro 3.37.

As ações foram planejadas dentro do âmbito da legislação brasileira, e, portanto, acontecem de duas formas: plantios compensatórios e investimentos em unidades de conservação. Os plantios contrabalanceiam as árvores removidas, apesar de não recriarem o *habitat* existente. O investimento nos parques, apesar de gerar benefícios inegáveis ao meio ambiente, não compensa exatamente o impacto causado, que pode ser, por exemplo, restrito a comunidades da fauna local, não podendo ser compensado em outro lugar.

Identificação	Porcentagem relativo ao valor total do empreendimento	Valor aproximado
Medidas mitigatórias	6,56%	R\$ 170.500.000,00
Medidas compensatórias (proposta EIA)	0,75%	R\$ 19.500.000,00
Medidas compensatórias (acordo firmado no TCCA)	1,93%	R\$ 50.016.169,62
Total do investimento em compensação e mitigação de impactos	8,49%	R\$ 220.516.169,62
Total do empreendimento - R\$ 2.600.000.000,00		

Quadro 3.37 - Resumo dos gastos com medidas compensatórias e mitigatórias no Rodoanel Trecho Sul. Fonte: dados retirados de SMA (s.d.) e : São Paulo (estado) (2011).

3.4. Considerações sobre o capítulo

A partir da análise dos casos apresentados é possível destacar alguns pontos importantes:

1) A compensação ambiental é um instrumento a ser utilizado somente depois da mitigação dos impactos

Para todos os casos abordados, antes de se considerar a compensação ambiental, devem ser esgotadas as alternativas que envolvem evitar e reduzir os impactos gerados pelo projeto.

2) A compensação ambiental é ponderada na esfera nacional

Apesar de, em diversos casos, os impactos ambientais de um empreendimento de grande porte ultrapassarem as fronteiras dos países, as medidas sempre são restritas aos territórios nacionais. Esse certamente é um problema de legislação, mas alerta para a necessidade da criação de um órgão que seja independente e que regule as compensações ambientais necessárias nos casos em que as interferências de uma obra ultrapassem as estremaduras. Esse caso fica claro com o exemplo do item 3.2.3.2, da Barragem da baía de Cardiff, no Reino Unido.

3) A compensação ambiental pode estar atrelada ao meio atingido, e não ao tipo de empreendimento implantado

Para o caso dos Estados Unidos e da União Europeia (especificamente as regiões do Natura 2000), a compensação não está somente atrelada aos danos causados pelo empreendimento, mas também condicionada ao meio atingido. Assim, uma região específica é protegida e qualquer projeto de significativo impacto ambiental está sujeito a medidas de redução desses impactos, recorrendo-se, caso necessário, à compensação ambiental.

4) Os empreendimentos sujeitos a compensação ambiental, em geral, são os de infraestrutura

Exceto pelos casos de São Paulo, onde se faz a compensação pelo manejo arbóreo para qualquer tipo de empreendimento, todos os outros casos são

referentes apenas às obras de infraestrutura, consideradas de significativo impacto ambiental.

5) Os mecanismos de compensação ambiental, em geral, não são voltados à etapa de execução do empreendimento

Dos diversos casos abordados, quase nenhum fez menção explícita à fase de execução do empreendimento e seus impactos. A exceção é a compensação ambiental baseada na Lei Federal nº 9.985 de 2000, apoiada no Estudo de Impacto Ambiental e seu Relatório (que contempla a etapa em questão).

6) Os empreendimentos sujeitos a compensação ambiental, em geral, estão localizados em áreas não urbanas

Assim como no item anterior, a maior parte dos casos são referentes apenas às regiões não urbanizadas, exceto pelos exemplos de São Paulo. Tais amostras apresentam: (1) compensação por manejo arbóreo em áreas urbanas e rurais; (2) compensação ambiental por empreendimento localizado em área urbana (porém com intervenções em Áreas de Preservação Permanente), e baseada na Lei Federal nº 9.985 de 2000, como no caso do prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô; e (3) criação de áreas permeáveis como compensação pela Nova Marginal Tietê.

7) Os mecanismos de compensação ambiental são voltados apenas à natureza

Os mecanismos de compensação ambiental existentes desconsideram os impactos sofridos pelos seres humanos, contemplando apenas as interferências negativas causadas à natureza. A única exceção é o caso da Holanda, em que a perda de funções recreativas do meio ambiente está sujeita à compensação.

8) Não há uniformidade na forma como a compensação ambiental é implantada nos diferentes países

Os mecanismos de compensação ambiental implantados nas diferentes nações do mundo, apesar de algumas semelhanças, apresentam diferenças marcantes. Mesmo nos países da União Europeia, sujeitos às mesmas diretrizes e ao Natura 2000, notam-se distinções, como nos processos decisórios adotados nos casos

da baía de Cardiff (com os debates entre as partes interessadas) e da estrada que liga Eindhoven e Oss (que envolveu apenas especialistas).

9) A compensação ambiental baseia-se na legislação

Para todos os casos apresentados, a compensação ambiental foi implantada por meio de legislação. A pesquisa bibliográfica não apontou nenhuma situação em que os procedimentos tenham sido executados voluntariamente.

Este capítulo apresentou o conceito de compensação ambiental e seus contextos internacional e nacional, ilustrando a forma como a ação ocorre em diferentes países. A conjuntura nacional, em especial a do Estado e do município de São Paulo, foi abordada por meio da legislação e de exemplos de empreendimentos de grande porte. As informações contidas nesta parte do estudo, desde as diferentes experiências internacionais e suas respectivas avaliações até a legislação existente no Brasil, tem por objetivo embasar a elaboração da proposta do capítulo seguinte.

Caso estudado		Definição	Definição	O que é compensado?	Formas de compensação
		Mitigação	Compensação ambiental		
1	Estados Unidos - Lei da água Limpa, seção 404	Minimização, retificação, redução ou compensação pelas perdas de recursos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001).	A “compensação mitigatória” é a criação, restauração, melhoramento ou preservação de “pântanos” destinadas a contrabalancear perdas de outras “pântanos” naturais ou de outros recursos ou funções naturais. É o passo final no processo de redução dos impactos, depois do evitamento e da minimização dos mesmos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001).	Descargas de materiais dragados e de preenchimento em pântanos.	<p>(1) <i>criação</i> ou estabelecimento de novo sítio pantanoso;</p> <p>(2) <i>restauração</i> de um sítio pantanoso previamente existente;</p> <p>(3) <i>aprimoramento</i> das funções de um sítio pantanoso existente;</p> <p>(4) <i>preservação</i> de um sítio pantanoso existente (em geral, por meio de aquisição)</p> <p>Existência de bancos de mitigação</p>
2	Austrália	Minimização, retificação, redução e, por fim, compensação pelas perdas ambientais (ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006).	Atividades benéficas ao meio ambiente empreendidas para equilibrar um impacto ambiental adverso, aspirando alcançar um resultado no qual não há perdas, ou ainda, ganhando benefícios ambientais (ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006).	Projetos de desenvolvimento que impactem áreas ou ecossistemas protegidos pela Lei da Conservação da Biodiversidade e Proteção do Meio Ambiente.	<p>Medidas compensatórias diretas: (1) proteção em longo prazo do ecossistema existente, inclusive pela aquisição e inclusão de terras em “estado de conservação”; (2) restauração e reabilitação de ecossistemas degradados; (3) restabelecimento de ecossistemas</p> <p>Medidas compensatórias auxiliares: (1) implantação de planos de recuperação, incluindo levantamento de dados sobre as áreas; (2) contribuições para pesquisas relevantes e programas educacionais; (3) remoção de processos ameaçadores às compensações realizadas; (4) contribuições para fundos confiáveis ou sistemas bancários que possam realizar compensações diretas, por meio da consolidação de fundos e investimento em áreas prioritárias; (5) atividades de gestão das áreas compensadas, tais como monitoramento, manutenção, preparação e implantação de planos de gestão, etc.; (6) contribuições para bancos, fundos ou esquemas de troca de crédito; (7) atividades que tenham benefício ambiental comprovado.</p> <p>Implantação recente de BioBankings.</p>

Caso estudado		Definição	Definição	O que é compensado?	Formas de compensação
		Mitigação	Compensação ambiental		
3	Holanda - Rodovia A50 Eindhoven-Oss	-	Substituição das funções ou qualidades ecológicas prejudicadas pelo desenvolvimento de empreendimentos (CUPERUS, 2004)	Os danos à natureza, seja nas funções recreativas ou florestais, resultantes de outra importante função social devem ser mitigados e (se isso não for suficiente) compensados.	Medidas compensatórias elaboradas e projetadas em função do dano ambiental. Pode haver compensação monetária se necessário, ou seja, se as compensações projetadas não contrabalancearem adequadamente os danos causados.
4	Reino Unido - Barragem da baía de Cardiff	-	Prestação de medidas ambientais com o objetivo de corrigir, equilibrar ou reparar a perda de recursos naturais (COWELL, 2000).	Degradação de região de pântanos de valor ambiental significativo.	As medidas compensatórias foram decididas depois de debates com as partes interessadas, sendo determinado: (1) a criação de uma reserva ambiental composta por regiões pantanosas, de valor excepcional para hibernação e reprodução de aves aquáticas; e (2) as medidas compensatórias devem apoiar duas populações de pássaros aquáticos de importância nacional.
5	Suécia - Planejamento Rodoviário	-	Restauração de funções no contexto funcional correto ou substituir funções em outro contexto (ERIKSSON; LINGESTÅL, 2002 <i>apud</i> RUNDCRANTZ; SKÄRBÄCK, 2003).	Toda invasão, ou transgressão, em áreas protegidas deve ser compensada na própria reserva ou em outro local (não há exigência jurídica que vincule a autorização final de um projeto à sua compensação ambiental, exceto nos locais abrangidos pelo Natura 2000).	São determinadas medidas compensatórias em função dos danos causados.

Caso estudado		Definição	Definição	O que é compensado?	Formas de compensação
		Mitigação	Compensação ambiental		
6	Legislação Brasil	-	-	Empreendimentos de significativo impacto ambiental.	A compensação é monetária, e os recursos são destinados à implantação e conservação de Unidades de Conservação.
7	Legislação São Paulo (Estado) ¹	-	-	1) Manejo de exemplares arbóreos; 2) Danos a áreas de reservas legais em imóveis rurais.	1) Plantio de novas árvores. 2) Três formas de compensação são permitidas: a) por outra área equivalente em importância ecológica e extensão; b) mediante arrendamento de área sob regime de servidão florestal ou Reserva Legal; c) mediante aquisição de cotas de Reserva Legal, conforme disposto em regulamento específico.
8	Legislação São Paulo (município) ^{1,2}	-	-	Manejo de exemplares arbóreos.	Plantio de novas árvores ou destinação de recursos para obras e serviços determinados pelos órgãos competentes.
9	Complexo Logístico Fernão Dias			Manejo de exemplares arbóreos;	Plantio de novas árvores
10	Prolongamento da Linha 2 (Verde) do Metrô - Trecho: Oratório a Cidade Tiradentes			<ul style="list-style-type: none"> • Empreendimentos de significativo impacto ambiental • Manejo de exemplares arbóreos; 	Plantio de novas árvores e destinação de recursos para obras e serviços determinados pelos órgãos competentes. O valor destinado à compensação envolveu 0,15% do total gasto no empreendimento.

Caso estudado		Definição	Definição	O que é compensado?	Formas de compensação
		Mitigação	Compensação ambiental		
11	Projeto Nova Marginal Tietê			<ul style="list-style-type: none"> • Empreendimentos de significativo impacto ambiental • Manejo de exemplares arbóreos 	Plantio de novas árvores e destinação de recursos para obras e serviços determinados pelos órgãos competentes. O valor destinado à compensação envolveu 14% do total gasto no empreendimento
12	Rodoanel - Trecho Sul Modificado			<ul style="list-style-type: none"> • Empreendimentos de significativo impacto ambiental • Manejo de exemplares arbóreos 	Plantio de novas árvores e destinação de recursos para obras e serviços determinados pelos órgãos competentes. O valor destinado à compensação envolveu 1,93% do total gasto no empreendimento

(1) Para estes casos também é válida a compensação para empreendimentos de significativo impacto ambiental, e assim como no caso 6.

(2) Não foi apresentada a compensação pela emissão de gases do efeito estufa, pois não é relevante para o estudo

Quadro 3.38 - Síntese dos casos apresentados nos itens 3.2 e 3.3.

4. PROPOSTA PARA COMPENSAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE CANTEIROS DE OBRAS

4.1. Introdução

Este capítulo apresenta a proposta para a compensação ambiental, voltada ao meio antrópico, de canteiros de obras em meios urbanos, que é o resultado principal desta tese. O capítulo tem início com uma discussão do âmbito da compensação, seguida pela descrição do funcionamento do método proposto. Apresenta-se, então, a forma de seleção dos indicadores, quais são esses indicadores de fato e a discussão sobre a fiscalização da aplicação do método, finalizando com a análise da proposta.

4.1.1. Âmbito da proposta

O método para compensação ambiental envolve apenas os impactos gerados durante a fase de execução de empreendimentos, ou seja, nos canteiros de obras de edifícios em áreas urbanas e incidentes sobre o meio antrópico. Observa-se que a abordagem do meio antrópico é restrita à vizinhança da obra e aos trabalhadores. Logo, não serão considerados os impactos que afetem a sociedade de forma global, apenas aqueles que interfiram no entorno da obra.

Vale ressaltar que não são ponderadas as interferências referentes à existência e implantação do empreendimento. Sendo assim, não são objetos de compensação, por exemplo, as alterações no trânsito local ocasionadas pela existência de um novo edifício comercial.

4.2. Método para compensação ambiental de canteiros de obras

O método é composto por etapas que formam o processo de compensação ambiental. Dessa forma, descrevem-se as atividades necessárias para que se realize o cálculo da compensação. As etapas, apresentadas na Figura 4.1, são descritas a seguir.

Figura 4.1 - Síntese da proposta preliminar para compensação ambiental de canteiros de obras. Fonte: a autora

Etapa 1: Planejamento do empreendimento com adoção de medidas visando evitar os impactos ambientais

Nesse momento, o empreendedor deve elaborar o planejamento completo de seu empreendimento, incluindo projetos executivos, de produção e do canteiro de obras. É necessário que o projeto do canteiro de obras identifique, para cada fase de execução, quais são as medidas a serem adotadas com o objetivo de reduzir os impactos ambientais. Existem diversas referências bibliográficas que tratam da sustentabilidade do canteiro de obras (dentre elas: ARAUJO, 2009; PULASKI, 2004; NIEA; SEPA, s.d.; GUIMARÃES, 2013), ficando a cargo do responsável a seleção e adoção de tais medidas.

Etapa 2: Comprometimento com a adoção da compensação ambiental

O cálculo da compensação ambiental é feito somente ao fim da obra. O construtor, no entanto, deve se comprometer antes de seu início, conforme discutido no item 4.2.2. A importância desse envolvimento é garantir a coleta de dados e o acompanhamento correto durante o funcionamento do canteiro de obras.

Etapa 3: Prévia dos fatores de ponderação

O método de compensação ambiental é composto de 4 indicadores (item 4.2.1.1), que devem ser agrupados de maneira a refletir o ambiente em que o canteiro de obras está inserido. Para isso, são utilizados fatores de ponderação, calculados em função das expectativas da população do entorno (item 4.2.1.3).

Antes do início da obra, a construtora precisa realizar essa pesquisa, a fim de obter uma prévia dos fatores de ponderação e para identificar as necessidades do local. Com isso, é possível a adoção de medidas mais eficientes para reduzir os impactos e, conseqüentemente, a compensação.

Recomenda-se que a construtora aproveite esse momento e entregue uma carta de apresentação à vizinhança, onde contenham informações sobre a empresa e explicações acerca dos incômodos que uma obra pode causar. Essa atitude visa estabelecer boas relações com a vizinhança, criando um canal para comunicações futuras.

Etapa 4: Acompanhamento da obra para coleta de dados visando o cálculo dos indicadores

Durante o período de funcionamento do canteiro de obras, são realizadas as medições para o cálculo dos indicadores (item 4.2.1.2). Assim, um especialista deve treinar os funcionários envolvidos e supervisionar a coleta de dados. Os indicadores, então, podem ser calculados. Recomenda-se o cálculo periódico, de maneira que o responsável possa avaliar os registros mais críticos e agir de maneira a reduzir a necessidade de compensação.

Etapa 5: Elaboração do relatório contendo os dados coletados durante a obra

Todos os dados coletados durante a obra, com o objetivo de equacionar a compensação ambiental, devem ser compilados em um relatório que demonstre e embase o cálculo.

Etapa 6: Cálculo dos fatores de ponderação da compensação ambiental

Ao fim da obra, deve ser realizada uma nova pesquisa com a vizinhança, objetivando-se calcular os fatores de ponderação. Diferentemente da Etapa 3, quando a pesquisa media as expectativas, este momento avalia os incômodos efetivamente causados ao longo do período de execução.

Etapa 7: Cálculo da compensação

Finalmente, a compensação deve ser calculada utilizando-se os indicadores (item 4.2.1.2) e os respectivos fatores de ponderação (item 4.2.1.3).

4.2.1. Cálculo da compensação ambiental**4.2.1.1. Formulação de indicadores**

Indicador é um parâmetro, ou valor derivado de parâmetros, que fornece informações sobre um fenômeno (OECD, 1993). Meadows (1998) lista diversas características desejáveis para indicadores. Algumas delas são consideradas relevantes e aplicáveis²⁹ para esta pesquisa e, por essa razão, serão elencadas a seguir:

1. Devem ser claros nos valores, não permitindo incertezas nas direções consideradas corretas ou incorretas;

²⁹ Algumas das características citadas por Meadows (1998) não se aplicam, pois tratam de indicadores para políticas públicas.

2. Devem ser claros em seu conteúdo, não trazendo incertezas, e com unidades que façam sentido;
3. Devem ser factíveis, ou seja, mensuráveis a um custo razoável;
4. Devem ser suficientes, isso é, não deve fornecer informações excessivas nem insuficientes;
5. Deve ser conveniente, ou seja, compilável em tempo razoável;
6. Devem ser participativos, utilizando elementos que os interessados possam mensurar;
7. Devem ser condutores, fornecendo informações que conduzam à ação.

Portanto, a seleção dos temas dos indicadores e sua construção são baseadas nas características discutidas por Meadows.

4.2.1.1.1. Seleção dos temas dos indicadores

Buscaram-se, na bibliografia disponível, os impactos ambientais possivelmente decorrentes dos canteiros de obras (item 2.4.1.3), de modo a selecionar os temas para os indicadores. No Quadro 2.5 são listados vinte e nove impactos ambientais, possibilitando a seleção de aproximadamente o mesmo número de temas. Porém, de acordo com Meadows (1998), os indicadores devem ser mensuráveis a um custo razoável. Assim, a proposta para a compensação ambiental desenvolvida nesta tese, cujo objetivo é que os próprios interessados a apliquem em seus canteiros, deve apresentar um número reduzido de tópicos. Decidiu-se, portanto, pela diminuição da quantia de indicadores para a composição do método.

A eleição de temas, tendo em vista os vinte e nove impactos, deu-se em diferentes etapas, representadas pelo esquema da Figura 4.2. Primeiro, para cada impacto, buscou-se avaliar sua ocorrência nas áreas urbanizadas da cidade de São Paulo (atendendo ao âmbito da pesquisa). Portanto, considerando a falta de relatos sobre alguns dos impactos, ou, quando relatados, a insignificância do dano, os temas foram eliminados (sinalizados com um “risco” no Quadro 4.1). Em seguida, restaram 17 impactos (sinalizados com a cor cinza no Quadro 4.1). Alguns deles podem ser agrupados dentro de um mesmo tema, que seria representado por apenas um indicador.

Figura 4.2 - Esquema representativo das etapas para seleção dos indicadores. Fonte: a autora

Dessa maneira, os impactos *Indução de processos erosivos*, *Alteração da qualidade das águas superficiais*, *Aumento da quantidade de sólidos (das águas superficiais)*, *Alteração dos regimes de escoamento* e *Interferência na drenagem urbana* estão todos relacionados entre si pelo processo erosivo, que pode gerar carreamento de sólidos para fora do canteiro, interferindo na drenagem urbana. Esse processo produziria o aumento da quantidade de sólidos nas águas superficiais e provocaria alterações em sua qualidade e no seu regime de escoamento. Os cinco impactos apresentados foram, então, reunidos no tema Erosão e carreamento de sedimentos.

IMPACTOS AMBIENTAIS		
Meio físico	Solo	1. Alteração das propriedades físicas
		2. Contaminação química
		3. Indução de processos erosivos
		4. Esgotamento de reservas minerais
	Ar	5. Deterioração da qualidade do ar
		6. Poluição sonora
	Água	7. Alteração da qualidade das águas superficiais
		8. Aumento da quantidade de sólidos
		9. Alteração da qualidade das águas subterrâneas
		10. Alteração dos regimes de escoamento
		11. Escassez de água
Meio biótico		12. Interferências na fauna local
		13. Interferências na flora local
		14. Alteração da dinâmica dos ecossistemas locais
		15. Alteração da dinâmica do ecossistema global
Meio antrópico	Trabalhadores	16. Alteração nas condições de saúde
		17. Alteração nas condições de segurança
	Vizinhança	18. Alteração da qualidade paisagística
		19. Alteração nas condições de saúde
		20. Incômodo para a comunidade
		21. Alteração no tráfego de vias locais
		22. Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)
		23. Alteração nas condições de segurança
		24. Danos a bens edificados
		25. Interferência na drenagem urbana
	Sociedade	26. Escassez de energia elétrica
		27. Pressão sobre serviços urbanos (exceto drenagem)
		28. Aumento do volume de aterros de resíduos
		29. Interferência na drenagem urbana

Quadro 4.1 - Impactos excluídos e selecionados para definição dos temas dos indicadores

Outros temas compreendidos nos impactos remanescentes foram: Emissão de ruídos, vibrações e de materiais particulados nos canteiros (derivados dos impactos *Poluição sonora*, *Incômodo para a comunidade*, *Deterioração da qualidade do ar* e *Alteração das condições de saúde da vizinhança e trabalhadores*); Alteração da qualidade paisagística; Supressão da vegetação (relativa ao impacto *Interferências na flora*

local); Geração e destinação de resíduos (referentes ao *Aumento do volume de aterros de resíduos*); Lançamento de fragmentos e danos às edificações vizinhas (resultantes dos impactos *Alteração nas condições de segurança dos trabalhadores e da vizinhança* e *Danos a bens edificados*); Ocupação da via pública (concernentes aos *Incômodos para a comunidade* e *Alteração no tráfego de vias locais*); e, por fim, o Desrespeito às leis ambientais (que envolve, dentre outros impactos não listados, as *Interferências na flora local* e a *Alteração da qualidade das águas superficiais*). Os temas e os respectivos impactos ambientais são apresentados no Quadro 4.2

o	Tema	Impacto
1	Ruídos	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição Sonora • Incômodo para a comunidade • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores
2	Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do volume de aterros
3	Material Particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade • Deterioração da qualidade do ar • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores
4	Lançamento de Fragmentos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança • Alteração nas condições de segurança dos trabalhadores
5	Erosão e transporte de sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Indução de processos erosivos • Alteração da qualidade das águas superficiais • Aumento da quantidade de sólidos (das águas superficiais) • Alteração dos regimes de escoamento • Interferência na drenagem urbana
6	Vibrações	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores • Incômodo para a comunidade
7	Danos à vegetação remanescente	<ul style="list-style-type: none"> • Interferências na flora local
8	Ocupação da via pública	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade
9	Danos às edificações vizinhas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança
10	Alterações na qualidade paisagística	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da qualidade paisagística • Incômodo para a comunidade
11	Desperdício de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do volume de aterros
12	Desrespeito às leis ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Interferências na flora local • Alteração da qualidade águas superficiais

Quadro 4.2 - Temas remanescentes após a exclusão de impactos não representativos para os meios urbanos.

Apesar da grande redução, entende-se que a compilação de doze itens ainda representa um número excessivo para as construtoras, o que pode se tornar um fator desmotivador para a adoção do método. Dessa maneira, alguns temas foram excluídos, uma vez que, apesar de relevantes para os meios urbanos, seus impactos

não afetam diretamente o meio antrópico do entorno do canteiro (Quadro 4.3). Observa-se que o objetivo dos indicadores é medir as interferências negativas que a vizinhança e os trabalhadores da obra percebem no momento da execução do edifício. Portanto, optou-se pela exclusão de temas cujos impactos não correspondem a tais critérios.

	Tema	Impacto
1	Ruídos	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição Sonora • Incômodo para a comunidade • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores
2	Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do volume de aterros
3	Material Particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade • Deterioração da qualidade do ar • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores
4	Lançamento de Fragmentos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança • Alteração nas condições de segurança dos trabalhadores
5	Erosão e transporte de sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Indução de processos erosivos • Alteração da qualidade das águas superficiais • Aumento da quantidade de sólidos (das águas superficiais) • Alteração dos regimes de escoamento • Interferência na drenagem urbana
6	Vibrações	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores • Incômodo para a comunidade
7	Danos à vegetação remanescente	<ul style="list-style-type: none"> • Interferências na flora local
8	Ocupação da via pública	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade
9	Danos às edificações vizinhas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança
10	Alterações na qualidade paisagística	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da qualidade paisagística • Incômodo para a comunidade
11	Desperdício de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do volume de aterros
12	Desrespeito às leis ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Interferências na flora local • Alteração da qualidade águas superficiais

Quadro 4.3 - Exclusão temas concernentes aos impactos que não interferem diretamente na vizinhança e nos trabalhadores.

Conforme o Quadro 4.3 acima, foram excluídos: Resíduos e Desperdício de materiais, pois a vizinhança e os trabalhadores pouco perceberiam o *Aumento do volume de aterros* durante a execução do edifício, enquanto outros impactos derivados do transporte estão contemplados nos temas Emissão de Material Particulado e Ocupação da via pública; e Dano à vegetação remanescente e Desrespeito às leis

ambientais, entende-se que as pessoas possivelmente afetadas não se mostrariam incomodadas com esses impactos específicos frente a outros que sofreriam.

	Tema	Impacto
1	Ruídos	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição Sonora • Incômodo para a comunidade • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores
2	Material Particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade • Deterioração da qualidade do ar • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores
3	Lançamento de Fragmentos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança • Alteração nas condições de segurança dos trabalhadores
4	Erosão e transporte de sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Indução de processos erosivos • Alteração da qualidade águas superficiais • Aumento da quantidade de sólidos (das águas superficiais) • Alteração dos regimes de escoamento • Interferência na drenagem urbana
5	Vibrações	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Alteração nas condições de saúde dos trabalhadores • Incômodo para a comunidade
6	Ocupação da via pública	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade
7	Danos às edificações vizinhas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança
8	Alterações na qualidade paisagística	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da qualidade paisagística • Incômodo para a comunidade

Quadro 4.4 - Temas remanescentes após a exclusão de impactos que não interferem diretamente na vizinhança e trabalhadores.

Restam, então, oito temas. Apesar de ser uma quantidade mais viável, uma nova apreciação mostrou-se necessária, selecionando-se, agora, as matérias cujos impactos podem ser mitigados quase por completo com o uso de tecnologias conhecidas. Assim, os temas Lançamento de fragmentos (que pode ser atenuado pelo uso de redes de proteção), Erosão e transporte de sedimentos (de menor relevância para este estudo e passível de mitigação utilizando-se tecnologias conhecidas³⁰) e Alterações na qualidade paisagística (que pode ser amenizado pelo uso de instalações provisórias de melhor aparência) foram eliminados (Quadro 4.5). Restam,

³⁰ Existem diversos manuais, como, por exemplo Cleanwater Services (2008), Environment Canterbury (2007) e GGHA (2006).

portanto, cinco possíveis indicadores: Ruídos, Material Particulado, Vibrações, Ocupação da via pública, Danos às edificações vizinhas (Quadro 4.6).

	Tema	Impacto
1	Ruídos	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição Sonora • Incômodo para a comunidade • Alteração nas condições de saúde da vizinhança
2	Material Particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade • Deterioração da qualidade do ar • Alteração nas condições de saúde da vizinhança
3	Lançamento de Fragmentos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança
4	Erosão e transporte de sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Indução de processos erosivos • Alteração da qualidade das águas superficiais • Aumento da quantidade de sólidos (das águas superficiais) • Alteração dos regimes de escoamento • Interferência na drenagem urbana
5	Vibrações	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Incômodo para a comunidade
6	Ocupação da via pública	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade
7	Danos às edificações vizinhas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança
8	Alterações na qualidade paisagística	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da qualidade paisagística • Incômodo para a comunidade

Quadro 4.5 - Exclusão de impactos que não interferem diretamente na vizinhança e trabalhadores.

	Tema	Impacto
1	Ruídos	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição Sonora • Incômodo para a comunidade • Alteração nas condições de saúde da vizinhança
2	Material Particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade • Deterioração da qualidade do ar • Alteração nas condições de saúde da vizinhança
3	Vibrações	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de saúde da vizinhança • Incômodo para a comunidade
4	Ocupação da via pública	<ul style="list-style-type: none"> • Incômodo para a comunidade
5	Danos às edificações vizinhas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas condições de segurança da vizinhança

Quadro 4.6 - Temas remanescentes após a exclusão de impactos que não interferem diretamente na vizinhança e trabalhadores.

Além da análise descrita para a seleção de temas para os indicadores, foi feita uma pesquisa com engenheiros residentes em obras. Estavam inclusas, aqui, obras que variavam desde o padrão popular do Programa Minha Casa Minha Vida³¹ até edifícios residenciais e comerciais de alto padrão (inclusive um que está buscando a

³¹ O Programa é apresentado de forma detalhada em <http://www.caixa.gov.br/habitacao/mcmv/>.

certificação Leed Gold). Assim, na posse dos 12 temas (Quadro 4.2), elaborou-se um questionário (Anexo 1) baseado em Günther (2003), que foi aplicado a esse grupo de especialistas.

O questionário envolveu os temas extraídos dos impactos remanescentes. Nota-se, porém, que as perguntas não podem envolver o impacto, pois ele muitas vezes não é perceptível ou mensurável no âmbito dos canteiros de obras (por exemplo: *Aumento da quantidade de sólidos das águas superficiais* ou *Aumento do volume de aterros de resíduos*). Dessa forma, as perguntas envolvem atividades e aspectos presentes nos canteiros, cujas consequências são os impactos ambientais (item 2.4). Os temas envolvidos nos questionários e os respectivos impactos ambientais são apresentados no Quadro 4.2.

Para cada questão, o engenheiro determinou, de acordo com a sua própria experiência, a frequência de ocorrência das atividades e dos aspectos ambientais, assim como a magnitude desses aspectos. A escala, que tinha a forma de régua, variava de 0 a 10 e os respondentes tinham livre escolha para assinalar em qualquer região ao longo dela.

A partir do resultado dos questionários (Apêndice 2), efetuou-se a média dos valores das respostas, apresentadas no Quadro 4.7.

		Frequência	Magnitude
1	Ruídos	6,2	5,5
2	Resíduos	5,4	5,1
3	Material Particulado	6,7	6,0
4	Fragmentos	3,6	4,0
5	Erosão	3,4	3,6
6	Vibrações	3,8	4,2
7	Vegetação	3,1	3,3
8	Ocupação de vias públicas	5,6	5,8
9	Danos a edifícios vizinhos	3,2	5,3
10	Qualidade Paisagística	3,8	3, 2

11	Desperdício/Resíduos	3,7	2,9
12	Desrespeito às leis	1,9	3,0

Quadro 4.7 - Resultado do questionário de seleção de indicadores

Cada tema, portanto, obteve a média da grandeza e da frequência de sua ocorrência, sendo possível desenvolver um gráfico que relaciona as duas variáveis (Gráfico 4.1). A visualização do gráfico permite verificar quais temas (e, indiretamente, quais impactos) apresentam maiores magnitudes e frequências. Para facilitar a análise, traçaram-se retas que cruzam os eixos no centro da escala (no número 5). Observou-se, então, que os cinco temas mais críticos são: Ruídos, Material Particulado, Resíduos, Danos às edificações vizinhas e Ocupação da via pública.

Gráfico 4.1 - Resultado do questionário: Frequência e magnitude dos aspectos ambientais.
Fonte: a autora

A consulta feita com os engenheiros corrobora para a seleção dos indicadores. Selecionando-se os cinco temas considerados mais críticos por esse coletivo e comparando-os com os resultados obtidos na análise anterior, é possível constatar a

repetição de quatro tópicos (Figura 4.3): Ruídos, Material Particulado, Danos às edificações vizinhas e Ocupação da via pública. Portanto, será desenvolvido um indicador para cada uma dessas quatro constantes (Quadro 4.8). Diante de tais circunstâncias, Resíduos foi excluído por não afetar diretamente o meio antrópico, e Vibrações, em virtude da baixa relevância apresentada nos resultados dos questionários, também será desconsiderado.

Figura 4.3- Representação dos indicadores seleccionados após análise e por meio dos questionários. Fonte: a autora.

Indicadores para o cálculo da compensação ambiental	
Emissão de ruídos	<i>I1</i>
Ocupação da via pública	<i>I2</i>
Danos a bens edificados	<i>I3</i>
Emissão de material particulado	<i>I4</i>

Quadro 4.8 - Indicadores que compõem o cálculo da compensação ambiental. Fonte: a autora.

4.2.1.2. Indicadores para compensação ambiental

Os indicadores *I1*, *I2*, *I3* e *I4* foram elaborados considerando as interferências negativas que o canteiro de obras pode causar ao meio ambiente. O valor de cada indicador varia entre 0 e 1, e a relevância de cada tema abordado é aplicada pelos fatores de ponderação (item 4.2.1.3).

4.2.1.2.1. Indicador 1 (I1): Emissão de ruídos

A emissão de ruído pelos canteiros de obras é fonte de incômodos à vizinhança, podendo também prejudicar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e da comunidade próxima. Dependendo do tipo de entorno em que a obra está inserida, como, por exemplo, se existirem hospitais, creches, escolas, ou se a região for estritamente residencial e calma, os cuidados com esse indicador precisam ser redobrados. Para fins de cálculo, este trabalho foca nos incômodos relativos às imediações do canteiro, visto que os trabalhadores podem utilizar equipamentos de proteção individual para reduzir os impactos à saúde. No caso dos ruídos, a finalidade é compensar o entorno da obra pelo desconforto gerado com o acréscimo do nível de pressão sonora.

Sendo assim, o indicador I1 utiliza os valores das emissões de ruídos das atividades executadas no canteiro de obras e o nível de pressão sonora previamente existente na região. Portanto, antes do início da obra, devem-se instalar medidores nos limites do canteiro para registrar o nível de pressão sonora ao longo de uma semana. Com esses dados, calcula-se a média dos valores, incluindo apenas os períodos equivalentes ao turno de operação do canteiro. Se o número encontrado for menor que os preconizados pela NBR10151, a construtora deve adotar o valor da norma como referência, conforme Quadro 4.9. Para realizar as medições, valem-se os procedimentos descritos na NBR10151. O Indicador Emissão de ruídos (I1), portanto, é calculado pela e.q. 4.1:

$$I1 = \sum_{j=1}^n \frac{t_r}{T} \quad \text{e.q. 4.1}$$

Onde:

- j = evento;
- n = total de eventos;
- t_r = intervalo no qual o ruído excedeu o estabelecido em norma ou o ruído ambiente inicial (horas);
- T = tempo total da obra (horas);

Nota-se que os valores adotados na NBR 10151 visam o conforto em áreas habitadas, não contemplando os limiares referentes à saúde. Para isso, utilizar-se-á a Norma Regulamentadora 15 (MTE, 1978) como referência. Na NR 15, para ruídos de impacto, o limite aceitável é 130 dB. Já para ruídos contínuos, os valores são apresentados no Quadro 4.10. Logo, se em algum momento os limites de tolerância para ruídos forem ultrapassados, o indicador terá valor igual a 1.

Níveis de Pressão Sonora aceitáveis para ambientes externos (dB)		
Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas 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

Quadro 4.9 - Níveis de Pressão Sonora aceitáveis para ambientes externos indicados pela NBR 10151 (Fonte: ABNT NBR 10151, 2000).

Vale evidenciar que os números considerados pela NR15 são próximos a alguns utilizados internacionalmente. No Quadro 4.11 são apresentados os níveis de ruído máximo permitido para 8 horas de exposição diária em diferentes países. A tabela também traz uma escala que determina qual a redução do tempo de exposição quando do aumento do nível de ruído. O funcionamento da escala é simples: o acréscimo de 5 dB ou 3 dB (conforme o adotado pelo país) reduz pela metade o tempo permitido para exposição. Para representar essa redução, também é apresentado o nível de ruído máximo permitido para 4 horas. Nota-se, por conseguinte, que os países da Europa são mais restritivos que os demais, enquanto os Estados Unidos são mais permissivos.

Limites de tolerância para ruído contínuo	
Nível de Ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível
85	8h
86	7h
87	6h
88	5h
89	4h30
90	4h
91	3h30
92	3h
93	2h40
94	2h15
95	2h
96	1h45
98	1h15
100	1h
102	45min
104	35min
105	30min
106	25min
108	20min
110	15min
112	10min
114	8min
115	7min

Quadro 4.10 - Limites de tolerância para ruído contínuo segundo a NR 15 (Fonte: MTE, 1978)

Nível de ruído máximo permitido para 8 horas de exposição diária (dB)	País ou organização	Escala (dB)		Nível de ruído máximo permitido para 4 horas de exposição diária (dB)
		5	3	
80	Reino Unido		x	83
	França		x	83
85	Dangerous Decibels		x	88
	Brasil	x		90
	Canadá	x		90
			x	88
90	Canadá	x		95
			x	93
	EUA	x		95

Quadro 4.11 - Valores de limites de tolerância para ruído em diferentes países. Fontes: MTE (1978), INRS (s.d.), HSE (s.d.), CCOHS(s.d.), OSHA (s.d.), DANGEROUS DECIBELS (s.d.)

O Quadro 4.12 apresenta um resumo do método para determinação do I1

		Valor do I1
Situação A	(a) Se nível de ruído superar os valores do Quadro 4.10 no intervalo de tempo respectivo	1
Situação B	(b) Se o ruído de impacto superar 130 dB (NR15)	1
Situação C	Se o nível de ruído não ultrapassar os valores de citados em (a) e (b)	Utilizar e.q. 4.1 para cálculo do indicador

Quadro 4.12 - Quadro resumo do procedimento para a determinação do indicador I1. Fonte: a autora

4.2.1.2.2. Indicador 2 (I2): Ocupação da via pública

Este indicador abrange a ocupação da via pública, seja por caçambas colocadas junto ao meio fio, avanço das instalações do canteiro sobre a calçada, veículos que usem a rua para descarregar materiais etc. Entende-se, aqui, que a construtora ocupará apenas a frente³² de seu canteiro para estacionar caçambas e para descarregar caminhões. Para o cálculo do indicador consideram-se diferentes formas de ocupação (Quadro 4.13):

- 1) Ocupação **permanente de toda a frente**: dura todo o período da obra, como, o avanço de tapumes na calçada;
- 2) Ocupação **permanente de parte de sua frente**: dura todo o período da obra, porém não ocupa toda a frente, como caçambas;
- 3) Ocupação **não permanente de toda frente ou parte da frente**: por exemplo, caminhões para descarregar ou caçambas.

Condição da ocupação da via pública	Permanência da ocupação		Ocupação da frente		Valor do Indicador I2
	Dura todo o período da obra	Não acontece ao longo de toda a obra	Parcial	Total	
Condição (1)	x			x	1
Condição (2)	x		x		e.q. 4.2
Condição (3)		x		x	e.q. 4.3
Condição (4)		x	x		e.q. 4.4

³² Entende-se como frente do canteiro os locais em que ele faz divisa diretamente com a rua, sem a existência de vizinhos.

Quadro 4.13 - Resumo das condições de ocupação da via pública para cálculo do Indicador I2

Abaixo, apresentam-se as equações e.q. 4.2, e.q. 4.3 e e.q. 4.4, para as condições de ocupação das vias públicas:

$$I2 = \frac{E_o}{E_t} \quad \text{e.q. 4.2}$$

Onde:

- $I2$ = indicador referente à ocupação da via pública;
- E_o = extensão, em metros, de via ocupada;
- E_t = extensão total da frente da obra.

$$I2 = \frac{t}{T} \quad \text{e.q. 4.3}$$

Onde:

- $I2$ = indicador referente à ocupação da via pública;
- t = tempo da ocorrência;
- T = tempo total da obra em horas, estimado pelo número de dias e duração do turno.

$$I2 = \sum_{j=1}^n \frac{E_{o_j} \cdot t_j}{E_t \cdot T} \quad \text{e.q. 4.4}$$

Onde:

- $I2$ = indicador referente à ocupação da via pública;
- j = evento em análise;
- n = total de eventos;
- E_{o_j} = extensão, em metros, de via ocupada;
- t_j = tempo da ocorrência;
- E_t = extensão total da frente da obra;
- T = tempo total da obra em horas, estimado pelo número de dias e duração do turno.

4.2.1.2.3. Indicador 3 (I3): Danos às edificações vizinhas

Os danos às edificações vizinhas causam incômodos à vizinhança, podendo levar a alterações nas condições de segurança do entorno da obra. Esses danos são causados principalmente por adensamento do solo devido ao rebaixamento de lençol freático, deslizamento de taludes, lançamento de fragmentos pela edificação em construção, acidentes causados por equipamentos e também vibrações causadas por diversas atividades da obra. Tais ações podem gerar fissuras, trincas, rachaduras e quebras em geral. Em casos extremos, a edificação pode entrar em colapso.

Diferente de outros aspectos, as interferências em questão podem ser corrigidas por meio de reformas. Discute-se, então, se o cálculo da compensação aconteceria antes ou depois da correção dos danos. Considerando que os estragos devem ser evitados ao máximo e, mesmo que corrigidos posteriormente, os impactos foram causados e afetaram a vizinhança, o cálculo da compensação referente deve ser feito considerando o estado das edificações antes das reformas.

Para o cálculo da degradação ocasionada pelas atividades desenvolvidas no canteiro de obras, será utilizado o coeficiente de depreciação Heidecke em função do estado de conservação da edificação (Quadro 4.14). Esse coeficiente, frequentemente usado para avaliação de imóveis, pode ser aplicado de maneira comparativa, observando as construções vizinhas antes de começar a obra e após os danos.

Assim, antes do início dos trabalhos, devem ser realizadas vistorias nos prédios vizinhos, objetivando-se a elaboração de um Relatório de Vizinhança que contenha o estado das edificações, detalhado por meio de descrições e fotos. Com base nisso, define-se o coeficiente de depreciação de Heidecke para antes do início das atividades (K_a). Após a ocorrência de danos, elabora-se um relatório de impactos com base em novas fiscalizações. Tais instrumentos sustentam a determinação do coeficiente de depreciação de Heidecke após a ocorrência de danos à edificação (K_d).

Estado da Edificação	Depreciação (K)	Características
Nova	0,00%	Edificação nova ou com reforma geral e substancial, com menos de dois anos, que apresente sinais de desgaste natural da pintura externa.
Entre nova e regular	0,32%	Edificação nova ou com reforma geral e substancial, com menos de dois anos, que apresente necessidade apenas de uma demão leve de pintura para recompor sua aparência.
Regular	2,52%	Edificação seminova ou com reforma geral e substancial, entre dois e cinco anos, cujo estado geral possa ser recuperado apenas com reparos de eventuais fissuras superficiais localizadas e/ou pintura externa e interna.
Entre regular e necessitando de reparos de simples	8,09%	Edificação seminova ou com reforma geral e substancial, entre dois e cinco anos, cujo estado geral possa ser recuperado com reparo de fissuras e trincas localizadas e superficiais e pintura interna e externa
Necessitando de reparos de simples	18,10%	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa após reparos de fissuras e trincas superficiais generalizadas, sem recuperação do sistema estrutural. Eventualmente, revisão do sistema hidráulico e elétrico.
Necessitando de reparos de simples a importantes	33,20%	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa após reparos de fissuras e trincas, com estabilização e/ou recuperação localizada do sistema estrutural. As instalações hidráulicas e elétricas possam ser restauradas mediante a revisão e com substituição eventual de algumas peças desgastadas naturalmente. Eventualmente possa ser necessária a substituição dos revestimentos de pisos e paredes, de um, ou de outro cômodo. Revisão da impermeabilização ou substituição de telhas de cobertura.
Necessitando de reparos importantes	52,60	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa, com substituição de panos de regularização da alvenaria, reparos de fissuras e trincas, com estabilização e/ou recuperação de grande parte do sistema estrutural. As instalações hidráulicas e elétricas possam ser restauradas mediante a substituição das peças aparentes. A substituição dos revestimentos de pisos e paredes, na maioria dos cômodos, se faz necessária. Substituição ou reparos importantes na impermeabilização ou no telhado.
Necessitando de reparos importantes a edificação sem valor	75,20%	Edificação cujo estado geral seja recuperado com estabilização e/ou recuperação do sistema estrutural, substituição da regularização da alvenaria, reparos de fissuras e trincas. Substituição das instalações hidráulicas e elétricas. Substituição dos revestimentos de pisos e paredes. Substituição da impermeabilização ou do telhado.
Sem valor	100,00%	Edificação em estado de ruína

Quadro 4.14 - Coeficiente de depreciação segundo Heidecke. Fonte: IBAPE-SP (2002)

Para a elaboração do Relatório de Vizinhança, é necessário definir a distância do canteiro de obras na qual as edificações do entorno podem ser afetadas. Dessa maneira, o consultor de fundações deve determinar esse valor, calculado em função do solo e da atividade que poderá causar estragos, como o rebaixamento do lençol ou a cravação de um perfil metálico. O entorno da obra que pode ser abalado é bastante variável, por isso deve ser calculado individualmente, pois depende do tipo de intervenção, do solo, etc.

O valor atribuído a K não é restrito aos coeficientes indicados na tabela, podendo, igualmente, serem aplicados valores intermediários. Por exemplo, entre o 75,20% (Necessitando de reparos importantes à edificação sem valor) e o 100% (Sem valor), podem ser adotados os índices 80%, 92% etc.

Portanto, de posse do valor de K de cada edificação vizinha, calcula-se o indicador I3 (e.q. 4.5)

$$I3 = \frac{\sum_{j=1}^n (Kd - Ka) \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad \text{e.q. 4.5}$$

Onde:

- I3 = indicador referente aos danos a bens edificados;
- j = edificação vizinha em análise;
- n = total das edificações vizinhas a serem analisadas;
- Kd_j = coeficiente de Heidecke depois de ocorridos os danos;
- Ka_j = coeficiente de Heidecke antes do início das obras;
- A_j = Área da edificação em análise.

Vale notar que, ao se calcular os valores de K para as casas do entorno, obtém-se um K da região. Assim, ao se conseguir o indicador K para todas as edificações após os danos, é possível medir o quanto a localidade como um todo foi depreciada.

4.2.1.2.4. Indicador 4 (I4): Emissão de Material Particulado

O termo Material Particulado (MP) é utilizado para designar um conjunto de poluentes atmosféricos constituído por poeiras, fumaças e materiais sólidos e líquidos em geral, que se mantêm suspenso no ar em virtude de seu pequeno tamanho.

O tamanho da partícula está diretamente ligado ao potencial de causar problemas à saúde. Assim, as de diâmetros menores que 10 micrometros (MP_{10}) tem capacidade de passar pela garganta e nariz, afetando a saúde. Por outro lado, No Quadro 4.15 são apresentados, além das características e principais fontes das partículas de MP, seus efeitos nocivos ao meio ambiente e aos seres humanos.

Poluente	Partículas Inaláveis Finas ($MP_{2,5}$)	Partículas Inaláveis (MP_{10}) e Fumaça	Partículas Totais em Suspensão (PTS)
Diâmetro da partícula (ϕ)	$\phi \leq 2,5 \mu m$	$\phi \leq 10 \mu m$	$\phi < 50 \mu m$
Características	Partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar em forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc., que podem permanecer ali e percorrer longas distâncias.	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar em forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc.	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar em forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc.
Fontes principais	Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera) como sulfato e nitrato, entre outros	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera).	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.
Efeitos gerais ao meio ambiente	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.		
Efeitos gerais aos seres humanos	<p>Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, crianças e idosos podem apresentar sintomas como tosse seca, cansaço. A piora excessiva da qualidade do ar pode levar ao agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio</p> <p>População em geral pode apresentar sintomas como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço</p>		

Quadro 4.15 – Características do Material Particulado e seus efeitos ao meio ambiente e seres humanos. Adaptado de CETESB (s.d.).

O material particulado emitido pelas atividades de construção civil contém uma ampla gama de tamanhos de partículas e tipos de materiais, podendo causar problemas mais ou menos sérios à saúde. Parte significativa do que é emitido pelos canteiros de obra é formada por MP_{10} , o que significa que seus efeitos podem ser sentidos tanto dentro quanto fora das instalações da obra, pois, por serem muito finas, essas partículas são facilmente carregadas pelo vento. Já a parcela das emissões entre MP_{10} e PTS é mais pesada, e seus efeitos são sentidos apenas dentro do canteiro (KUKADIA; UPTON; HALL, 2003).

Os impactos ambientais gerados pela emissão de material particulado são: incômodo para a comunidade, deterioração da qualidade do ar e alteração nas condições de saúde dos trabalhadores da vizinhança (LONDON COUNCILS AND GREATER LONDON AUTHORITY et al., 2006; KUKADIA; UPTON; HALL, 2003). Nesta pesquisa, será priorizada a saúde da vizinhança, considerando que os trabalhadores da edificação podem usar equipamentos de proteção individual para evitar os males causados pela exposição a quantidades excessivas de material particulado disperso no ar, portanto, o foco do é a parcela MP_{10} .

O indicador que avalia a emissão dessas partículas pelo canteiro de obras é composto por duas análises: a primeira verifica o aumento do material particulado introduzido no meio ambiente pelo canteiro de obras (I_{Eco}), enquanto a outra averigua os danos causados à saúde. A composição dessas duas análises resulta no indicador I4.

Dessa maneira, para o cálculo do I_{Eco} , a obra deve mensurar diariamente sua emissão de MP_{10} no canteiro de obras. Para isso, instalam-se equipamentos nos limites do canteiro, que realizarão medições durante 8 horas por dia, de modo a verificar o material particulado que sai dessa área e que afeta as adjacências. Não será medido o PTS, pois, pelo maior tamanho de suas partículas, não há a difusão pelo entorno. Há duas referências sobre o assunto (RESENDE, 2007; ARAÚJO, 2014), onde é explicado o procedimento para a medição, além dos manuais dos equipamentos. O método, portanto, não será descrito no presente texto. Ressalta-se apenas que a aquisição das ferramentas necessárias para essa aplicação representa um valor baixo em relação aos custos da obra. Em cotação realizada em novembro de 2015, o preço

do equipamento MiniVol³³, utilizado em Araújo (2014), é de US\$ 8,211.00, inclusos outros materiais necessários. Em outra avaliação, realizada em janeiro do mesmo ano com uma empresa brasileira³⁴, o preço de um amostrador é de R\$ 41.630,00, também inclusos outros materiais necessários.

Ainda para o cálculo do I_{Eco} , é preciso adotar uma referência que contemple a quantidade de material particulado no ar sem considerar as emissões do canteiro de obras. Assim, para se obter este valor, há duas possibilidades: (1) realizar medições no local do canteiro antes do início das obras por, pelo menos, uma semana, por um período de 8 horas por dia, sendo a média dos valores destas medições é denominada *Eregião*; (2) consultar os valores do Índice de Qualidade do Ar da estação meteorológica mais próxima ao canteiro de obras. Em São Paulo, tais amostragens são apresentadas no Boletim de Qualidade do Ar da CETESB³⁵, que oferece um resumo das condições da poluição atmosférica das 24 horas anteriores nas mediações de cada estação meteorológica da cidade³⁶, incluindo os valores de emissões de cada poluente. A CETESB realiza tal procedimento às 11 horas, logo, recomenda-se que o canteiro de obras, se for localizado em São Paulo, faça o mesmo.

Observa-se que, para o uso do parâmetro da CETESB, é necessária a utilização de um amostrador que suporte a carga de material particulado em 24 horas de funcionamento, para que a comparação se dê com o mesmo período (o valor divulgado pela CETESB é para 24 horas). Em Araújo (2014) constatou-se que o MiniVol não suporta tal carga, e por isso foi proposta a medição em 8 horas, e não 24 horas, restringindo apenas à primeira possibilidade indicada para determinação do *Eregião*.

Por fim, de posse dos valores citados, é possível calcular o I_{Eco} (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**):

³³ MiniVol é um equipamento da AirMetrics - www.airmetrics.com.

³⁴ Energetica Ind. e Com. Ltda.

³⁵ http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/php/boletim_por_poluente.php

³⁶ Para outros estados, consultar o órgão local.

$$I_{Eco} = \frac{\sum_{j=1}^n \left(1 - \frac{E_{região}}{E_{C8ou24}}\right)}{n} \quad \text{e.q. 4.6}$$

Onde:

- I_{Eco} = Índice de Emissões de MP do canteiro de obras em relação às emissões do entorno;
 - j = dia de obra;
 - n = duração total da obra em dias;
 - $E_{região}$ = Valor da emissão de MP₁₀ medido antes do início das obras ou valor de MP₁₀ indicado pela CETESB (µg/m³);
- Nota: Se a E_{C8ou24} for menor que a $E_{região}$, desconsidera-se o valor.
- E_{C8ou24} = Emissão de MP₁₀ média do canteiro de obras em 8 ou 24 horas, de acordo com o amostrador e o $E_{região}$ usados (µg/m³);

Após a determinação do I_{Eco} , é necessário atribuir uma Categoria ao canteiro de obras. Para isso, são avaliados dois valores: I_{Eco} e média aritmética dos valores de E_{C8ou24} medidos ao longo da obra, que devem ser *plotados* no gráfico apresentado na Figura 4.4. A atribuição de uma categoria ao canteiro é importante, uma vez que correlaciona o percentual emitido em relação ao entorno e à situação do meio ambiente, permitindo avaliar se houve uma alteração das condições de saúde da vizinhança.

A adoção do Índice de Qualidade do Ar da CETESB (Quadro 4.16) para elaboração do gráfico da Figura 4.4 se deu por representar um padrão utilizado para o Estado de São Paulo. Outros países e a Organização Mundial da Saúde, no entanto, preconizam outros valores. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos propõe o máximo de emissões de MP₁₀ em 24 horas como sendo de 150 µg/m³ (EPA, s.d.(c)), que é o limite da Cetesb entre a qualidade ruim e péssima. Já a Comissão Europeia Para o Meio Ambiente, assim com a Organização Mundial da Saúde, estabeleceram como limite aceitável o valor de 50 µg/m³ (EUROPEAN COMMISSION, s.d.; WHO, 2014). Por esses números, percebe-se a permissibilidade dos valores adotados pelo órgão estadual, sendo que o limite aceitável pela OMS é considerado bom pelo Estado de São Paulo. A própria Cetesb mostra isso em seu site, e propõe novos padrões a serem adotados posteriormente. Assim, é possível que os valores adotados por esta tese sejam revistos no futuro.

Figura 4.4 - Categoria do canteiro de obras. Fonte: a autora

Qualidade do ar e feitos à saúde		
Qualidade	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24h	Significado
N1 - Boa	0 - 50	
N2 - Moderada	> 50 - 100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 - Ruim	> 100 - 150	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olho, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis podem apresentar problemas mais sérios na saúde.
N4 - Muito Ruim	> 150 - 250	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis.
N5 - Péssima	> 250	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Quadro 4.16 - Qualidade do ar e efeitos à saúde. Fonte: CETESB (s.d. (2))

É possível verificar que os valores utilizados como padrão de qualidade do ar consideram as emissões acumuladas em 24 horas, porém, as medições a serem feitas para cálculo do indicador envolvem apenas 8 horas. Apesar de não ser o ideal a medição por apenas 8 horas, Araujo (2014) indicou este intervalo de medição pois o aparelho MiniVol apresentou inconsistências nas medições realizadas em intervalos maiores.

Finalmente, a Categoria do Canteiro de Obras, obtida pelo gráfico, é utilizada para a determinação do I4. Sabendo-se que o I4 deve variar entre 0 e 1, valem-se das cinco categorias para determinar cinco valores possíveis ao indicador. Para isso, dividiu-se o intervalo numérico (0 a 1) em cinco partes iguais. A cada uma dessas partes foi atribuído o seu valor médio, como na Figura 4.5. Esse valor é, portanto, o I4. Assim, se o canteiro está na categoria A, o I4 dele é 0,1, já se a categoria é C, o I4 é 0,5. (Quadro 4.17).

Nota-se que o intervalo numérico foi dividido em partes iguais, pois se entende que as ponderações foram aplicadas em I_{eco} e na determinação da categoria do canteiro de obras. Assim, a divisão em cinco partes é uma atribuição de valor às categorias.

A graduação proposta para atribuir a categoria do canteiro é inspirada pela estrutura do Índice de Qualidade do Ar da CETESB, Quadro 4.16, que avalia a qualidade do ar em relação aos efeitos à saúde

Figura 4.5 - Categoria do canteiro e valor de I_4 correspondente

Categoria do canteiro de obras	I_4
A	0,1
B	0,3
C	0,5
D	0,7
E	0,9

Quadro 4.17 - Categoria do canteiro e valor de I_4 correspondente. Fonte: a autora

4.2.1.3. Ponderação dos indicadores

Os aspectos ambientais, tais como a emissão de ruídos e materiais particulados, danos a bens edificados e ocupação da via pública, não interferem no meio ambiente em igual magnitude e frequência, e os impactos causados variam conforme as características da região afetada. Por exemplo, num local onde há escolas ou hospitais, os ruídos são mais impactantes do que seriam em uma área industrial. Dessa maneira, para o cálculo da compensação ambiental, os indicadores são ponderados em função do meio ambiente.

Como o meio ambiente é alterado a cada obra, não é possível indicar nesta pesquisa valores fixos para a ponderação. Portanto, essa deve ser calculada para cada canteiro de obras. Sabendo-se que o foco deste trabalho são os impactos ao meio antrópico, a população no entorno da obra é a principal afetada e deve ser consultada para a determinação dos fatores de ponderação. Para isso, foi elaborado o questionário apresentado no Apêndice 3, por meio dos quais os entrevistados atribuem valores aos incômodos causados pelo canteiro de obras. O processo para cálculo dos fatores em questão é apresentado no Quadro 4.18.

O primeiro passo é determinar para quais vizinhos será aplicada a pesquisa. Optou-se por selecionar apenas os mais próximos à obra, excluindo-se regiões mais distantes mesmo que elas sofram as consequências dos impactos, uma vez que eles podem ser confundidos com outras interferências externas e isso atrapalharia a

avaliação. No entanto, se houver equipamentos urbanos relevantes nos quarteirões adjacentes, como hospitais ou escolas, os responsáveis pelo local devem ser incluídos. A vizinhança a ser consultada está representada no esquema do Quadro 4.19.

Quadro 4.18 – Processo para cálculo dos fatores de ponderação. Fonte: a autora

Terreno localizado na esquina de um quarteirão	Terreno localizado dentro de um quarteirão	Terreno ocupando um quarteirão inteiro

Onde o quadrado quadriculado é a localização da obra e as linhas tracejadas representam os locais da vizinhança para aplicação dos questionários		

Quadro 4.19 - vizinhança a ser consultada para definir os fatores de ponderação para cálculo da compensação ambiental. Fonte: a autora

O questionário (Apêndice 3) deve ser aplicado em todos os imóveis da área delimitada, sendo selecionada uma pessoa por residência para responder. Se houver um pequeno comércio, apenas um responsável deve participar da pesquisa. Se alguma das edificações for um edifício residencial ou comercial, o estudo pode ser feito por amostragem estatística.

Para determinar quem participará da amostragem, no caso de edifícios, é preciso, primeiramente, listar todas as unidades residenciais e/ou comerciais existentes, sendo essa a População (N) do estudo. Com esse dado, deve-se consultar o Quadro 4.20, que precisará o tamanho da amostra (n) necessária, ou seja, o número de apartamentos residenciais ou conjuntos comerciais que irão compor a pesquisa. O Gráfico 4.2 apresenta os valores do Quadro 4.20, podendo ser consultado em casos onde o tamanho da população se apresentar no intervalo entre dois valores.

Após determinar o tamanho da amostra, é necessário definir quais unidades serão selecionadas, e, para isso, utiliza-se a amostragem aleatória sistemática. Ela é parecida com a amostragem aleatória simples, na qual todas as unidades da amostra possuem oportunidades iguais e conhecidas de serem selecionadas (como em um sorteio). Porém, a amostragem sistemática exige que a população seja ordenada de

alguma forma, que, no caso desta pesquisa, é a lista de apartamentos ou conjuntos (HAIR *et al.*, 2014).

População (N) e respectiva amostra (n)					
N	n	N	n	N	n
10	10	90	73	240	148
15	14	95	76	250	152
20	19	100	80	260	155
25	24	110	86	270	159
30	28	120	92	280	162
35	32	130	97	290	165
40	36	140	103	300	169
45	40	150	108	320	175
50	44	160	113	340	181
55	48	170	118	360	186
60	52	180	123	380	191
65	56	190	127	400	196
70	59	200	132	420	201
75	63	210	136	440	205
80	66	220	140	460	210
85	70	230	144	480	214

Quadro 4.20- População (N) e respectiva amostra (n). Fonte: extraído de (KREJCIE; MORGAN, 1970)

Assim, segundo HAIR *et al.* (2014), o primeiro passo é fazer uma lista crescente e completa com os números dos conjuntos do edifício. Sabendo-se o tamanho da amostra n , define-se o intervalo de salto (K):

$$K = \frac{N}{n} \quad \text{e.q. 4.7}$$

Onde:

K – intervalo do salto (desconsiderando as casas decimais);

N – número de elementos da população;

n – número de elementos da amostra.

Gráfico 4.2 - População (N) e respectiva amostra (n). Fonte: extraído de (KREJCIE; MORGAN, 1970)

Deve-se, então, determinar um “ponto de partida”, que é a primeira unidade da amostragem. Ele pode variar entre o primeiro item da lista (a_1) e o valor do salto (a_k). Se, por exemplo, os valores estão entre 1 e 460 ($N = 460$ e $n = 210$), o K é 2,2, o sorteio do primeiro item da lista envolve os números de 1 e 2.

Assim, a determinação das unidades que pertencem à amostra se dá numa progressão aritmética, somando-se o K ao valor selecionado (HAIR *et al.*, 2014). No exemplo dado anteriormente, se o primeiro item da lista fosse o número 2, seria necessário somar o K sucessivamente até o fim da lista (460), obtendo-se a amostra: 2 / 4,2 (adota-se 4) / 6,4 (adota-se 6) / etc.

A vantagem de usar a amostragem sistemática, segundo HAIR *et al.* (2014), é a facilidade na seleção de amostras, tornando o método econômico e atraente. Porém, sua fraqueza está na possibilidade do surgimento de tendências pela presença de padrões ocultos.

A próxima etapa, então, é a aplicação dos questionários. Optou-se por um questionário simples (Apêndice 3), com apenas 4 questões (uma para cada indicador) e cujos resultados variam entre 0 e 5, do menor para o maior incômodo causado. Essa escala foi escolhida por ser amplamente utilizada em pesquisas do dia a dia, como satisfação do consumidor, avaliação de produtos e serviços, etc.

A aplicação deve ser feita pessoalmente. O entrevistador visita os locais e acompanha o entrevistado enquanto ele preenche o formulário. Caso haja necessidade, as questões podem ser lidas e o sistema de pontuação pode ser explicado pelo entrevistador.

Foram elaborados dois questionários (Apêndice 3), um para aplicação antes do início da obra (questionário prévio) e outro para quando a execução da edificação já tiver terminado (questionário pós obra). Quanto antes for aplicado o questionário prévio, mais efetivo ele será, pois, por meio de suas respostas, é possível delinear as necessidades do entorno e, se necessário, alterar o plano de trabalho ou as tecnologias selecionadas para a construção, de maneira a reduzir os impactos

ambientais e, conseqüentemente, a compensação necessária. O questionário pós obra, por sua vez, determina o valor dos fatores de compensação, e deve ser aplicado logo após o término da obra.

Já com as pesquisas em mãos, a construtora faz o cálculo dos fatores de ponderação. O responsável deve calcular o peso de cada indicador, utilizando a porcentagem de pontuação para cada item. Para isso, tabular-se-á todas as respostas, logo, soma-se a pontuação de cada questão em todos os questionários. Em seguida, calcula-se o fator de ponderação, dividindo o total de pontos de cada questão pela pontuação total que poderia ser obtida, conforme mostrado no Quadro 4.21.

Cálculo dos Fatores de Ponderação

Pontuação total que pode ser obtida nos questionários (Spt) = $20 \cdot m$
 onde m é o número de questionários distribuídos

		Questionários								Somatória da pontuação da questão (Spq)	Fatores de ponderação $F = \frac{Spq}{Spt}$
		1	2	3	4	5	6	...	m		
Questões	A										
	B										
	C										
	D										

Quadro 4.21 - Modelo de planilha a ser utilizada para calcular os fatores de ponderação

Os fatores de ponderação também são apresentados em formato de equação (e.q. 4.8 a e.q. 4.11)

Fatores de Ponderação	
$\alpha = \frac{\sum_{j=1}^m A_j}{20 \cdot m}$	e.q. 4.8
$\beta = \frac{\sum_{j=1}^m B_j}{20 \cdot m}$	e.q. 4.9
$\gamma = \frac{\sum_{j=1}^m C_j}{20 \cdot m}$	e.q. 4.10
$\delta = \frac{\sum_{j=1}^m D_j}{20 \cdot m}$	e.q. 4.11

Onde:

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – fatores de ponderação;

A, B, C, D – resultados das questões;

m – total dos questionário.

Vale observar que os fatores de ponderação variam entre 0 e 1, e a soma deles resulta num valor menor ou igual a 1 (Quadro 4.22).

Fatores de ponderação	
Fatores	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$
Características dos fatores	$0 \leq \alpha \leq 1$ $0 \leq \beta \leq 1$ $0 \leq \gamma \leq 1$ $0 \leq \delta \leq 1$
	$\alpha + \beta + \gamma + \delta \leq 1$

Quadro 4.22 - Características dos fatores de ponderação

Cada um destes fatores é multiplicado pelo indicador correspondente, conforme **e.q. 4.12**, de modo a se obter o valor final da compensação.

$Compensação = \alpha \cdot I1 + \beta \cdot I2 + \gamma \cdot I3 + \delta \cdot I4$	e.q. 4.12
--	------------------

4.2.2. *Aplicação e fiscalização*

Existem algumas formas que poderiam garantir a adesão de construtoras e empreendedores a essa nova ferramenta para a compensação de impactos ambientais, destacando-se duas: certificações e leis.

No âmbito das certificações, a compensação poderia ser uma exigência do Processo AQUA-HQE³⁷ e do Selo Casa Azul³⁸. Assim, para o empreendedor receber a certificação, deverá adotar a compensação de seu canteiro de obras, além das exigências já existentes para cada certificação. O interessante é que seja exigido um valor máximo à compensação, ou seja, o responsável, ao elaborar o empreendimento, deverá se preocupar em reduzir ao máximo os impactos ambientais para que, assim, as medidas compensatórias não ultrapassem um valor determinado. Após a obra, o construtor realizará a compensação de acordo com o montante final calculado.

No que se refere às leis, poderia ser adotado um modelo similar às quotas ambientais da Prefeitura do Município de São Paulo, considerando-se que a compensação se enquadra no objetivo das quotas: conjunto de regras que fazem com que cada lote na cidade contribua com a melhoria da qualidade ambiental da cidade (PMSP, s.d.).

As quotas ambientais são uma proposta da PMSP de regulação do uso do solo, visando à qualificação ambiental do lote. A prefeitura estabeleceu uma pontuação que leva em conta questões como drenagem, microclima e biodiversidade, e que deverá ser atingida para que o lote seja aprovado.

Dessa maneira, a PMSP poderia exigir a adesão à compensação para, aí sim, efetuar a aprovação de uma edificação. Da mesma forma que nas certificações, a prefeitura estabeleceria uma compensação máxima, levando o empreendedor a reduzir os impactos. Outra atribuição da prefeitura poderia ser a definição dos Fatores de Ponderação, conforme as características locais e interesses municipais. Para verificar

³⁷ <http://vanzolini.org.br/aqua/>

³⁸ <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>

se a compensação foi corretamente calculada, utiliza-se o relatório (item 4.2), que contém os documentos comprobatórios e o cálculo feito.

4.3. Considerações

Neste capítulo apresentaram-se: (1) os principais conceitos adotados na formulação da proposta para a compensação ambiental de canteiros de obras; (2) as etapas que compõem o método; (3) a seleção dos indicadores; (4) a fórmula de cálculo dos indicadores; (5) a ponderação dos indicadores; (6) o cálculo da compensação ambiental; e (7) uma discussão sobre a aplicação e a fiscalização da compensação ambiental.

Diversas alternativas surgiram ao longo do estudo desenvolvido neste capítulo e tomaram-se decisões baseadas em premissas científicas. Ainda assim, outras opções são válidas e passíveis de discussão, desde o formato de aplicação do método de compensação, passando pela seleção dos indicadores até o modo de cálculo desses indicadores e dos fatores de ponderação.

Em um momento inicial da pesquisa, propôs-se que a compensação fosse calculada antes da obra iniciar, por meio de previsão de valores. Essa ideia, contudo, foi descartada, pois, além de representar um trabalho dobrado (já que os cálculos precisariam ser verificados ao fim da obra), nem sempre seria possível realizar a antecipação de valores

Outra dificuldade foi decidir quais seriam os indicadores. Considerando-se o foco no meio antrópico, em especial nos incômodos gerados à vizinhança, aspectos relevantes num canteiro (como a geração de resíduos, por exemplo) ficaram excluídos desta análise, seja por seus impactos ligados diretamente à vizinhança estarem envolvidos em outros, como emissão de material particulado e ocupação da via pública, como porque os impactos não condizem com o estudo aqui feito, por exemplo, a escassez de aterros sanitários, que não impacta diretamente no bem-estar da vizinhança.

Os fatores de ponderação, como já abordado, não podem ser iguais para todas as obras, pois variam de acordo com o meio ambiente em que o canteiro está inserido. Sendo assim, o questionário foi elaborado considerando também a facilidade de aplicação pelas construtoras e o entendimento por parte dos entrevistados.

Por fim, a discussão da aplicação e fiscalização poderia se estender por diversas páginas. No entanto, preferiu-se pela apresentação de duas medidas que se mostraram mais consolidáveis, uma vez que utilizariam mecanismos já existentes (certificações e uma proposta de lei) e que incluiriam a compensação como uma exigência para os projetos de construção civil. Outra possibilidade seria a implantação de um novo “selo” direcionado somente à compensação, mas entende-se que essa alternativa, para realmente se efetivar como uma ferramenta, demandaria mais tempo, publicidade etc.

5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

5.1. Introdução

Este capítulo apresenta um exemplo da aplicação do método proposto no item 4.2. Assim, apresenta-se um canteiro fictício e o cálculo da compensação ambiental referente. Não foi possível aplicá-lo em um canteiro real, principalmente pela falta de equipamentos para medição das variáveis necessárias para o cálculo dos indicadores, optando-se, portanto, pela criação de um canteiro virtual. Apesar da existência de pesquisas que realizaram algumas das medições necessárias para o cálculo, essas não foram utilizadas, pois os canteiros eram diferentes entre si, o que impossibilitaria de agrupar os dados obtidos em um único exemplo, ou ainda os dados estavam incompletos para o uso nos indicadores elaborados nesta pesquisa.

Como este exemplo tem por objetivo exclusivamente apresentar a aplicação do método, algumas aproximações foram realizadas, por exemplo, quando aplicável, são considerados apenas alguns dias para o cálculo dos indicadores, ao invés do período todo de uma obra, e o valor final é aproximado para o cálculo final do valor da compensação. Os dados utilizados para o cálculo foram adotados tomando como referência valores reais encontrados em publicações, porém, vale ressaltar que estes não foram adotados precisamente, apenas serviram como referência da ordem de grandeza.

5.2. Descrição do canteiro e vizinhança

O canteiro de obras proposto como exemplo de aplicação da pesquisa é mostrado na Figura 5.1. O empreendimento é uma torre residencial, com pavimentos de aproximadamente 500 m², quadra de esportes, piscina, e vegetação decorativa distribuída pelo terreno. Buscou-se localizar o canteiro em meio a uma vizinhança diversificada, o que resulta em diferentes formas como cada vizinho sente o impacto, assim como influencia os fatores de ponderação (itens 4.2.1.3 e 5.3.1).

Figura 5.1 - Representação da localização do edifício e vizinhança propostos como exemplo de aplicação da pesquisa. Fonte: a autora

5.3. Aplicação do método

5.3.1. Fatores de Ponderação

Os fatores de ponderação são determinados por meio de questionários aplicados à vizinhança da obra (item 4.2.1.3). Neste exemplo não possuímos os questionários, no entanto, os fatores serão estimados considerando a vizinhança do canteiro de obras. Considerando as características dos fatores (Quadro 4.22). Assim, pela existência de um hospital na região e pelos edifícios comerciais, o α ganha importância, tornando-se o maior fator. Para a determinação do β , ponderou-se a existência de edifícios comerciais e o fluxo de veículos que os utilizam. O fator γ , por sua vez, foi definido considerando as edificações assobradadas vizinhas, que podem sofrer danos. Por fim, calculou-se o fator δ , que se mostrou menos relevante dentro das características da vizinhança.

Fatores de ponderação estimados para uso no exemplo		
α	Fator referente ao indicador “emissão de ruídos”	0,4
β	Fator referente ao indicador “ocupação da via pública”	0,3
γ	Fator referente ao indicador “danos às edificações vizinhas”	0,2
δ	Fator referente ao indicador “emissão de material particulado”	0,1

Quadro 5.1 - Fatores de ponderação estimados para uso no exemplo

5.3.2. Indicador 1 (I1): Emissão de ruídos

Para a elaboração deste indicador, como não foram medidos valores em campo, adotaram-se algumas aproximações. Assim, serão utilizados valores de Pressão Sonora de 4 equipamentos, supondo que serão ligados em algumas horas do dia, em configuração apresentada no Quadro 5.2, e que, considerando os locais em que foram localizados, o ruído não ultrapassa as condições do Quadro 4.12. Supõe-se também que os ruídos de impacto não ultrapassaram o limite permitido ao longo do período, e que foi feita uma medição do ruído ambiental que resultou em 85dB no período em que a obra está funcionando

Período de funcionamento	Equipamentos	Nível de Pressão Sonora Equivalente (dB)
08h às 9h	Guincho	83
09h às 10h	Lixadeira	100
	Betoneira	87
10h às 11h	Lixadeira	100
11h às 12h	Guincho	83
12h às 13h	Guincho	83
13h às 14h	Betoneira	87
14h às 15h	Betoneira	87
	Lixadeira	100
15h às 16h	Lixadeira	100
	Britadeira	104
16h às 17h	Britadeira	104
17h às 18h	Guincho	83

Quadro 5.2 - Configuração de uso de equipamentos e respectiva pressão sonora equivalente.
Fonte: Dados de pressão sonora equivalente extraídos de Maia (2005).

Desta maneira, considerando o Quadro 4.12, o canteiro se enquadra na Situação C. Portanto, deve ser aplicada a e.q. 4.1. Assim o Indicador I1, referente à emissão de ruídos é calculado, e seu resultado é 0,6.

$$I1 = \frac{6 \text{ horas}}{10 \text{ horas}} = 0,6$$

5.3.3. Indicador 2 (I2): Ocupação da via pública

Supõe-se, conforme a Figura 5.2, que a frente do canteiro será parcialmente ocupada ao longo do período de obra. Assim, considera-se que:

- Caçambas ocupando $\frac{3}{4}$ da lateral durante todo o período da obra
- Caminhões descarregando durante 2 horas diariamente, ocupando metade da frente da obra

Figura 5.2 - Ocupação da frente do canteiro de obras. Fonte: a autora

Considerando estas características, o canteiro se enquadra na Condição (4) do Quadro 4.13, e, portanto, deve ser aplicada a e.q. 4.4, e o resultado do Indicador I2, referente à ocupação da via pública, é 0,36.

$$I2 = \frac{30m \cdot 10h + 30m \cdot 2h}{100m \cdot 10h} = \frac{360 \text{ mh}}{1.000 \text{ mh}} = 0,36$$

5.3.4. Indicador 3 (I3): Danos às edificações vizinhas

Para o cálculo deste indicador, supõe-se que o consultor de fundações definiu a distância do canteiro que deve ser observada, resultando na área que abrange os terrenos vizinhos numerado como 2, 4 e 5 (Figura 5.1).

O terreno 2 é um conjunto de 2 edifícios novos, construídos há 2 anos. As edificações estão em ótimo estado, sem presença de danos de qualquer natureza. O terreno 4 e 5 são casas de médio/alto padrão. A do terreno 4 foi reformada há quase 5 anos e a pintura está um pouco danificada. A casa do terreno 5 está em pior estado. Não recebeu reformas nos últimos 10 anos. Há a presença de fissuras, descascamento de pinturas, etc

Desta maneira, determinou-se o coeficiente de Heidecke (Quadro 4.14) para os 3 terrenos:

- Terreno 2: **$Ka_2 = 0\%$**
- Terreno 5: **$Ka_5 = 2,52\%$**
- Terreno 6: **$Ka_6 = 8,09\%$**

Após concluída a obra, observou-se novamente o coeficiente de Heidecke das edificações, resultando em

- Terreno 2: **$Kd_2 = 2,52\%$** - o muro de divisa apresenta fissuras e trincas, sem danos estruturais. Neste caso, por ser apenas o muro, o valor considerado para a área da edificação será menor. Assim, há 90 m lineares de muro, que, para ser transformado em área (unidade utilizada para a construção do indicador), é multiplicado por 3 m de altura.
- Terreno 5: **$Kd_5 = 8,09\%$** - a edificação, cuja área é de 250m², sofreu pequenas fissuras e danos na pintura.
- Terreno 6: **$Kd_6 = 18,10\%$** - a edificação, cuja área é de 250m², sofreu trincas superficiais.

Os valores obtidos para o Coeficiente de Heidecke devem ser aplicados na e.q. 4.5, resultando em um Indicador I3, referente aos danos às edificações vizinhas, de valor 0,059

$$I3 = \frac{(0,0252 - 0) \cdot 270 + (0,0809 - 0,0252) \cdot 250 + (0,1810 - 0,0809) \cdot 250}{(270 + 250 + 250)} = 0,06$$

5.3.5. Indicador 4 (I4): Emissão de Material Particulado

Conforme abordado no item 4.2.1.2.4, há duas possibilidades para obtenção dos valores utilizados como referência da quantidade de material particulado no ar anterior às emissões do canteiro de obras (índice *Eregião* da e.q. 4.6). Assim, para ilustrá-las, o cálculo é feito das duas maneiras: (1) considerando valores medidos no local do canteiro antes do início das obras para determinar o *Eregião*; (2) utilizando os valores de referência da CETESB para determinar o *Eregião*. Os dados utilizados são apresentados no Quadro 5.3. Para o cálculo deste indicador serão contemplados apenas 3 dias de medição. Os valores que deveriam ser medidos no canteiro de obras foram estimados considerando os valores encontrados em Araujo 2014.

Data	Situação 1		Situação 2	
	Ec_8 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<i>Eregião₈</i> (média dos valores medidos antes do início das obras)	Ec_{24} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	<i>Eregião₂₄</i> (valores fornecidos pela CETESB)
06/04/2016	181	18	221	36
15/08/2016	128		158	33
15/09/2016	90		120	22
	Média = 133		Média = 166,3	Média = 30,3

Quadro 5.3 - valores estimados para o cálculo do indicador I4. Fonte: a autora

- Cálculo do I_{Eco} usando os valores das medições no local do canteiro antes do início das obras

Considerando a e.q. 4.6, adaptada abaixo, pode ser calculado o I_{Eco} , que, ao ser aplicado à Figura 4.4, resulta na categoria C, e, portanto, o indicador I4 tem valor 0,5.

$$I_{Eco} = \frac{\sum_{j=1}^n \left(1 - \frac{E_{região8}}{Ec_8}\right)}{n} \quad \text{e.q. 4.6 (adaptada)}$$

$$I_{Eco} = \frac{\left(1 - \frac{18}{181}\right) + \left(1 - \frac{18}{128}\right) + \left(1 - \frac{18}{90}\right)}{3} = 0,85$$

- Cálculo do I_{Eco} usando os valores indicados pelo Boletim de Qualidade do ar da CETESB

Os valores utilizados como referência da estação meteorológica mais próxima (Santana) foram obtidos pelo site da Cetesb³⁹ para 3 dias diferentes. As imagens copiadas no Quadro 5.4 mostram os dados no site no dia pesquisa, realçando a região de Santana, que será utilizada como referência.

Desta maneira, aplicando os valores na e.q. 4.6, apresentada de maneira adaptada abaixo, tem-se que $I_{Eco} = 0,81$.

$$I_{Eco} = \frac{\sum_{j=1}^n \left(1 - \frac{E_{região24}}{Ec_{24}}\right)}{n} \quad \text{e.q. 4.6}$$

$$I_{Eco} = \frac{\left(1 - \frac{36}{221}\right) + \left(1 - \frac{33}{158}\right) + \left(1 - \frac{22}{120}\right)}{3} = 0,81$$

³⁹ http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/php/boletim_por_poluente.php

Índices de qualidade do ar referentes ao MP ₁₀ divulgados pela Cetesb		
Data: 06/04/2016		
Partículas Inaláveis (MP ₁₀)		
CAPITAL	Qualidade	Índice
Capão Redondo	N1 - Boa	19
Cerqueira César	N1 - Boa	21
Congonhas	N1 - Boa	23
Interlagos		--
Itaim Paulista	N1 - Boa	18
Marg.Tietê-Pte Remédios	N1 - Boa	22
Mooca	N1 - Boa	18
N.Senhora do Ó	N1 - Boa	37
Parelheiros	N1 - Boa	32
Parque D.Pedro II	N1 - Boa	23
Pinheiros		--
→ Santana	N1 - Boa	22

Data: 15/09/2016		
Partículas Inaláveis (MP ₁₀)		
CAPITAL	Qualidade	Índice
Capao Redondo	N1 - Boa	25
Cerqueira Cesar	N1 - Boa	26
Congonhas	N1 - Boa	29
Interlagos	N1 - Boa	29
Itaim Paulista	N1 - Boa	34
Marg.Tiete-Pte Remedios	N1 - Boa	39
Mooca		--
N.Senhora do O	N1 - Boa	27
Parelheiros	N2 - Moderada	48
Parque D.Pedro II	N1 - Boa	31
Pinheiros		--
→ Santana	N1 - Boa	33
Santo Amaro	N1 - Boa	29

Data: 15/09/2016		
Partículas Inaláveis (MP ₁₀)		
CAPITAL	Qualidade	Índice
Capão Redondo	N1 - Boa	32
Cerqueira César	N1 - Boa	36
Congonhas	N1 - Boa	32
Grajaú-Parelheiros	N2 - Moderada	43
Interlagos	N1 - Boa	35
Itaim Paulista	N1 - Boa	31
Marg.Tietê-Pte Remédios	N2 - Moderada	47
Mooca	N1 - Boa	26
N.Senhora do Ó	N1 - Boa	31
Parque D.Pedro II	N1 - Boa	32
Pinheiros		--
→ Santana	N1 - Boa	36
Santo Amaro	N1 - Boa	36

Quadro 5.4 - Índices de qualidade do ar referentes ao MP₁₀ divulgados pela Cetesb. Fonte: dados extraídos do site da Cetesb (http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/php/boletim_por_poluente.php)

Dando continuidade ao cálculo do indicador, é necessário atribuir uma categoria ao canteiro de obras. Conforme a Figura 4.4, a categoria é C. Desta maneira, de acordo com a Figura 4.5, o indicador I4, referente à emissão de material particulado, tem valor 0,5.

Verifica-se, portanto, que os dois cálculos resultaram no mesmo valor para o indicador I4, com diferença não significativa no cálculo do I_{Eco} .

É possível que nem sempre o cálculo resulte o mesmo valor para o indicador, porém esta situação deve se mostrar incomum, por causa da maneira como o indicador é determinado - por meio da análise gráfica de intervalo, e não do cálculo exato de um valor.

5.3.6. *Cálculo da compensação*

Desta maneira, considerando os fatores de ponderação e os indicadores calculados, aplica-se a e.q. 4.12, obtendo-se o valor da compensação igual a 0,41.

$$Compensação = 0,4 \cdot 0,60 + 0,3 \cdot 0,36 + 0,2 \cdot 0,06 + 0,1 \cdot 0,50 = 0,41$$

Sabendo-se que o valor da compensação varia entre 0 e 1, verifica-se que este canteiro proposto apresenta desempenho intermediário do ponto de vista de seus impactos ao meio ambiente. Isso considerando que um canteiro que exija compensação igual a 0 não trouxe danos ao meio ambiente, enquanto aquele que tem a compensação igual a 1 gerou maiores danos ao meio ambiente.

Este valor obtido para a compensação pode ser utilizado de diferentes formas, conforme discutido no item 4.2.2. Uma sugestão é a multiplicação deste índice por um valor monetário pré-determinado, e então a quantia arrecadada pode ser aplicada em melhorias para a região.

Outra sugestão seria a determinação de um valor máximo para o índice calculado para a compensação. Assim, por exemplo, considerando que uma certificação

exigisse que esta obra alcançasse no máximo o valor de 0,38, o responsável precisaria calcular o índice de compensação ainda ao longo da obra, para que este pudesse ser reduzido a este valor máximo.

Com relação aos termos da equação, os fatores de ponderação foram definidos considerando características da vizinhança, e não por meio de entrevistas como sugerido pelo método. A análise da vizinhança pode refletir características locais, mas certamente não substitui os questionários, primeiro por estes refletirem com mais exatidão as expectativas da vizinhança, como também por funcionarem como um meio de comunicação entre obra e população local.

Os indicadores calculados neste exemplo refletem os impactos decorrentes da obra. É natural que indicadores como a Emissão de Ruídos e Material Particulado sejam altos, já que são aspectos recorrentes durante a obra e, em geral, intensos. O indicador Danos a bens edificados, por sua vez, só terá seu valor aumentado em casos mais drásticos, como queda de uma edificação. A ocupação da via pública, por sua vez, não foi preponderante neste exemplo, pois as ocupações foram parciais e não se deram na frente inteira. Num caso que a frente seja ocupada por inteiro e permanentemente, esse indicador aumentaria bastante.

5.4. Considerações

Apresentou-se, neste capítulo, um exemplo da aplicação da metodologia, com o objetivo de ilustrar como seria o emprego em campo.

Pela impossibilidade de medições nos canteiros de obras, utilizaram-se dados fictícios. Apesar de haver pesquisas que realizaram medições em canteiros reais, não foi possível adotar tais dados, pois cada valor foi coletado em canteiros diferentes, o que impossibilita de adotar todos dados considerando uma única configuração de canteiro de obras.

Para determinação dos fatores de ponderação, pela inexistência de vizinhança para distribuição de questionários, optou-se por considerar as especificidades locais para atribuição de valores, obedecendo às características dos fatores de ponderação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Conclusões

Esta tese tratou da compensação ambiental de canteiros de obras em ambientes urbanos, com foco no meio antrópico. Para isso, o texto teve início com o delineamento do panorama da construção civil, passando pelos canteiros de obras e por uma abordagem da sustentabilidade no setor. Em seguida, apresentaram-se exemplos para ilustrar como ocorre a compensação ambiental em diversos países. Logo, abordaram-se a legislação brasileira pertinente e quatro casos da cidade de São Paulo. Por fim, uma proposta para a compensação ambiental de canteiros de obras foi exposta, percorrendo-se sobre todos os processos de seleção e elaboração de indicadores, que, por fim, resultou em uma discussão acerca dos modos de aplicação da metodologia.

A presente pesquisa mostrou que já existem projetos de compensação. Todos, no entanto, são voltados às grandes obras de infraestrutura em ambientes não urbanos, exceto pelos casos do corte de árvores. Há também diversos projetos que visam à mitigação de impactos durante a etapa de uso e ocupação dos edifícios, como, por exemplo, o uso de equipamentos que reduzem o consumo de água e energia. O canteiro de obras, todavia, ainda é relegado. E, embora inúmeros estudos mostrem como minimizar as interferências negativas nos meios físicos e bióticos, pouco se fala do meio antrópico. Este estudo, portanto, apresenta uma proposta nova: a compensação de impactos ambientais ao meio antrópico de ambientes urbanos, domínios esses que se mostraram esquecidos, conforme os casos apresentados no Capítulo 3.

Este mesmo capítulo comprovou, por meio da legislação brasileira e de exemplos nacionais e internacionais, que a compensação ambiental é um instrumento a ser utilizado somente depois da mitigação dos impactos. Em outras palavras, o estabelecimento de procedimentos que amenizem os danos ambientais causados por projetos de desenvolvimento não é um estímulo para que não se preocupe mais

com a mitigação. A compensação é um instrumento auxiliar e não a principal ação na busca pela sustentabilidade.

Os métodos para o cálculo de compensação ambiental existentes no Brasil apresentam algumas falhas, sendo a mais frequente a aparente falta de embasamento científico. Além disso, todos são aplicáveis a obras de infraestrutura com interferências em meios não urbanos, desconsiderando o meio antrópico, como visto anteriormente.

Para a elaboração do método proposto por esta tese, utilizou-se o enfoque dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras (item 2.4), elaborado pela pesquisadora em sua dissertação de mestrado (ARAUJO, 2009). Esta abordagem permite visualizar as todas as interferências que um canteiro de obras pode causar, permitindo que o presente estudo selecionasse os indicadores mais relevantes. A pesquisa realizada com profissionais da área confirmou a relevância dos indicadores selecionados e dos impactos dos canteiros de obras, de maneira geral, sob a ótica da construtora.

Considerando que o foco da pesquisa é o meio antrópico, em especial a vizinhança da obra, alguns dos impactos considerados importantes num canteiro de obras, mas cujas interferências são mais relevantes para a sociedade do que para seu entorno, ficaram excluídos desta análise. Por exemplo, a escassez de aterros sanitários, derivada da geração de resíduos, não impacta diretamente no bem-estar das redondezas. Vale observar que outros impactos derivados da geração de resíduos, como emissão de material particulado e ocupação da via pública, estão contemplados nos indicadores.

Em um momento inicial da pesquisa, foi aventado que a compensação deveria ser calculada antes da obra começar, por meio de previsão de valores. Essa ideia, no entanto, foi descartada, pois, além de representar trabalho dobrado (já que os cálculos precisariam ser verificados novamente ao fim das atividades), nem sempre seria possível realizar a antecipação de valores.

Selecionados os temas dos indicadores, o próximo passo foi formulá-los. Certamente há mais formas de se fazer esses cálculos, porém a pesquisa optou por apresentar uma proposta de fácil adoção pelas construtoras, como um incentivo ao uso dessa nova ferramenta. Assim, fatores como disponibilidade de equipamentos de medidas, facilidade no tratamento de dados e montante de recursos envolvidos foram considerados na formulação de cada indicador.

Quando da elaboração dos indicadores, verificou-se que não seria possível aplicar a compensação no sentido de “offset” (conceito apresentado no item 1.1), ou seja, com ação igual e contrária à interferência, pois os indicadores escolhidos - Ruídos, Material Particulado, Ocupação da Via Pública e Danos a Bens Edificados - não permitem essa abordagem. Logo, a compensação aqui proposta visa o ressarcimento por outras ações que contraponham os danos.

Os fatores de ponderação, como já abordado, não podem ser iguais para todas as obras, pois variam de acordo com o meio ambiente em que o canteiro está inserido. Foi elaborado, então, um questionário de avaliação dos impactos da vizinhança (Anexo 3), considerando também a facilidade de sua aplicação pelas construtoras e de entendimento pelos entrevistados.

O cálculo da compensação ambiental apresentado resulta em um índice que pode variar entre 0 e 10. Esta tese não indica o que deve ser feito com esse valor, pois a intenção é, antes, que ele funcione como uma medida ou nota, auxiliando na decisão de órgãos competentes sobre qual é a compensação adequada. No caso, a nota poderia ser multiplicada por um índice financeiro, estabelecido por tais órgãos, e o valor final poderia ser aplicado de diferentes maneiras.

As formas de emprego da compensação sugerida resultam da análise dos casos apresentados nos itens 3.2.1, 3.2.2 e 3.2.3.2 (Estados Unidos, Austrália e Reino Unido). Assim, poderia ser criado um banco cuja função é realizar obras benéficas para a comunidade, utilizando os fundos arrecadados com a venda de créditos para compensação ambiental. Os responsáveis pelo dano (construtoras, empreendedores etc.) comprariam os créditos equivalentes à compensação

calculada. Dessa maneira, com a arrecadação de valores oriundos de diversos empreendimentos, seria possível realizar intervenções de grande porte para a melhoria da sociedade. Por outro lado, provavelmente a comunidade afetada diretamente pelo empreendimento não receberia os benefícios da compensação, já que ela poderia ser realizada num local distante.

Outra maneira de realizar a compensação é aplicá-la diretamente na comunidade afetada. Os responsáveis pelo impacto e os representantes da comunidade em questão, portanto, devem planejar a melhor forma para a aplicação dos recursos. Nesse caso, por não ter o acúmulo de recursos de diversas obras, a compensação pode representar uma intervenção pouco significativa, ainda que com a vantagem de certamente acontecer na área afetada.

Propõe-se também a destinação dos valores calculados para um fundo, responsável por direcionar o montante a atividades ligadas à redução de impactos ao meio antrópico, podendo envolver, por exemplo, planos de educação ambiental, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, além de sua respectiva implantação. Porém, a desvantagem dessa modalidade é que a aplicação pode não ter resultados reais, restringindo-se à teoria.

Para a definição de qual é a melhor forma de empregar os recursos da compensação, sugere-se que o Poder Público realize uma ampla discussão com a sociedade, definindo-se uma maneira única ou permitindo que cada caso seja analisado individualmente.

Por fim, a discussão da aplicação e fiscalização poderia se estender por diversas páginas. No entanto, preferiu-se pela apresentação de duas medidas que se mostraram mais consolidáveis, uma vez que utilizariam mecanismos já existentes (certificações e uma proposta de lei) e que incluiriam a compensação como uma exigência para os projetos de construção civil. Outra possibilidade seria a implantação de um novo “selo” direcionado somente à compensação, mas entende-se que essa alternativa, para realmente se efetivar como uma ferramenta, demandaria mais tempo, publicidade etc.

Ressalta-se que, apesar dos canteiros serem transitórios e terem curta duração quando comparados à vida útil do edifício, os impactos causados nesse período geram diversos incômodos à vizinhança (desde vibrações e ruídos até o entupimento da rede de esgoto). Após a finalização da obra, ainda assim, outros impactos não deixam de existir, como os resíduos gerados e o consumo de recursos naturais não renováveis

A busca pela sustentabilidade do nosso planeta exige o envolvimento de todos os setores. A urgência em alterar os patamares de destruição do meio ambiente exige que ações sejam tomadas imediatamente por todos os agentes. Dessa maneira, a construção civil, que é responsável por grande parte da degradação ambiental, surge como um ator poderoso nessa busca. Observa-se, também, que esse campo é capaz de impactar econômica e socialmente, podendo funcionar como instrumento para a melhoria da qualidade de vida da sociedade como um todo. Nesse cenário, esta tese surge da constatação da incapacidade tecnológica do setor de mitigar impactos ambientais em sua totalidade, propondo, portanto, que uma ferramenta de ressarcimento contraponha os danos remanescentes. Buscou-se, com esta pesquisa, preencher algumas lacunas, como o estudo dos ambientes urbanos e do meio antrópico, trazendo-os para o centro da pesquisa sobre sustentabilidade na construção civil.

6.2. Pesquisas futuras

Propõe-se para pesquisa futuras:

- ➡ Elaboração de mais indicadores que possam compor a compensação ambiental;
- ➡ Medições, em canteiros de obras, de cada impacto, de modo a se verificar a relevância de cada um e incluir os dados obtidos no fator de ponderação;
- ➡ Aplicações da compensação em campo;
- ➡ Desenvolvimento de medidas para redução de impactos ambientais de canteiros de obras, considerando as necessidades do entorno da obra;

- ➡ Estudo de formatos de conversão do valor calculado para compensação ambiental em benfeitorias.

“As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade da autora e não necessariamente refletem a visão da FAPESP”

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAT; FGV-PROJETOS. Perfil da Indústria de MAteriais de Construção. São Paulo, 2015.

ALLEN, A. O.; FEDDEMA, J. J. Wetland Loss and Substitution by the Section 404 Permit Program in Southern California. **Environmental Management**, v. 20, n. 2, p. 263-274, 1996:

ANNAN, K. A. **We the peoples - The Role of the United Nations in the 21st Century**. New York: United Nations Department of Public Information, 2000. 80p.

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

ARAUJO, I. P. S. **Metodologia para medição de emissão de material particulado em canteiros de obras**. Salvador, 2014. 184 f. Dissertação – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9284**: Equipamento urbano - classificação. Rio de Janeiro, 1986.

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 ISO 14001**: Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

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

AUSTRALIAN GOVERNEMENT - Department of the Environment and Water Resources. **Draft Policy Statement: Use of environmental offsets under the Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act 1999**. Austrália, 2007.

AUSTRALIAN GOVERNEMENT - Department of the Environment and Water Resources. **Environment assessment and approval process**. s.d. Último acesso em: 23/09/2009. Disponível em: <http://www.environment.gov.au/epbc>

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.

BRASIL, Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.

BRAZ, M. S. A. Os mecanismos de cooperação internacional para redução de emissões sob o Protocolo de Quioto. In: **Boletim Científico - Escola Superior do Ministério Público da União**. Brasília: ESMPU, Ano II, n. 9, out./dez., 2003

BRINSON, M. M.; RHEINHARDT, R. The Role of Reference Wetlands in Functional Assessment and Mitigation. **Ecological Applications**, v. 6, n. 1, p 69-76, 1996.

BURGIN, S. BioBanking: an environmental scientist's view of the role of biodiversity banking offsets in conservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 4, p. 807-816, 2008.

CARDIFF BAY. **Site institucional da região de Cardiff Bay**. s.d. Disponível em: <http://www.cardiffbay.co.uk/>. Último acesso: 11 de abril de 2011.

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

CCOHS - CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. **Noise - Occupational Exposure Limits in Canada**. s.d. Disponível em: http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/exposure_can.html. Último acesso: 14 de janeiro de 2015.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2013**. São Paulo: CETESB, 2014.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar**. s.d. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes#mp>. Último acesso: 22 de janeiro de 2014.(1)

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Padrões de qualidade do ar**. s.d. Disponível em: <http://ar.cetesb.sp.gov.br/padroes-de-qualidade-do-ar/>. Último acesso: 16 de setembro de 2015. (2)

CIB - The International Council for Research and Innovation in Building and Construction; UNEP-IETC - United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. Pretoria. CSIR Building and Construction Technology, 2002. 82p

CLEANWATER SERVICES. Erosion Prevention and Sediment Control - Planning and Design Manual. 2008. Disponível em: <https://www.cleanwaterservices.org/Content/Documents/Permit/Erosion%20Prevention%20And%20Sediment%20Control%20Manual.pdf>. Último acesso: 19 de janeiro de 2016.

COMISSÃO EUROPEIA. **Natura 2000 - A natureza da Europa para si**. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2009. 28p. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/europe_nature_for_you/pt.pdf

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama 01**. Brasília, 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

COWELL, R. Environmental compensation and the mediation of environmental change: making capital out of Cardiff Bay. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 43, n. 5, p 689-710, 2000.

COWELL, R. Substitution and scalar politics: negotiating environmental compensation in Cardiff Bay. **Geoforum**, v. 34, n. 3, p 343-358, 2003.

CUPERUS, R. **Ecological compensation of highway impacts: Negotiated trade-off or no-net-loss?**. 2004. 304p. Tese (Doutorado) - Leiden University, Leiden, 2004.

CUPERUS, R.; KEES, J. C.; ANNETTE, A. G. P. Ecological compensation of the impacts of a road. Preliminary method for the A50 road link (Eindhoven-Oss, The Netherlands). **Ecological Engineering**, v. 7, n. 4, p 327-349, 1996.

CUPERUS, R.; KALSBECK, M.; HELIAS, A. U H.; KEES, J. C. Preparation and implementation of seven ecological compensation plans for Dutch highways. **Environmental Management**, v. 29, n. 6, p 736-749, 2002.

DANGEROUS DECIBELS. Decibel Exposure Time Guidelines. s.d. Disponível em: <http://www.dangerousdecibels.org/>. Último acesso: 14 de janeiro de 2016.

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

DEPECON – Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Panorama da indústria de transformação brasileira**. 5ª edição. São Paulo, 2014.

DERSA - SP. **Nova Marginal Tietê**. s.d. Disponível em: http://www.dersa.sp.gov.br/dersa/marginal_tipo.asp. Última consulta em 24 de maio de 2013. (a)

DERSA - SP. **Rodoanel**. s.d. Disponível em: <http://www.dersa.sp.gov.br/rodoanel/default.asp>. Última consulta em 24 de maio de 2013. (b)

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Anuário da qualificação social e profissional**. São Paulo, 2007. 280p

ELI - ENVIRONMENTAL LAW INSTITUTE. **Mitigation of impacts to fish and wildlife habitat: estimating costs and identifying opportunities**. Environmental Law Institute, Washington DC, 2007.

ENVIRONMENT CANTERBURY. **Erosion and Sediment Control Guideline 2007 - A better way of managing earthworks and the environment**. Environment Canterbury, April 2007. Disponível em: <http://www.ecan.govt.nz/>

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY. **Environmental Offsets.**
Position Statement No. 9. 2006. Disponível em:
http://www.epa.wa.gov.au/docs/1863_PS9.pdf

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Basic Information.** s.d.
 Disponível em: <http://www.epa.gov/airquality/particlepollution/basic.html>. Acessado
 pela última vez em 09 de janeiro de 2015. (a)

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Particulate Matter.** s.d.
 Disponível em:
<http://epa.gov/pm/http://www.epa.gov/airquality/particlepollution/basic.html>.
 Acessado pela última vez em 09 de janeiro de 2015. (b)

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **National Ambient Air Quality Standards.** s.d. Disponível em: <http://www3.epa.gov/ttn/naaqs/criteria.html>.
 Acessado pela última vez em 14 de janeiro de 2016. (c)

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; USACE - DEPARTMENT OF
 DEFENSE DEPARTMENT OF THE ARMY, CORPS OF ENGINEERS.
Compensatory Mitigation for Losses of Aquatic Resources; Final Rule. Fed.
 Regist 73:19594-19705, 2008.

EUROPEAN COMMISSION. **Air Quality Standards.** s.d. Disponível em:
<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>. Acessado pela última vez
 em 14 de janeiro de 2016.

FESPSP - FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO.
Estudo de Impacto Ambiental - EIA. Programa Rodoanel Mário Covas - Trecho
 Sul. 2004 (a)

FESPSP - FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO.
Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Programa Rodoanel Mário Covas - Trecho
 Sul. 2004 (b)

FIORANI, V. M. A.; AGOPYAN, V.; CARDOSO, F. F. Environmental compensation
 for the construction of buildings in urban areas. In: **World Sustainable Building
 Conference SB11 Helsinki. Helsinki, 2011.**

GARDNER, R. C. Money for nothing? The rise of wetland fee mitigation. **Virginia
 Environmental Law Journal**, v. 19, n. 1, p 1-56, 2000.

GASTINEAU, P.; TAUGOURDEAU, E. Compensating for environmental damages. *Ecological Economics*, v.97, p 150-161, 2014.

GGHA - GREATER GOLDEN HORSESHOE AREA CONSERVATION AUTHORITIES. **Erosion & Sediment Control Guidelines for Urban Construction**. 2006. Disponível em: <http://trca.on.ca/dotAsset/40035.pdf>

GUIMARÃES, M. S. O. **Diretrizes para desenvolvimento de canteiro de obras habitacional de baixo impacto ambiental**. Salvador, 2013. 234p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

GÜNTHER, H. **Como Elaborar um Questionário** (Série: Planejamento de Pesquisa em Ciências Sociais, nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

HAIR, J.F.; CELSI, M.W.; ORTINAU, D.J.; BUSH, R.P. **Fundamentos de Pesquisa de Marketing**. 3ª edição. AMGH Editora: Porto Alegre, 2014. 453p.

HSE - HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Noise At Work**. s.d. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/noise/index.htm>. Acessado pela última vez em 14 de janeiro de 2016.

HOUGH, P.; ROBERTSON, M. Mitigation under Section 404 of the Clean Water Act: where it comes from, what it means. **Wetlands Ecology and Management**, v. 17, n. 1, p 15-33, 2009.

IBAMA. **Metodologia de cálculo do grau de impacto ambiental de empreendimentos terrestres**. Relatório final de grupo de trabalho, 2005. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/consulta/downloads/consulta_metodologica.pdf. Último acesso em 5 de maio de 2011.

IBAPE-SP - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Valores de Edificações de Imóveis Urbanos IBAPE/SP**, 2002. Disponível em: http://www.ibape-sp.org.br/normas_estudos/noticias/Valores_Sao_Paulo.aspx. Último acesso: 01 de outubro de 2015.

INRS - SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL. **Exposition au risque**. s.d. Disponível em: <http://www.inrs.fr/risques/bruit/exposition-risque.html>. Último acesso: 14 de janeiro de 2016.

IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. **Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.

IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century**. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 2006. 19p. <http://cmsdata.iucn.org/>

IWR - INSTITUTE FOR WATER RESOURCES. **The Mitigation Rule Retrospective: A Review of the 2008 Regulations Governing Compensatory Mitigation for Losses of Aquatic Resources**. 2015. Disponível em: <http://www.iwr.usace.army.mil/Portals/70/docs/iwrreports/2015-R-03.pdf>. Último acesso: 18 de janeiro de 2016.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o Construbusiness brasileiro. In: **ANTAC - Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**. Canela, 2001.

KREJCIE, R.V.; MORGAN, D.W. Determining sample size for research activities. **Educational and Psychological Measurement**. v. 30, n. 34, p 607-610, 1970.

KUIPER, G. Compensation of environmental degradation by highways: a Dutch case study. **European Environment**, v. 7, n. 4, p 118-125, 1997.

KUKADIA, V.; UPTON, S.; HALL, D. **Control of dust from construction and demolition activities**. BRE: London, 2003.

LYNCH-STEWART, P. **No net loss; implementing “no net loss” goals to conserve wetlands in Canada**. Sustaining Wetlands, Issues Paper 2. North American Wetlands Conservation Council, Canada, 1992.

LONDON COUNCILS AND THE GREATER LONDON AUTHORITY; BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT; PRECIS WORKING GROUP. **The control of dust and emissions from construction and demolition. Best Practice Guidance**. Greater London Authority, London, 2006.68p.

MAIA, Paulo Alves. **O ruído nas obras da construção civil e o risco de surdez ocupacional**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2005. 145p.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development**. A Report to the Balaton Group, Norwich: Donella Meadows Institute, 1998

MIDDLE, G.; MIDDLE, I. A review of the use of environmental offset as a policy mechanism in the environmental impact assessment process (EIA) in Western Australia. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 28, n. 4, p 313-322, 2010.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 15**: Atividades e operações insalubres. Brasília, 1978. Disponível em <http://www.mte.gov.br>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Compensating for Wetland Losses under the Clean Water Act**. National Academy Press: Washington, D.C. 2001.

NIEA - NORTHERN IRELAND ENVIRONMENT AGENCY; SEPA – SCOTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY. **NetRegs**. Apresenta um guia com boas práticas e como obedecer às leis ambientais. Acesso: 14 de janeiro de 2016. Disponível em: <http://www.netregs.gov.uk/>

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment**. Environment Monographs n.83, 1993

OSHA - OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. **Occupational noise exposure**. Disponível em: <http://www.osha.gov>. Acessado pela última vez em 14 de janeiro de 2016.

PORTAL R7. **Obra do Rodoanel em local do acidente será paralisada**. Reportagem publicada em 14 de novembro de 2009. Disponível em: <http://noticias.r7.com/sao-paulo/noticias/obras-do-rodoanel-em-trecho-do-acidente-serao-paralisadas-20091114.html>

PMSP - PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Quota Ambiental**. Disponível em: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/cota-ambiental-2/>. Acessado pela última vez em 19 de janeiro de 2016.

PÖYRY TECNOLOGIA LTDA. **Estudo de Viabilidade Ambiental - ampliação do Terminal de Cargas Fernão Dias.** Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/eia_rimaeva/index.php?p=170. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e do Trabalho - 23 de setembro de 2011.

PRIME ENGENHARIA. **Relatório de Impacto Ambiental: Linha 2 - Verde (Trecho Oratório - Cidade Tiradentes).** Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/eia_rimaeva/index.php?p=170. Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô) - Novembro de 2010

PULASKI, Michael H. (ed.). **Field guide for sustainable construction.** Washington: Pentagon Renovation and Construction Program Office, Junho 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.

RUNDCRANTZ, K. Environmental Compensation in Swedish Road Planning. **European Environment**, v. 16, n. 6, p 350-367, 2006.

RUNDCRANTZ, K.; SKÄRBÄCK, E. Environmental compensation in planning: a review of five different countries with major emphasis on the German system. **European Environment**, v.13, n. 4, p 204-226, 2003.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 56, de 27 de dezembro de 2006. Estabelece a gradação de impacto ambiental para fins de cobrança de compensação ambiental decorrente do licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental (a).

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. **Termo de Compromisso de Compensação Ambiental.** 2006. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/rodoaneltrechosul/files/2011/11/termo.pdf> (b)

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 18, de 11 de abril de 2007. Disciplina procedimentos para a autorização de supressão de exemplares arbóreos nativos isolados.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 53.939, de 6 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo e dá providências correlatas (1).

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA nº 86, de 26 de novembro de 2009. Dispõe sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas objeto de pedido de autorização para supressão de vegetação nativa em áreas rurais no Estado de São Paulo (2).

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. **Criação e Apoio a Unidades de Conservação - Rodoanel Trecho Sul**. 2011. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/rodoaneltrechosul/files/2011/11/quadro_ucs1.pdf

SÃO PAULO (ESTADO). **Rodoanel - Trecho Sul**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/rodoaneltrechosul>. Última consulta em 24 de maio de 2013. (a)

SÃO PAULO (ESTADO). **Saiba quais benefícios o Rodoanel traz para a população do Estado de SP**. Reportagem publicada em 18 de abril de 2013. Disponível em <http://saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=227816&c=6> (b)

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas.(c)

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002. Plano diretor estratégico.

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Decreto nº 47.145, de 29 de março de 2006. Regulamenta o termo de compromisso ambiental - TCA, instituído pelo artigo 251 e seguintes da lei n. 13430, de 13 de setembro de 2002 (Plano Diretor Estratégico) (1).

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Decreto nº 47937, de 30 de novembro de 2006. Dá nova redação ao "caput" do artigo 4 do decreto 47145, de 29 de março de 2006 (2).

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Secretaria do Verde e Meio Ambiente. Portaria SVMA nº 6, de 24 de janeiro de 2007. Institui compensação das emissões de gases de efeitos estufa e o manejo adequado dos resíduos gerados pelos eventos nos parques municipais.

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Lei nº 14.933, de 6 de junho de 2009. Institui a política de mudança do clima no município de São Paulo (1).

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Projeto de lei nº 46, de 18 de fevereiro de 2009. Cria o banco municipal de áreas para recuperação ambiental e determina a compensação ambiental, no município de São Paulo, e dá outras providências (2).

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Secretaria do Verde e Meio Ambiente. Portaria SVMA nº 44, de 3 de junho de 2010. Disciplina critérios e procedimentos de compensação ambiental-manejo por corte/transplante intervenção ao meio ambiente - TCA.

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Plano diretor estratégico.

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). Nova Marginal do Tietê, 2010 http://www.prefeitura.sp.gov.br/portal/a_cidade/noticias/index.php?p=39730
Última consulta em novembro de 2012.

SESI - Serviço Social da Indústria. **Perfil do trabalhador formal brasileiro**. 2ed, rev. ampl. Brasília: Sesi/IN, 2005 146p

SILVA, L. L. **A compensação financeira das usinas hidrelétricas como instrumento econômico de desenvolvimento social, econômico e ambiental**. Brasília, 2007. 157p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília.

SINDUSCON-SP; GVCONSULT; MTE - Ministério do Trabalho e Emprego. **Empregos na Construção Civil**. Abril, 2011. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/msg2.asp?id=3229>. Último acesso em: 04 de julho de 2011.

TEEB. **A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade. Relatório para o Setor de Negócios** - Sumário Executivo. 2010. Disponível em: <http://www.unep.org.br/admin/publicacoes/texto/TEEB-Para-o-Setor-de-Negocios-Portugues-web.pdf>

ten KATE, K.; BISHOP, J.; BAYON, R.. **Biodiversity offsets: Views, experience, and the business case**. IUCN, Gland, Switzerland; Cambridge, UK; Insight Investment, UK, 2004

UNEP - United Nations Environment Programme. **Sustainable Building and Construction.** s.d. Disponível em: http://www.unep.or.jp/etc/Activities/Urban/sustainable_bldg_const.asp. Último acesso em: 18 /09/2009.

VILLARROYA, A.; PERSSON, J.; PUIG, J. Ecological compensation: From general guidance and expertise to specific proposals for road development. **Environmental Impact Assessment Review**, v.45, p 54-62, 2014.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ambient (Outdoor) air quality and health.** Fact sheet N°313, 2014. Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>. Último acesso: 14 de janeiro de 2016.

WILKINSON, J.; THOMPSON, J. **2005 Status report on compensatory mitigation in the United States.** Environmental Law Institute, Washington DC, 2006.

ZIMMERMANN, M.; ALTHAUS, H. J.; HAAS, A. Benchmarks for Sustainable Construction: a Contribution to Develop a Standard. **Energy and Buildings**. v. 37, n. 11, p. 1147-1157, 2005.

APÊNDICE 1

QUESTIONÁRIO

Este questionário tem o objetivo de identificar os impactos ambientais **mais** relevantes em um canteiro de obras, em função das suas magnitudes e frequências. Você deve respondê-lo considerando sua experiência em canteiros de obras.

Os resultados serão apresentados e utilizados na tese “Mecanismo para compensação ambiental de canteiros de obras” da doutoranda Viviane Miranda Araujo Fiorani.

Quaisquer dúvidas, por favor, entrem em contato pelo email viviane.araujo@usp.br

Agradecemos a sua colaboração!

Identificação

Obra	
Construtora	
Endereço da obra	
Tipologia / padrão da obra	
Cargo na obra ou empresa	

NOTA: Estas informações não serão utilizadas para identificar profissionais ou construtoras, mas sim para justificar e validar a amostragem frente ao universo de construtoras existentes no mercado.

ATENÇÃO

A avaliação da magnitude e frequência de cada impacto é subjetiva, portanto você deve ponderá-los considerando sua percepção e experiência, e não medições ou parâmetros estabelecidos em normas.

Para responder às questões relativas à frequência, use como referência o período de duração de uma obra. Vale ressaltar que não é interesse da pesquisa saber em quantas de suas obras o impacto ocorreu, e sim quantas vezes, no período de duração de uma obra, este impacto ocorre.

Exemplo: frequência e magnitude de chuvas no período de uma obra

Se sua obra durou 10 dias, e neste período houve 5 dias de chuva, então a frequência de chuvas é de 50%, portanto, na escala métrica, assinale 5. Se, destes 5 dias, a chuva foi bastante intensa em 3 deles, e moderada nos outros 2, então, para magnitude da chuva, assinale um valor ponderado pela sua experiência pessoal, que provavelmente se encontrará entre 6 e 9.

Questões

1. A emissão de ruídos que causam incômodos ou que são prejudiciais à saúde dos vizinhos do canteiro, pode ser considerada:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude do ruído:

2. Em um canteiro de obras, a geração de resíduos que não poderão ser reciclados ou reutilizados, e terão como destinação final os aterros, pode ser considerada:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude do volume destinado aos aterros:

3. A emissão de material particulado (por exemplo: fumaça dos veículos, poeira levantada pela varrição e pelo uso de materiais pulverulentos, etc) pode ser considerada:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude do volume de material particulado emitido:

4. O lançamento de fragmentos que causam danos à segurança de trabalhadores e vizinhos, ou aos bens próximos às obras, pode ser considerado:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude dos danos causados:

5. A ocorrência de erosão, com consequente carreamento de sedimentos para fora dos limites do canteiro, pode ser considerada:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude do volume dos sedimentos erodidos e carreados:

6. A emissão de vibrações que causam incômodos aos vizinhos das obras pode ser considerada:

- quanto à frequência (de ocorrência do evento):

- quanto à magnitude da vibração:

7. O dano accidental, ou por displicência, à vegetação do canteiro e de sua vizinhança pode ser considerado:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude dos danos à vegetação:

8. A ocupação de vias públicas (por exemplo: avanço dos tapumes nas calçadas, ocupação de vagas na rua, enfileiramento de caminhões para descarga, etc.) pode ser considerada:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude dos transtornos causados:

9. Os danos às edificações vizinhas, causados por atividades no canteiro de obras (por exemplo: execução de fundações, compactação de solos, etc), podem ser considerados:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude dos danos:

10. As alterações na qualidade paisagística da vizinhança geradas pelos canteiros de obras podem ser consideradas

- quanto à frequência (considere quantos dias da obra a qualidade paisagística sofreu interferência negativa):

- quanto à magnitude da alteração em relação à paisagem original:

11. O uso de materiais não agregados ao produto final, por exemplo, em *stand* de vendas, apartamentos modelo e construções provisórias (neste caso considere as não reaproveitáveis), pode ser considerado:

- quanto à frequência (neste caso, considere frequência como quantas vezes, ao longo da obra, materiais foram utilizados e não agregados ao produto final):

- quanto à magnitude do volume utilizado:

12. O desrespeito às leis ambientais ou aos termos de compromisso (por exemplo, o corte errado de uma vegetação ou poluição de um corpo d'água) pode ser considerado:

- quanto à frequência:

- quanto à magnitude dos danos ambientais:

APÊNDICE 2

TABELA APRESENTANDO AS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS

Questões	Questionários																			média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1A	6	9,5	3	7	7	7	5	5	3	3,5	7	9	8,7	3	8,5	6	7,5	8	4	6,19474
1B	5,8	6	7	6	7	5	5	7	2	6	7	5	2	4	6	5	7,5	8	4	5,54211
2A	7	9	4	10	6	3	4	2	3	2	3	8	7,5	4	9	5	7,5	6	3	5,42105
2B	7	4	4	2	9	7	5	2	3	1	3	8	5	5	9,5	4	10	7	2	5,13158
3A	7	7	8	9	8	10	4	3	2	8	8	9	8	4	7	6	7,5	7	5	6,71053
3B	5	5	7	10	6	7	4	7	1	8	9	6	7	3	3	4	10	7	5	6
4A	4	0,5	2	9	3	10	3	1	1	3	7	2	1	4	3	3	5	3	4	3,60526
4B	3	7	2	9	3	5	3	9	3	1,5	4	5	1	3	1	6	2,5	6	3	4,05263
5A	2	0,1	8	7	5	1	3	1	2	2	3	5	1	2	0,5	7	10	3	3	3,45263
5B	2	0,3	9	7	4	10	3	3	1	0,5	1	3	1	3	1	7	7,5	4	2	3,64737
6A	5	1	2	5	3	10	3	4	2	2	5	3	5	3	1,5	3	7,5	6	2	3,84211
6B	5	1	2	3	3	7	3	10	1	3	7	4	4	3	6,5	2	5	8	3	4,23684
7A	1	5	4	5	7	0	2	0	1	3	5	1	2	4	2,5	4	5	6	2	3,13158
7B	1	5	4	5	7	0	2	0	1	4	7	5	2	3	4	5	2,5	4	1	3,28947
8A	6	10	2	7	7	10	4	2	4	8	8	4	1	6	9,5	2	7,5	4	4	5,57895
8B	6	10	2	5	9	8	6	7	5	5	9	6	1	5	4	4	10	5	4	5,84211
9A	8	2	2	4	5	5	5	3	2	3	5	1	1	1	0,5	3	5	4	2	3,23684
9B	8	7	2	4	6	5	6	10	5	3	9	5	2	3	5	6	5	8	2	5,31579
10A	3	5	3	3	4	8	4	0,4	1	5	4	7	1	3	8	1	7,5	4	1	3,83684
10B	3	5	3	6	3	8	6	1	0,8	1	2	2	2	3	2,5	2	5	4	1	3,17368
11A	2	4	7	7	3	3	2	2	5	2,5	7	2	1	4	5	2	5	7	0	3,71053
11B	2	4	8	5	2	1	3	4	3	0,5	3	2	1	4	1	1	5	5	0	2,86842
12A	3	0,5	7	7	0	0	1	0	1	0	6	1	1	2	0,5	0,5	2,5	2	1	1,89474
12B	3	0,3	7	8	0	10	1	0	1	0	5	5	1	2	2	0,5	7,5	2	1	2,96316

APÊNDICE 3

**Questionário a ser aplicado aos vizinhos da obra para determinação dos
fatores de ponderação**

Incômodos gerados pelos canteiros de obras

Questionário Prévio

Esta pesquisa tem o objetivo de identificar a relevância que os impactos ambientais dos canteiros de obras apresentam para seu entorno. Você deve responder considerando sua expectativa com a obra que ocorrerá em sua vizinhança.

O questionário é composto por apenas 4 perguntas, que devem ser respondidas utilizando a seguinte escala:

Escala a ser utilizada para responder os questionários	
0	Não se aplica
1	Não me incomodará
2	Penso que pode me prejudicar um pouco, mas não alterarei minhas atividades diárias
3	Penso que serei um pouco prejudicado pelos incômodos causados pela obra
4	Serei um pouco prejudicado, e precisarei fazer pequenas alterações na minha rotina
5	Ficarei extremamente incomodado e me impossibilitará de prosseguir com as minhas atividades diárias

- (A) Como você se sente em relação aos ruídos que podem ser produzidos pela obra?
- (B) Se a obra colocar caçambas em frente a ela, se os caminhões estacionarem na via e se a obra ocupar uma parte da calçada para suas atividades, você será prejudicado?
- (C) A obra eventualmente pode causar danos à sua residência/comércio, como fissuras quase imperceptíveis e trincas visíveis? Quanto você se imagina que isso será prejudicial?
- (D) Como você se sente em relação à poeira e fumaça que serão produzidas pela obra e pelos veículos que chegam e saem do canteiro?

Incômodos gerados pelos canteiros de obras
Questionário pós-obra

Esta pesquisa tem o objetivo de identificar a relevância que os impactos ambientais dos canteiros de obras apresentam para seu entorno. Você deve responder considerando sua experiência com a obra que ocorreu/está ocorrendo em sua vizinhança.

O questionário é composto por apenas 4 perguntas, que devem ser respondidas utilizando a seguinte escala:

Escala a ser utilizada para responder os questionários	
0	Não se aplica
1	Pouco prejudicado, praticamente não percebo as interferências
2	Percebo algumas interferências, mas estas não alteraram minha rotina, tampouco causaram incômodos significativos
3	Percebo as interferências e elas me incomodam um pouco
4	Sinto-me prejudicado pelo canteiro de obras, e tive dificuldades em manter minha rotina
5	Sou extremamente prejudicado, reduzindo ou impossibilitando a minha capacidade de exercer as atividades diárias

- (A) Como você se sente em relação aos ruídos que foram produzidos pela obra?
- (B) Você se sentiu prejudicado pelas caçambas colocadas em frente à obra, pela movimentação de caminhões, e pela ocupação de parte da calçada?
- (C) A obra causou danos à sua residência/comércio, como fissuras, trincas, etc.? Quanto você se sentiu prejudicado por isto?
- (D) Como você se sente em relação à poeira e fumaça que foram produzidas pela obra?