



Universidade Federal
do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

ESTUDOS DOS INDICADORES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO EM 4 CONSTRUTORAS

Luiz Eduardo Moraes Novis

**Projeto de Graduação apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Escola
Politécnica, Universidade Federal do Rio
de Janeiro, como parte dos requisitos
necessária à obtenção do título de
Engenheiro.**

Orientador: Jorge dos Santos

Rio de Janeiro

Fevereiro, 2014

**ESTUDO DOS INDICADORES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL –
ESTUDO DE CASO EM 4 CONSTRUTORAS**

Luiz Eduardo Moraes Novis

**PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
ENGENHEIRO CIVIL.**

Examinada por:

Professor Jorge dos Santos, D. Sc.,

Professora Ana Catarina Jorge Evangelista, D. Sc.

Professora Isabeth Mello, M. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

FEVEREIRO DE 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida,

À minha família pelo exemplo de amor, ética e responsabilidade;

Ao meu orientador Jorge dos Santos, pela atenção prestada ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho e pelos conselhos dados com toda sabedoria;

A todos os professores do curso de Engenharia Civil da UFRJ, que tornaram este momento possível e tiveram papel fundamental na minha formação acadêmica;

E, finalmente, à minha namorada, pela ajuda nessa reta final e a todos os amigos e colegas, pela amizade presente, tanto nos momentos difíceis como nos de alegrias pelas conquistas.

Novis, Luiz Eduardo Moraes

Estudo dos Indicadores Ambientais na Construção Civil – Estudo de Caso em 4 Construtoras / Luiz Eduardo Moraes Novis. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

X, 102 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2013.

Referências Bibliográficas: p.81

1. Introdução. 2. Contextualização da Gestão Ambiental na Construção Civil. 3. Importância da Medição de Desempenho. 4. Peculiaridades da Indústria da Construção Civil. 5. Indicadores de Desempenho Ambiental mais utilizados na construção civil. 6. Seleção de Indicadores ambientais praticados com êxito. 7. Conclusões. I. dos Santos, Jorge. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Título.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil

Estudo dos Indicadores Ambientais na Construção Civil – Estudo de Caso em 4 Construtoras

Luiz Eduardo Moraes Novis

Fevereiro, 2014

Orientador: Jorge dos Santos

Curso: Engenharia Civil

A preocupação com o meio ambiente, antes baseada em discursos ambientalistas utópicos, evoluiu para a preocupação com a gravidade dos danos ambientais causados pelas atividades humanas e o conseqüente esgotamento dos recursos naturais. A construção civil, dentre as mais diversas atividades exercidas pelo homem, é uma das que mais degrada o meio ambiente. Caracteriza-se por um processo de transformação da natureza intenso e sistêmico. Portanto, exercer uma gestão ambiental adequada é uma ferramenta indispensável para a construtora minimizar os impactos de seus empreendimentos no meio ambiente. Neste cenário, este trabalho apresenta um estudo sobre os Indicadores Ambientais mais adequados as necessidades das construtoras para o monitoramento e estabelecimento da melhoria contínua de seus sistemas de gestão ambiental.

Palavras-Chave: Construção Civil, Indicadores Ambientais.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of
the requirements for the degree of Engineer

Analysis of the Environmental Indicators in the Civil Construction – Case Study
in 4 Construction Companies

Luiz Eduardo Moraes Novis

February, 2014

Advisor: Jorge dos Santos

Course: Civil Engineering

In the past, environment concerns were based upon an ambientalist utopic speech, but now they have evolved to concerns more related to the severity of the impacts caused by human activities and the consequent natural resources depletion. Civil construction, among several others human activities, is one of the most relevant of those activities in terms of environment degradation. It is characterized by an intense and sistemic process of nature transformation. Therefore, the exercise of environmental management is an indispensable tool for any construction company to minimize the impact of its enterprises in the environment. In this scenario, the present work presents a study about the most suitable Environment Indicators to be used by constructors in order to monitor and establish a continuous improvement in their Environment Management Systems.

Keywords: Building Construction, Environmental Indicators.

Sumário

1.0 Introdução	1
1.1 A importância do Tema	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Justificativa da Escolha do Tema.....	2
1.4 Metodologia Adotada no Desenvolvimento do Trabalho.....	2
1.5 Estrutura do Trabalho	2
2.0 Gestão Ambiental na Construção Civil – Contextualização.....	3
2.1 Definição de “Gestão Ambiental”	3
2.2 Exigências Ambientais por Parte dos Clientes da Construção Civil	5
2.2.1 PBQP-H	6
2.2.2 ISO 14000	7
2.2.3 Selos Verdes	9
2.3 Legislações Ambientais Aplicáveis e Normas Técnicas	16
2.3.1 CONAMA 307.....	22
3.0 Importância da Medição de Desempenho.....	29
3.1 História da Avaliação do Desempenho.....	29
3.2 A Importância da Medição	30
3.3 Processo de Medição	32
3.3.1 Medição do Desempenho Ambiental.....	33
3.4 O que são Indicadores.....	33
3.4.1 Atributos de um Indicador	35
3.5 Peculiaridades da Construção Civil e sua influência nos indicadores ambientais	38
3.5.1 Análises de um Edifício Sustentável através das Etapas do seu Ciclo de Vida.....	38
4.0 Indicadores de Desempenho Ambiental utilizados na Construção Civil.....	42
4.1. Parâmetros ambientais de uma edificação	42
4.1.1 Ocupação do Solo	43
4.1.2. Consumo de Água.....	44
4.1.3 Consumo de Energia.....	45
4.1.4 Consumo de Materiais	46
4.1.5 Emissões atmosféricas, lançamento de efluentes e disposição de resíduos.....	48

4.2 Indicadores de sustentabilidade do PBQP-H	49
4.2.1. Consumo de Água.....	49
4.2.2. Consumo de Energia.....	49
4.2.3. Geração de Resíduos.....	50
4.3. Impactos ambientais da Construção Pesada e da Construção Leve.....	50
5.0 Seleção de alguns Indicadores Ambientais praticados com Êxito.....	53
5.1 Caso A – Indicadores ambientais da Construtora EVEN	53
5.2 Caso B - Indicadores ambientais da Construtora ODEBRECHT.....	64
5.3 Caso C – Indicadores Ambientais da Construtora GAFISA.....	66
5.4 Caso D - Indicadores Ambientais da Construtora ANDRADE GUTIERREZ.....	68
6.0 Conclusões	78
7.1 Bibliografia	81
7.2 Referências Eletrônicas.....	83

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 – Princípios e elementos integrantes de um Sistema de Gestão Ambiental segundo a ISO 14004	8
Tabela 2 – Relação de Países e certificados utilizados	11
Tabela 3 – Requisitos para avaliação LEED	12
Tabela 4 – Agentes e suas responsabilidades	24
Tabela 5 – Tabela de Consumo de Água por área em andamento.....	55
Tabela 6 – Consumo de água utilizada em Estrutura Convencional	55
Tabela 7 – Consumo de água utilizada em Estrutura Estrutural.....	56
Tabela 8 – Corpos d’água afetados pelo consumo de água	56
Tabela 9 – Consumo de energia por área em andamento	57
Tabela 10 – Consumo de energia em Estrutura Convencional.....	58
Tabela 11 – Tabela de Consumo de energia em Estrutura Estrutural.....	58
Tabela 12 - Percentual de materiais reciclados por Fornecedor	60
Tabela 13 – Índice de emissões por tipo de empreendimento	63
Tabela 14 – Emissões totais por escopo	64
Tabela 15 – Emissões do escopo 3 detalhado.....	64
Tabela 16 – Indicadores Ambientais utilizados na Obra Porto Atlântico.....	65
Tabela 17 – Emissões de Gases de Efeito Estufa em 2012	71
Tabela 18 – Consumo de Materiais em 2012	72
Tabela 19 – Consumo de Energia Direta	73
Tabela 20 – Composição de efluentes emitidos em 2012.....	75
Tabela 21 – Destinação e Tratamento dos resíduos separados por sua Classe.....	77
Tabela 22 – Emissão de NOx, SOx e outras emissões significativas	78
Tabela 23 – Quadro Resumo dos Indicadores Ambientais praticados com êxito	80

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 – Modelo de um Sistema de Gestão Ambiental pela ISO	9
Figura 2 – Selo Procel.....	15
Figura 3 – Modelo de Sistema de Medição	32
Figura 4 – Diagrama do Ciclo de Vida da Construção Civil	39
Figura 5 – Cadeia Produtiva da Construção Civil	52
Figura 6 – Gráfico de Consumo de Água anual.....	55
Figura 7 – Gráfico de Consumo de Energia (kW/h) anual	57
Figura 8 – Geração de Resíduos no ano de 2012.....	60
Figura 9 – Índice de resíduo mix (acumulativo) – kg/m ²	61
Figura 10 – Desvio de material de aterros sanitários.....	62

1.0 Introdução

1.1 A importância do Tema

O meio ambiente ganhou um papel importantíssimo no cenário mundial, tendo sua preservação vista como essencial e defendida por todos, portanto, a sustentabilidade ganhou posição de destaque numa das indústrias que mais agride o ambiente, a construção civil. (FRANCE, 2013)

Nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte passe por profundas transformações. A extração de matérias primas, produção, construção, uso e demolição causam sérios impactos ao meio ambiente (CASSA, 2001). Dentro desse contexto, a indústria da construção desempenha um importante papel, uma vez que deva incentivar a adoção de boas práticas ambientais para garantir a sustentabilidade do negócio como, por exemplo, utilizando matérias primas, água e energia de forma racional.

A utilização dos indicadores ambientais é fundamental para a medição e monitoramento desses impactos que as obras de construção civil produzem no meio ambiente e essencial para a melhoria contínua dos seus Sistemas de Gestão Ambiental implementados.

1.2 Objetivos

Esta monografia tem por objetivo o estudo dos indicadores ambientais constantemente adotados por empresas atuantes na construção civil e a definição dos indicadores que sejam os mais adequados às necessidades das construtoras para o monitoramento e estabelecimento da melhoria contínua de seus sistemas de gestão ambiental.

1.3 Justificativa da Escolha do Tema

O presente trabalho se justifica na atualidade no tema, que vem se tornando palco de muitas pesquisas e discussões visto que a preservação do meio ambiente é cada vez mais exigida pelos órgãos governamentais, sociedade e pelos próprios clientes e usuários da Construção Civil.

Os indicadores ambientais são ferramentas indispensáveis para medição e monitoramento das metas mensuráveis estabelecidas pelas empresas para o seu sistema de gestão ambiental.

1.4 Metodologia Adotada no Desenvolvimento do Trabalho

O trabalho foi elaborado a partir de pesquisas em livros, revistas específicas do setor, apostilas, manuais técnicos, artigos publicados por professores e pesquisadores de diversas universidades e monografias que abordam o tema, com a utilização da internet.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho foi dividido em 7 capítulos. No primeiro é apresentado o tema, descritos os objetivos do estudo e a justificativa da escolha do tema, assim como a metodologia de trabalho e sua estrutura.

No segundo capítulo é feita uma abordagem sintética explicando o conceito de Gestão Ambiental e a sua aplicação no ramo da construção civil. É também comentado o estado da arte do assunto nas construtoras, assim como exigências ambientais por parte do cliente e dos usuários.

O terceiro capítulo descreve os principais métodos de avaliação de desempenho utilizados e comenta sobre a importância da medição como ferramenta para melhoria contínua. Explica o que são indicadores e da importância dos mesmos para medição.

No quarto são apresentados os indicadores ambientais mais utilizados na construção civil.

O quinto capítulo é o apontamento daquilo apresentado no capítulo anterior que é utilizado pelas 4 construtoras analisadas no trabalho.

Por fim, o sexto capítulo é destinado a conclusão do trabalho, assim como sugestões para trabalhos futuro.

2.0 Gestão Ambiental na Construção Civil – Contextualização

2.1 Denificação de “Gestão Ambiental”

O que é GESTÃO AMBIENTAL?

Pode se dizer que é um os temas mais abordados nos dias de hoje e vem gerando muitas dúvidas até mesmo entre os especialistas do ramo. A Gestão Ambiental é uma consequência do pensamento evolutivo da humanidade em relação à utilização dos recursos naturais e à degradação do meio ambiente.

Até a década de 50, a natureza era considerada somente como um pano de fundo em qualquer discussão que abordasse a atividade humana e suas relações com o meio. Acreditava-se que a natureza existia para ser compreendida, explorada e catalogada, desde que utilizada em benefício da humanidade. Por outro lado, o avanço da tecnologia no pós-guerra, dava sinais que não existiriam problemas que não pudessem ser resolvidos.

Os movimentos sociais que tiveram início nos anos 70 representaram um marco na humanidade e em particular para a formação de uma consciência preservacionista embasada, naquele momento, nos princípios do equilíbrio cósmico e harmonia com a

natureza. A palavra ecologia passa a ser um termo muito utilizado (SCHENINI et al, 2004).

Existia uma divisão bem clara entre pessoas ditas ecologistas (defensores da natureza) e pessoas que pregavam a exploração irrestrita do meio ambiente. Porém com surgimento recente do termo “desenvolvimento sustentável”, ocorreu conseqüentemente o aparecimento de profissionais com um perfil que seria um meio termo, ou seja, profissionais com visão ambientalista que agregam esse conhecimento à exploração dos recursos naturais, tornando esta mais racional.

De acordo com Valle (2002), a Gestão Ambiental consiste em um conjunto de medidas e procedimentos bem definidos que, se adequadamente aplicados, permitem reduzir e controlar os impactos produzidos por um empreendimento ao meio ambiente. No caso de empreendimentos já implantados, para que essa gestão seja bem concebida, faz-se necessário uma Avaliação Ambiental Inicial, que irá permitir identificar problemas ambientais latentes e colher subsídios para elaboração da Política Ambiental da organização.

A normatização e gerenciamento ambiental surgiram no início dos anos 90 através do trabalho de instituições normatizadoras de diversos países europeus. Por ocasião da Eco-92 foi apresentada a proposta de criação de um grupo especial para estudar a elaboração de normas gestão ambiental, com o intuito de serem internacionalmente reconhecidas. O documento resultante da RIO 92, a “Agenda 21”, resultou de um despertar sobre uma consciência ambiental, sobre a importância da conservação da natureza para o bem estar e sobrevivência das espécies, inclusive a humana. O documento propunha que a sociedade assumisse uma atitude ética entre a conservação ambiental e o desenvolvimento. Denunciava a forma perdulária com que até então eram tratados os recursos naturais e propunha uma sociedade justa e economicamente

responsável, produtora e produto do desenvolvimento sustentável. Em março de 1993 instalou-se o ISO/TC-207, comitê técnico com a função de elaborar uma série de normas, batizadas de série ISO 14.000.

Os empreendimentos da construção civil são atualmente um dos maiores causadores de impactos ao meio ambiente (BARDELLA, 2006). As atividades relacionadas à construção, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental através do consumo excessivo de recursos naturais e da geração de resíduos. Para a construção de edifícios tal fato ocorre principalmente pelo grande volume e diversidade de materiais nela empregados. A necessidade de minimização dos impactos ambientais gerados pelas edificações e a difusão dos conceitos de desenvolvimento sustentável levaram o setor a buscar construções com melhor desempenho ambiental.

A existência de um Sistema de Gestão Ambiental em uma empresa geralmente conduz a melhoria em desempenho ambiental. A natureza de uma organização determina que, quando uma questão é levada à administração, deverá ser tratada de forma sistemática e positiva. Quando metas e objetivos são estabelecidos dentro do sistema administrativo, e pessoas e organização são avaliadas por completo para verificar se esses objetivos e metas foram alcançados, o resultado é uma melhoria (HARRINGTON, 2001).

2.2 Exigências Ambientais por Parte dos Clientes da Construção Civil

A partir de 1987, a série de normas ISO 9000 foi publicada passando a ser utilizada mundialmente como uma ferramenta sistêmica de estruturação, organização e gestão objetivando a melhoria contínua da qualidade de produtos e serviços. O Brasil aderiu a essa série de normas também em 1987 mediante a publicação da série ABNT NBR ISO 9000 que é uma tradução da norma internacional. A ISO 9001 é hoje uma realidade em vários setores industriais no Brasil e no mundo. A indústria da construção também

aderiu as normas ISO 9000 tendo, entretanto, uma adesão mais efetiva a partir da década de 90. Em 2000 com o desdobramento de programas de qualidade setoriais criados especificamente para mobilizar empresas construtoras a implantarem sistemas de gestão da qualidade, foi criado Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H).

2.2.1 PBQP-H

As normas de gestão da qualidade não contemplam aspectos relacionados aos impactos ambientais. A versão 2012 do PBQP-H passou a exigir o monitoramento de indicadores de desempenho relacionados à sustentabilidade das construções. Os indicadores são determinados pelo PBQP-H e contemplam:

- a) Indicador de geração de resíduos ao longo da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo) por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em m^3 de resíduos descartados / trabalhador.
- b) Indicador de geração de resíduos ao final da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo) por m^2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em m^3 de resíduos descartados / m^2 de área construída.
- c) Indicador de consumo de água ao longo da obra: consumo de água potável no canteiro de obras por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em m^3 de água / trabalhador;
- d) Indicador de consumo de água ao final da obra: consumo de água potável no canteiro de obras por m^2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em m^3 de água / m^2 de área construída;

e) Indicador de consumo de energia ao longo da obra: consumo de energia elétrica no canteiro de obras por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em kWh de energia elétrica / trabalhador;

f) Indicador de consumo de energia ao final da obra: consumo de energia no canteiro de obras por m² de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em kWh de energia elétrica / m² de área construída.

2.2.2 ISO 14000

A exemplo da Gestão da Qualidade, no âmbito da Gestão Ambiental foi criada a série de normas ISO 14000 em 1996. As primeiras Normas da ISO 14000, que procuram estabelecer diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental nas diversas atividades econômicas que possam afetar o meio ambiente e para a avaliação e certificação de sistemas com metodologias uniformes e aceitas internacionalmente, são inspiradas nas normas ambientais anteriormente estabelecidas pelo British Standard Institute. A ISO 14001 é a única norma do conjunto ISO 14000 que certifica ambientalmente uma organização. Ela tem por objetivo prover às organizações os elementos de um Sistema de Gestão Ambiental eficaz, passível de integração com os demais objetivos da organização e com potencial de ser aplicado a todos os tipos e partes de organizações, independente e suas condições geográficas, culturais e sociais. A ISO 14004 especifica os princípios e elementos integrantes de um Sistema de Gestão Ambiental, mas é destinada somente para uso interno na organização, servindo como guia para a implementação da Gestão Ambiental, sem ensejar certificação. (NASCIMENTO, 2008).

A implementação deve seguir os cinco princípios definidos pela Norma ISO 14004 que tratam de comprometimento e política; planejamento; implementação; medição e

avaliação; e análise crítica e melhoria. A Tabela 1 será utilizada para facilitar a compreensão:

PRINCÍPIOS	ELEMENTOS
1. Comprometimento e Política	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprometimento e liderança da Alta Administração. ▪ Avaliação ambiental inicial. ▪ Estabelecimento da política ambiental.
2. Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação de aspectos ambientais e avaliação dos impactos ambientais associados. ▪ Requisitos legais e outros requisitos. ▪ Critérios internos de desempenho. ▪ Objetivos e metas ambientais. ▪ Programa de gestão ambiental.
3. Implementação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assegurando a capacitação. ▪ Recursos humanos, físicos e financeiros. ▪ Harmonização e integração do SGA. ▪ Responsabilidade técnica e pessoal. ▪ Conscientização ambiental e motivação. ▪ Conhecimentos, habilidades e atitudes. ▪ Ações de apoio. ▪ Comunicação e Relato. ▪ Documentação do SGA. ▪ Controle Operacional. ▪ Preparação e atendimento de emergência.
4. Medição e Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medição e monitoramento. ▪ Ação Corretiva e preventiva. ▪ Registros do SGA e gestão de informação.
5. Análise Crítica e Melhoria	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise Crítica do SGA. ▪ Melhoria Contínua.

Tabela 1 – Princípios e elementos integrantes de um Sistema de Gestão Ambiental segundo a ISO 14004

Fonte: DONAIRE (1999)

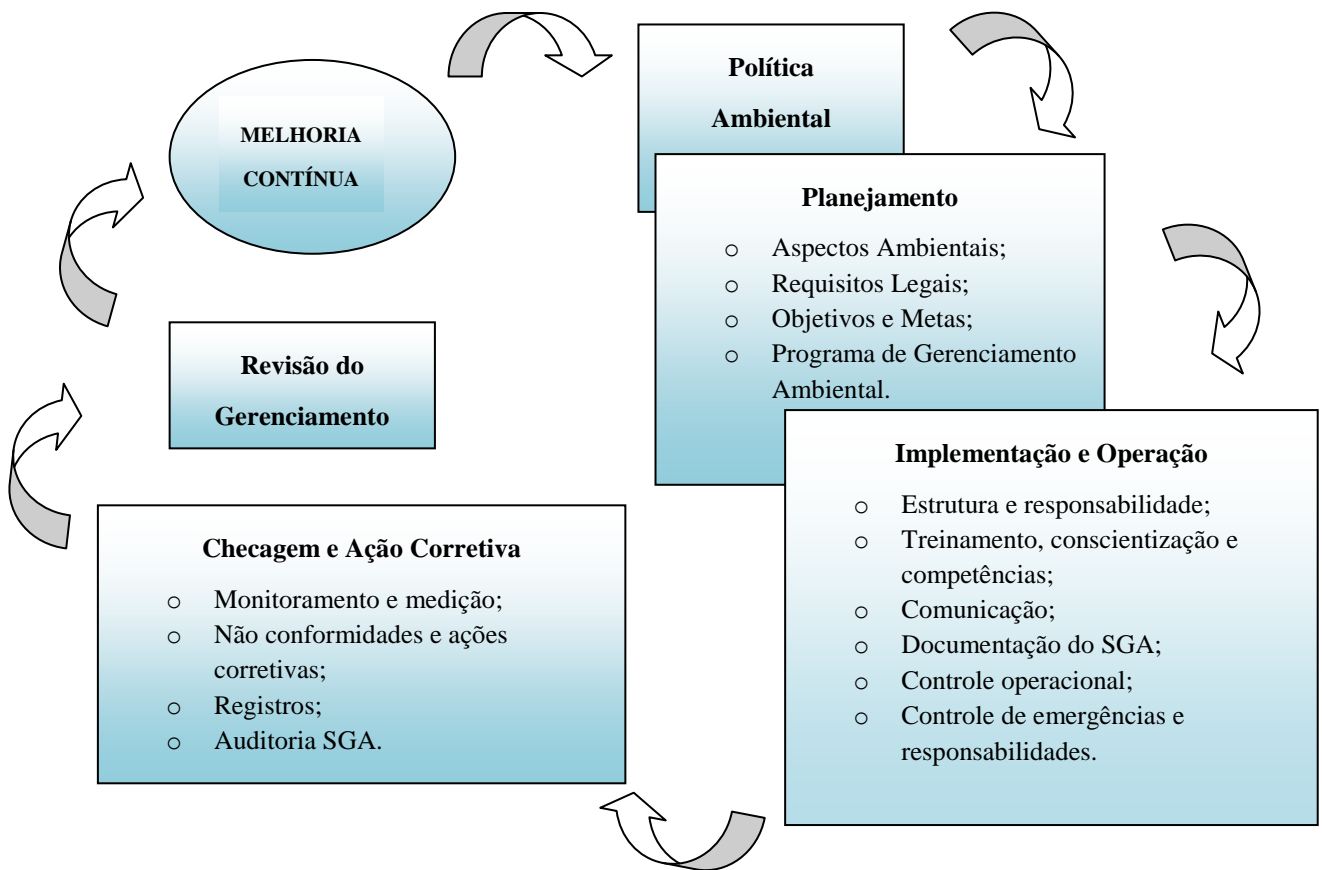


Figura 1 – Modelo de um Sistema de Gestão Ambiental pela ISO

Fonte: ISO

A ISO 14001 vem mobilizando as empresas da indústria da construção rumo à certificação ambiental, entretanto, os esforços são ainda pontuais, principalmente de grandes construtoras e grandes indústrias.

2.2.3 Selos Verdes

Selos verdes ou certificados ambientais são atestados de cumprimento de pré-requisitos a fim de garantir o menor impacto ambiental e o menor consumo de energia para, reformas, operacionalização e construção de novos edifícios.

As certificações têm por objetivo promover uma conscientização de todos os envolvidos no processo, desde a fase do projeto, passando pela construção, até o usuário final, promovendo metodologias sustentáveis que irão permitir o controle do uso de recursos naturais, proporcionando qualidade de vida para os usuários.

As organizações que regem a certificação irão oferecer referências e instruções para a realização de uma construção sustentável. Avaliações e auditorias serão realizadas por essas empresas a fim de garantir o bom andamento do empreendimento e o respeito às normas fornecidas. Se necessário, são feitas intervenções visando o melhor desempenho. Ao final do processo, a empresa certifica o empreendimento com um selo sustentável.

O investimento inicial é alto, cerca de 5% do valor da obra, porém, tem como objetivo a redução de custos operacionais e utilização de energia. Essa economia, em longo prazo, traz um payback para a empresa e usuários.

No início dos anos 90 países da Europa liderada pela Inglaterra, Estados Unidos e Canadá preocupados com as metas e indicadores ambientais, apresentam as primeiras metodologias para avaliações de empreendimentos de construções.

Estas metodologias receberam créditos positivos dos empreendedores e da sociedade de maneira geral e foram valorizadas e difundidas, sendo que hoje vários países vêm desenvolvendo sua própria metodologia. A Tabela 2 apresenta a relação dos países e seus certificados utilizados.

Relação de países e certificados utilizados	
África do Sul	SBAT
Austrália	BGRS
Canadá	GREEN GLOBES
China	HK BEAN
Estados Unidos	LEED
França	HABITA E ENVIROMENT NF BATIMENTS TERTIAIRES
Japão	CASBEE
Noruega	ECOPROFILE
Portugal	LIDER A
Reino Unido	BREEM
Suécia	ECOEFECT
Internacional	GBTOOL
Brasil	Green Building - LEED INMETRO - PROCEL AQUA Método IPT

Tabela 2 – Relação de Países e certificados utilizados

2.2.3.1 Green Building Council Brasil – LEED

GBC Brasil é uma entidade membro do World Green Building Council, entidade que regula a criação de conselhos Nacionais para promoção no desenvolvimento de tecnologias e operações sustentáveis na construção civil.

O GBC trabalha na difusão de novas tecnologias e melhores práticas adotadas entre seus 21 associados e também gerencia o sistema de certificação LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) no Brasil.

O LEED é um sistema de certificação que foi visivelmente influenciado pelo BREEAM (Inglaterra), tendo estrutura e conceitos muito semelhantes, mesclando aspectos prescritivos e de desempenho, onde também há versões para usos específicos de edifícios. Segundo o check list apresentado pelo GBCB, as novas edificações são avaliadas conforme apresentado na Tabela 3, acrescidos de Inovação e processo do projeto e créditos regionais.

ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> XX Otimização Energética XX Uso de Energia Renovável XX Cobertura predial e revestimento externo
MATERIAIS	<ul style="list-style-type: none"> XX Gerenciamento do Lixo XX Origem e Uso XX Reciclagem
ÁGUA	<ul style="list-style-type: none"> XX Origem XX Racionalização do Uso XX Minimização de Resíduos
ESPAÇO SUSTENTÁVEL	<ul style="list-style-type: none"> XX Preservação e Restauração da biodiversidade XX Redução da poluição luminosa e outras XX Conectividade com a Comunidade
AMBIENTE INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> XX Gerenciamento da Qualidade do Ar e Conforto XX Uso de materiais de baixa emissão XX Iluminação Natural e Visão

Tabela 3 – Requisitos para avaliação LEED

Fonte: World Green Building Council Brasil

2.2.3.2 Certificação AQUA

A Certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental) nasceu de uma parceria entre a Fundação Vanzoline e o Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)- instituto francês que é referência mundial na construção civil e sua subsidiária Certivéa, em cooperação com os professores do Departamento de Engenharia de Produção e de Engenharia de Construção Civil da Poli-USP. São avaliados 14 requisitos e o empreendimento deve alcançar ao menos três resultados excelentes, quatro superiores e sete bons para obter a certificação.

A Qualidade Ambiental do Edifício estrutura-se em 14 categorias (conjuntos de preocupações) que podem ser reunir em 4 famílias:

1. Sítio e Construção:
 - a) Categoria nº1: Relação do edifício com o seu entorno;
 - b) Categoria nº2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos;

c) Categoria nº3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental;

2. Gestão:

a) Categoria nº4: Gestão da energia;

b) Categoria nº5: Gestão da água;

c) Categoria nº6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício;

d) Categoria nº7: Manutenção - Permanência do desempenho ambiental;

3. Conforto:

a) Categoria nº8: Conforto higrotérmico;

b) Categoria nº9: Conforto acústico;

c) Categoria nº10: Conforto visual;

d) Categoria nº11: Conforto olfativo;

4. Saúde

a) Categoria nº12: Qualidade sanitária dos ambientes;

b) Categoria nº13: Qualidade sanitária do ar;

c) Categoria nº14: Qualidade sanitária da água;

2.2.3.3 Certificação INMETRO PROCEL

A Eletrobrás e o Inmetro lançaram, no início de julho de 2010, em São Paulo, a Etiqueta de Eficiência Energética para edifícios comerciais, de serviços e públicos.

A Etiqueta de Eficiência Energética em edificações faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e foi desenvolvida em parceria entre a estatal Eletrobrás e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

O Procel Edifica: Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações visa construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas edificações no Brasil.

O objetivo é incentivar a iluminação e a ventilação naturais, reduzindo o consumo de energia elétrica. Para que os edifícios recebam a classificação, os projetos devem ser analisados e contemplados com etiquetas de A a E, de acordo com o consumo de energia.

O sistema consiste no fornecimento de uma classificação de edifícios através da determinação da eficiência de três sistemas:

- a) Envoltória;
- b) Iluminação;
- c) Condicionamento de ar.

Os três itens, mais bonificações, são reunidos em uma equação geral de classificação do nível de eficiência do edifício.

É possível também obter a classificação de apenas um sistema, deixando os demais em aberto. Neste caso, no entanto, não é fornecida uma classificação geral do edifício, mas apenas do sistema analisado.

Ao final da análise o edifício recebe uma etiquetagem conforme a Figura 2:

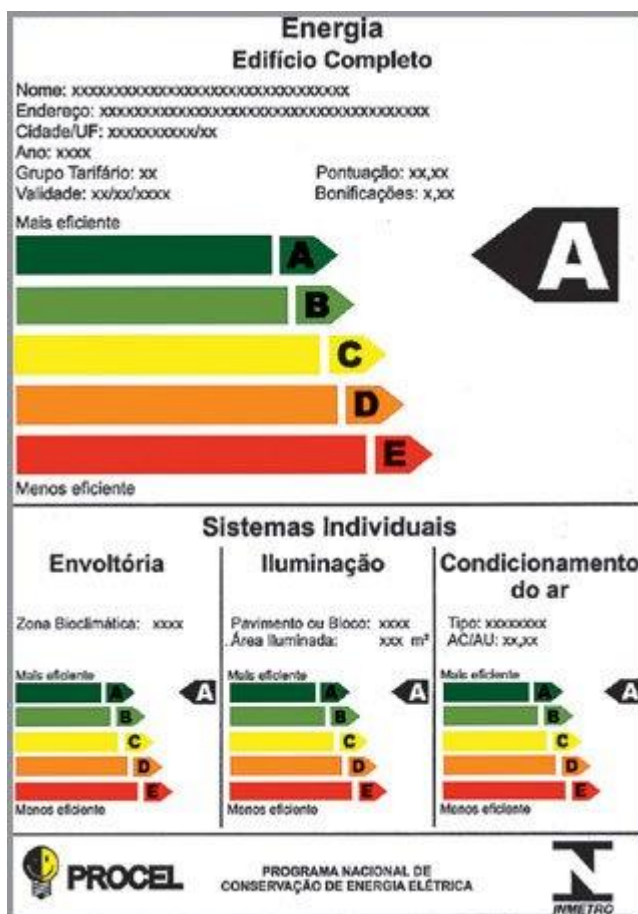


Figura 2 – Selo Procel

Fonte: Procel

2.2.3.4 Método IPT

O método desenvolvido pelo IPT visa oferecer uma avaliação ambiental de edifícios adequada às condições brasileiras e, caso o resultado seja satisfatório, conceder uma Referência Ambiental-IPT, nos mesmos moldes da Referência Técnica-RT/IPT que vigora para produtos. Sua estrutura é semelhante à do LEED e BREEAM, com itens com caráter de atendimento obrigatório e outros classificatórios.

A sistemática do IPT enfatiza os aspectos ambientais tradicionais como características do terreno, de água, energia, materiais, resíduos e conforto ambiental.

Considera também aspectos mais abrangentes como de acessibilidade e relação do edifício com o meio urbano. Sua grande diferença está na importância dada a cada aspecto e na inserção de preocupações relativas à realidade brasileira

2.3 Legislações Ambientais Aplicáveis e Normas Técnicas

Como destacado por CARNEIRO et al (2001), a construção civil é considerada uma das atividades que mais geram resíduos e alteram o meio ambiente, em todas as suas fases, desde a extração de matérias-primas, até o final da vida útil da edificação. JOHN (1996) salienta que os valores internacionais para o volume do entulho da construção e demolição oscilam entre 0,7 e 1,0 toneladas por habitante/ano. Essas alterações sobre o meio ambiente abarcam desde as etapas de construção de determinado empreendimento até os momentos de manutenção, reforma, ampliação, desocupação e demolição.

Alguns dos grandes problemas ambientais decorrentes da geração de RCC (Resíduos da Construção Civil) são, como bem explicita DIJKEMA et al. (2000), a saturação de espaços disponíveis nas cidades para descarte desses materiais, uma vez que eles correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos em cidades de médio e grande porte no Brasil. No país, estima-se que é gerado anualmente algo em torno de $68,5 \times 10^6$ toneladas de entulho. Um outro fator a se destacar é a extração desnecessária de recursos naturais que poderiam ser evitados com a reutilização e/ou reciclagem do entulho gerado.

Além disso, o entulho é responsável por altos custos sócio-econômicos e ambientais nas cidades em função das deposições irregulares. Por exemplo, na cidade de São Paulo, estes gastos são na ordem de R\$ 45 milhões/ano para coleta-transporte-deposição destes resíduos (ANGULO et al., 2002).

Por outro lado, o setor da construção civil é um grande consumidor de recursos naturais não-renováveis. Os agregados naturais estão entre os minerais mais consumidos no Brasil (380,6 x 106 t/ano) e no mundo (RANGEL et al., 1997; WHITAKER, 2001) e por isso a questão ambiental tornou-se uma preocupação central da sociedade e por isso vem tendo uma atenção cada vez maior por parte dos poderes legislativos: federal, estadual e municipal. A Constituição Federal de 1988, tendo um capítulo dedicado ao meio ambiente determina que todas as leis e normas ambientais tenham como objetivo maior que

Todas as pessoas têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, devendo o poder público defendê-lo e preservá-lo para o uso da população presente e futura, assim como também restaurar os processos ecológicos fundamentais e propiciar o manejo ecológico das espécies e ecossistemas (Constituição Federal, 1988, Capítulo VI do Meio Ambiente, artigo 225).

A legislação ambiental brasileira, antes da atual Constituição, era regida pela Política Nacional do Meio Ambiente, instituída em 31 de agosto de 1981 pela Lei 6.938 que, entretanto, demorou cinco anos para produzir um primeiro efeito normativo, a Resolução nº 01 do CONAMA de 05.01.86.

As atividades da construção civil, por serem atividades que transformam o meio ambiente, estão submetidas ao licenciamento ambiental na área de influência do projeto. Este procedimento visa: análise dos impactos, definições das medidas corretivas e a elaboração de um acompanhamento e monitoramento dos impactos. O Decreto Federal

no 99.274, de 6/6/90 – atualiza a Política Nacional do Meio Ambiente e trata da obrigatoriedade de licenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental é definido como um instrumento administrativo importante, onde o órgão ambiental licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais. O processo de licenciamento deverá obedecer algumas etapas, dentre as quais, o requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, assim como a análise pelo órgão ambiental competente, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas. No procedimento de licenciamento ambiental deverá constar, obrigatoriamente, a certidão da Prefeitura Municipal, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo e, quando for o caso, a autorização para supressão de vegetação e a outorga para o uso da água, emitidas pelos órgãos competentes. (Resolução CONAMA 237/97)

Ainda, segundo a mesma resolução descreve os tipos de licença necessária a viabilidade ambiental de um empreendimento, a saber: (i) Licença Prévia – LP, concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação; (ii) Licença de Instalação – LI autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambientais e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante; (iii) Licença de Operação - LO autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta

das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental, e condicionantes determinados para a operação.

Há um conjunto de leis e políticas públicas, além de normas técnicas fundamentais na gestão dos resíduos, ação mais impactante do ramo da Construção Civil ao meio ambiente, contribuindo para minimizar esses impactos ambientais.

Políticas Públicas

- Resolução CONAMA nº 307 – Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 5 de julho de 2002.
- PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat.
- Legislações municipais referidas à Resolução CONAMA.
- Lei Federal nº 9605, dos Crimes Ambientais, de 12 de fevereiro de 1998.
- Lei 7.347 (Brasil, 1995) – Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e turístico e dá outras providências.
- Lei 9.966 (Brasil, 2000) – Dispõe sobre a prevenção, o controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
- Lei 9.795 (Brasil, 1999) – Dispõe sobre educação ambiental, institui a política nacional de educação ambiental e dá outras providências.
- Lei 7.735 (Brasil, 1989) – Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis e dá outras providências.
- Resolução Conama nº 1 (Brasil, 1986) – Dispõe sobre impacto e licenciamento ambiental.

- Decreto 3.179 (Brasil, 1999) – Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Lei 6.938 (Brasil, 1981) – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
- Decreto-Lei 1.413 (Brasil, 1975) – Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
- Resolução Conama nº 23 (Brasil, 1996) – Dispõe o controle da entrada de resíduos, especialmente os perigosos, no Brasil.
- Lei 6.803 (Brasil, 1980) – Dispõe sobre as diretrizes básicas para zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.

Normas Técnicas

As normas técnicas, integradas às políticas públicas, representam importante instrumento para a viabilização do exercício da responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos. As principais normas técnicas brasileiras que versam sobre o assunto estão relacionadas abaixo:

- NBR 15.112:2004 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.

- NBR 15.113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros- Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.

- NBR 15.114:2004 – Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.

Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A.

- NBR 15.115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.

Esta Norma estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação.

- NBR 15.116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

Esta Norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

- NBR 10.004:2004 - Resíduos Sólidos – Classificação.

Esta Norma classifica os resíduos sólidos quanto aos seus potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

- NBR 10.005:2004 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido - Procedimento.

Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados pela NBR 10004 como classe I - perigosos - e classe II - não-perigosos.

- NBR 10.006:2004- Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados na NBR 10004 como classe II A - não-inertes - e classe II B - inertes.

- NBR 10.007:2004 - Amostragem de resíduos sólidos.

Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos.

- NBR 10.157:1987 - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.

Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para projeto e operação de aterros de resíduos perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas.

2.3.1 CONAMA 307

A Resolução CONAMA 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente dispõe sobre gestão dos resíduos da construção civil. Tem por objetivo de minimizar os impactos

ambientais, bem como estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil. Tal Resolução é aqui abordada em função da sua importância para a construção civil e da dificuldade das construtoras em cumprir suas diretrizes.

Os resíduos provenientes de atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, assim como a remoção de vegetação e escavação de solos para a construção representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas. Segundo pesquisadores como Hendriks (2000) e Pinto (1999), estudos demonstram que 40% a 70% da massa dos resíduos urbanos são gerados em canteiros de obras. São normalmente dispostos em locais inadequados, o que leva a degradação ambiental e conseqüentemente a atual preocupação com o meio ambiente. Cerca de 50% do entulho gerado são dispostos irregularmente na maioria dos centros urbanos brasileiros de médio e grande porte.

Para tentar solucionar esse problema, foi criado em 2002 a Resolução 307 CONAMA. De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02 (CONAMA, 2002), fica estabelecido que é responsabilidade dos municípios a criação, implantação e acompanhamento das diretrizes especificadas nos decretos municipais referentes a gestão de resíduos da construção e demolição. Estabelece ainda que compete aos geradores a gestão, incluindo reciclagem, reaproveitamento e destinação de resíduos.

Quanto ao gerador, geralmente as construtoras, cabe exatamente ao próprio uma gestão que irá favorecer a correta segregação, ou seja, separação dos diversos tipos de resíduos gerados nas plurifases de uma construção para posterior tratamento, uma vez que os resíduos contaminados, ou seja, classes misturadas dificultam ou até inviabilizam o seu tratamento.

A Tabela 4 irá facilitar no entendimento das responsabilidades de alguns dos agentes envolvidos no processo:

Agente	Responsabilidades
Estado	Introdução de instrumentos de regulamentação direta e econômica visando à regulamentação do gerenciamento da coleta; Transporte e fiscalização de disposição; Estabelecimento de padrões de fiscalização e a utilização de entulho para aterramentos; Busca do fortalecimento das atividades recicladoras; Estabelecimento de metas para redução do uso de recursos naturais escassos; Incentivos ao uso de resíduos oriundos de construção e demolição; Proibição da extração de areia e cascalho; Fortalecimento da produção de agregados reciclados; Estabelecimento de áreas legais de disposição de resíduos sólidos.
Geradores	Redução das perdas e da geração de resíduos através da adoção de métodos construtivos mais racionais; Gerenciamento de resíduos sólidos durante o processo construtivo; Conscientização da necessidade de utilizar materiais reciclados, de viabilizar as atividades de reciclagem, e de assegurar a qualidade dos resíduos segregados; Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento.
Clientes, empreendedores, arquitetos, engenheiros e consultores.	Estabelecimento de critérios de especificação que visem à utilização de materiais reciclados e adoção de princípios de sustentabilidade; Exigir a adoção de sistema gestão de resíduos em canteiros de obras; Definição de critérios de racionalização e padronização na definição dos métodos construtivos visando a produzir edifícios flexíveis e de fácil demolição.
Transportadores	Exigir o exercício da atividade de transportar de maneira consciente e responsável, levando os resíduos às áreas destinadas oficialmente pelo município; Conscientização de seus motoristas sobre os impactos causados por resíduos dispostos irregularmente; Contribuição para os programas de controle e fiscalização do volume e características do resíduo produzido.
Processadores dos resíduos	Assegurar a qualidade dos agregados reciclados.
Universidades e Instituto de Pesquisa	Implementação de laboratórios, desenvolvimento de pesquisa aplicada, assessoria parlamentar, cursos, consultoria, integração de agentes, entre outros.

Tabela 4 – Agentes e suas responsabilidades

Fonte: Adaptado de Blumenschein, R., 2004

A Resolução CONAMA nº 307 é o principal marco regulatório na gestão de RCC. Antes da sua criação em 2002, não havia clareza na identificação dos resíduos gerados pela atividade da construção civil entre os resíduos qualificados nas normas técnicas de referência. A definição de resíduos sólidos urbanos da NBR 10004 referia-se ao conjunto de resíduos em estado sólido ou semissólido que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, ou seja, não era mencionada, explicitamente, a atividade da construção civil como geradora de resíduos (CARELI, 2008). No tópico, mais adiante, de classificação e caracterização iremos mais a fundo a respeito disso.

Segundo a Resolução CONAMA nº 307 define-se que:

- a) Pequenos Geradores: geram até 5 m³ de resíduos;
- b) Grandes Geradores: geram mais de 5 m³ de resíduos.

A resolução estabelece diretrizes para que os municípios e o Distrito Federal desenvolvam e implementem políticas interligadas, estruturadas e dimensionadas a partir de cada situação local, devendo essas políticas assumir a forma de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição.

Dessa forma, cabe aos Municípios:

- a) Elaborar um Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição, com os procedimentos e diretrizes técnicas a serem adotados no exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e seus transportadores.

Da mesma maneira, cabe aos Geradores:

- a) Elaborar e implementar Projetos de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição que possam orientar, disciplinar e expressar os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002, os geradores deverão ter como objetivo prioritário a seguinte sequência:

- a) Não geração de resíduos;
- b) Redução;
- c) Reutilização;
- d) Reciclagem e;
- e) Destinação final.

De acordo com o Art. 2º da Resolução CONAMA nº307, seguem as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil (RCC): são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX - Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Segundo o Art. 3º da Resolução, os RCD são classificados em quatro classes:

a) **Classe A** – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação. Exemplos: cacos de cerâmica, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, concreto, argamassa, solos, entre outros. Destinação: Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados à áreas de aterro de resíduos da

construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

b) **Classe B** – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plástico, madeira, papel, papelão, metais, vidro e outros. Destinação: Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas e armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

c) **Classe C** – são os resíduos em que não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem, ou recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso. Destinação: Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

d) **Classe D** – são resíduos perigosos, oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Em alguns canteiros de obra, a resolução é considerada como uma sobrecarga no gerenciamento da obra e como impedimento para seu bom andamento no cronograma de prazos. Do mesmo modo, a utilização de agregados reciclados também é considerada como impedimento no desempenho da qualidade técnica dos serviços. Porém é necessária a sua adequação, afim de obter certificados de desempenho ambiental, tais como a inserção no PBQP-H.

3.0 Importância da Medição de Desempenho

3.1 História da Avaliação do Desempenho

Os primeiros indicadores e procedimentos de medição foram desenvolvidos no início do século XX pelas empresas norte-americanas DuPont, do setor químico industrial e General Motors do setor automobilístico (Chandler, 1977).

Vive-se então uma época caracterizada por uma procura de mercado superior à produção. Para responder a esta procura, as empresas tentaram arranjar meios de funcionamento para poderem aumentar as quantidades produzidas, através da melhoria da eficiência dos tempos de produção, adotando para isso, a divisão do trabalho, a mecanização e a produção em larga escala.

As medidas de desempenho dessa época focalizavam-se principalmente na quantidade produzida e no tempo de execução. Porém, o contínuo crescimento da produção gerou a necessidade de ampliação do mercado consumidor. A competição aumentou e fez com que as empresas adotassem novas estratégias cuja principal finalidade era reduzir custos de forma a fornecer produtos a preços competitivos e garantir lucros acrescidos.

As estratégias seguidas foram marcadas, sobretudo, pela padronização da produção, pela utilização de mão-de-obra barata, e começou-se a dar grande ênfase ao planeamento e ao controle. Surgiram as denominadas análises OM (Organização e Métodos) que representavam uma tentativa de melhorar a produção, os custos e os funcionamentos tradicionais.

A partir da década de 1980, começou a haver uma maior preocupação no âmbito das medições. As medidas de desempenho tinham de ser racionalizadas para serem mais operacionais. Verificava-se que elas tinham, até então, um elevado custo, uma rápida desatualização e apresentavam dificuldades de quantificação das melhorias em termos monetários, de satisfação do cliente e de qualidade do produto. Por sua vez, os clientes

começaram a ter novas exigências, tais como a necessidade de terem produtos de melhor qualidade e menores tempos de entrega. (Costa, 2003).

Algumas empresas começaram a desviar a atenção em termos de competição de custos para a necessidade de estabelecer estratégias competitivas para diferenciação, flexibilidade e inovação (Neely, 1999). Essas mudanças tiveram reflexos nos sistemas de indicadores de desempenho, pois tais empresas começaram a sentir a necessidade de introduzir medidas quantitativas e qualitativas que pudessem avaliar os seus desempenhos relativos a essas novas dimensões mais competitivas que lhes eram exigidas.

A partir do final da década de 1980, surgiram vários estudos que visavam o desenvolvimento de sistemas de medição. Analisavam tanto medidas financeiras como não financeiras e procuravam fornecer às organizações informações para a realização de previsões e de tendências (Berliner&Brimson,1988; Keegan et al, 1989; Kaplan & Norton.1992; Lynch &Cross,1995; citados por Costa, 2003).

3.2 A Importância da Medição

Segundo Ohashi e Melhado (2004), as principais razões para medição são:

- a) Assegurar que os requisitos do consumidor sejam atendidos;
- b) Ser capaz de estabelecer objetivos e respeitá-los;
- c) Proporcionar padrões para estabelecer comparações;
- d) Proporcionar visibilidade e um “quadro de resultados” para que as pessoas possam monitorar seus próprios níveis de desempenho;
- e) Destacar problemas de qualidade e determinar áreas prioritárias;
- f) Proporcionar uma retroalimentação para direcionar os esforços de melhoria.

Em meados da década de 1980, Costa (2003) informa que se iniciou “na indústria da construção um crescente interesse pela gestão da qualidade e, como consequência, a implementação de sistemas de medição”. Esta valorização da qualidade vem em decorrência principalmente de mudanças ocorridas no setor. Dentre as mudanças, destacam-se: “a globalização da economia, a escassez de recursos para construção, uma maior exigência dos clientes quanto à qualidade e ao padrão das edificações e, também, um maior grau de organização e reivindicação da mão-de-obra”. (COSTA, 2003).

Costa (2003) menciona que “uma vez estabelecida uma medida, pode-se induzir o comportamento das pessoas a uma determinada direção. Desta forma, as empresas utilizam-se deste potencial para tentar introduzir mudanças a partir da definição de seus objetivos em termos de metas mensuráveis. As empresas também podem utilizar as medidas para o compartilhamento de uma visão e alinhamento das ações nos diferentes níveis e processos gerenciais”.

Observa-se, portanto, a importância de um sistema de medição que estabeleça não somente padrões impostos pela alta direção, mas um construído em parceria com os trabalhadores, mensurando, avaliando e analisando a atividade real de trabalho, sem contradizer o ritmo do trabalho ou produzir acidentes ao procurar atingir metas insustentáveis de produção.

Segundo Sink e Tuttle (1993), a medição de controle, utilizada para previsão, estimativa e solução de problemas, é uma das aplicações mais comuns. Neste caso, a medição visa controlar a variação do desempenho em relação aos padrões de comportamento previamente estabelecidos, identificando desvios e corrigindo as suas causas. É uma ferramenta poderosa para a melhoria contínua (PDCA – Plan Do CheckAct), pois trata-se de um ciclo de gerenciamento onde as medidas podem ser usadas para identificar

fontes de defeitos, prevenção desses, tendências de processos, e para determinar a eficiência e a efetividade do processo, assim como as oportunidades para a melhoria.

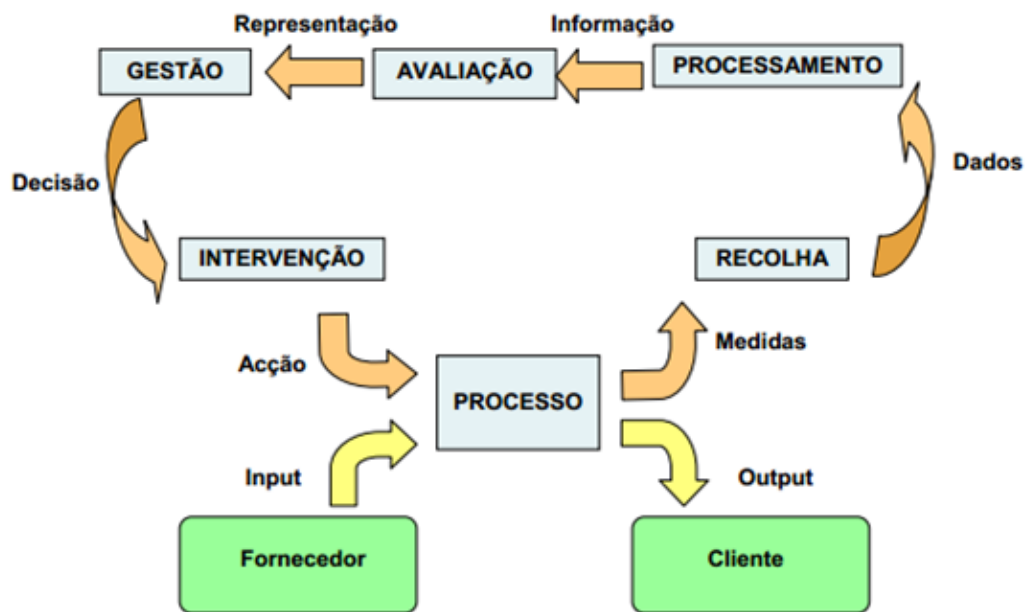


Figura 3 – Modelo de Sistema de Medição

Fonte: Adaptado de Lantelme, 1994

3.3 Processo de Medição

O **desempenho da empresa** é o resultado das suas ações como um todo e reflete a eficácia das estratégias adotadas. Um **critério** é um meio de julgamento – um padrão, uma regra, uma norma pela qual se pode fazer apreciação de alguma coisa. Um **critério de desempenho** é um parâmetro através do qual se pode fazer a avaliação do desempenho da empresa. **Medida** é, segundo Sink&Tuttle (1993) uma tentativa de tornar um critério quantificável.

Sink&Tuttle (1993) definiram a medição do desempenho como um processo pelo qual se decide o que medir e depois se faz a recolha, o acompanhamento e a análise dos dados recolhidos. Além do processo de medição, é necessário realizar a avaliação do desempenho, definido como um processo em que são estabelecidos os padrões, as

especificações, os requisitos, os valores ou os julgamentos para determinar o grau de desempenho que satisfaz as necessidades e as expectativas dos clientes e processos.

Através do processo de medição é possível identificar as capacidades da organização e os níveis de desempenho esperados, tanto dos processos como do sistema organizacional. Possibilita, também, a identificação das necessidades de *feedback*, o que pode ser melhorado e onde se devem investir colocar os recursos (Sink&Tuttle, 1993).

3.3.1 Medição do Desempenho Ambiental

Segundo Pegado et al. (2001), a avaliação do desempenho ambiental é feita, ao menos em parte, por instrumentos, tais como a avaliação de impacto ambiental e a análise de risco ambiental. Campos (2001) cita que metodologias de identificação de impactos ambientais, as Auditorias Ambientais e os Instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais, surgidas na década de 1980, evoluíram para Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Pearson e Barnes (1999) afirmam que a avaliação do desempenho ambiental não deve se limitar a relatórios e deve ser multidimensional, representada por múltiplos indicadores de desempenho.

Medir o impacto ambiental é um meio mais completo de medir o desempenho ambiental, mas exige mais informação e pode variar segundo as condições basais do ambiente e segundo efeitos complexos que várias fontes simultâneas de contaminação podem produzir.

3.4 O que são Indicadores

Existem várias interpretações para o termo “Indicador”, que dependerá do autor que o define. A seguir estão descritas algumas definições para explicar o conceito:

- a) "Um indicador é uma relação matemática que mede, numericamente, atributos de um processo ou de seus resultados, com o objectivo de comparar esta medida com metas numéricas, pré-estabelecidas." (FPNQ, 1995).
- b) "Indicador é tudo aquilo que se quer medir, ou seja, é a representação quantificada de uma informação". (Oliveira et al, 1995).
- c) "O indicador de qualidade mede, tanto a qualidade do produto final, quanto a qualidade dos processos empresariais, apoia a operacionalização e a tomada de decisão, no ambiente empresarial, pelo consumidor de indicador de qualidade, profissional da qualidade, executivos e funcionários". (Gil, 1992).
- d) "Um indicador de desempenho deve ser uma forma objetiva de medir a situação real contra um padrão previamente estabelecido." (De Rolt, 1998).

As principais virtudes do uso de Indicadores são:

(a) reduzir o número de medidas e parâmetros necessários para descrever determinada situação. Consequentemente, o número de indicadores e o nível de detalhamento contido num conjunto de indicadores têm de ser limitados. Por um lado, um índice único ou um número demasiadamente pequeno de indicadores podem ser insuficientes para prover a informação necessária ou podem incorrer em dificuldades metodológicas que crescem com o nível de agregação de informações.

Por outro lado, um número excessivo de indicadores tende a distorcer a visão geral que o conjunto supostamente deveria fornecer;

(b) simplificar o processo de informação através do qual os resultados dessas medidas chegam ao usuário final.

3.4.1 Atributos de um Indicador

Determinados requisitos deverão ser atendidos pelo indicador para que sua interpretação seja clara. São eles:

- a) Seletividade: os indicadores devem estar relacionados com fatores essenciais ou críticos do processo avaliado;
- b) Representatividade: o indicador deve ser escolhido ou formulado para que possa representar satisfatoriamente o processo ou o produto a que se refere;
- c) Simplicidade: devem ser de fácil compreensão e aplicação, principalmente para as pessoas diretamente envolvidas com a compilação, processamento e avaliação dos dados;
- d) Baixo custo: devem ser gerados a custo baixo. O custo para recolha, processamento e avaliação da informação não deve ser superior ao benefício trazido. Podem ser então aproveitados dados já disponíveis na empresa, coletados através de sistemas ou procedimentos de controlo utilizados;
- e) Acessibilidade (transparência): os dados para cálculo do indicador devem ser de fácil acesso e estarem disponibilizados, preferencialmente, através de mecanismos visuais;

f) Estabilidade: devem ser recolhidos com base em procedimentos de rotina incorporados nas atividades da empresa. Devem permitir efetuar comparações ou análises de tendências ao longo do tempo;

g) Abordagem experimental: é recomendável desenvolver, inicialmente, os indicadores considerados como necessários e testá-los na base prática e não só teórica;

h) Comparação externa: alguns indicadores devem ser desenvolvidos para permitir a comparação do desempenho da empresa com o de outras empresas do setor ou empresas de outros setores, a fim de poderem ser utilizados como benchmarks e na avaliação da competitividade da empresa dentro do seu setor;

i) Melhoria contínua: os indicadores devem ser periodicamente avaliados e, quando necessário, devem ser modificados ou ajustados para atender às mudanças no ambiente organizacional e não perderem seu propósito e validade.

Indicador ambiental é definido por Martos e Maia (1997) como todo parâmetro quantitativo ou qualitativo capaz de evidenciar modificações no meio ambiente.

Segundo Souza (2000) os indicadores ambientais devem informar acerca de processos relacionados a objetivos desejados e ser utilizados para se obter uma visão da qualidade ambiental, das tendências de desenvolvimento e das respostas e processos em direção a um desenvolvimento sustentável.

Os indicadores são fundamentais na avaliação de impactos ambientais gerados por um produto. Através dos resultados obtidos a empresa pode verificar os pontos críticos e

adotar medidas de gestão ambiental que propiciem melhorias no processo. Para um resultado ser considerado confiável é necessário:

- a) a determinação de como os dados serão obtidos e armazenados;
- b) a determinação de quem será o responsável pela coleta de tais dados;
- c) onde serão obtidos;
- d) e qual a frequência de coleta.

Os indicadores ligados às entradas (consumos) e às saídas (resíduos) do processo de avaliação ambiental, segundo Silva (2001), detectam:

- a) os pontos críticos, como por exemplo, a geração de resíduos, os desperdícios, as não-conformidades com a legislação;
- b) os potenciais de melhoria como por exemplo, as chances de minimizar consumo de materiais, água e energia. A redução dos consumos e resíduos pode aumentar a produtividade e diminuir os custos.

Para a avaliação de uma edificação recomenda-se utilizar indicadores para verificar (i) consumo de materiais, (ii) consumo de energia, (iii) consumo de água, (iv) geração e liberação de resíduos, (v) uso e ocupação do solo e (vi) qualidade do ar interior.

As matérias-primas e os insumos utilizados na produção estão relacionados com o rendimento da produção e a eficiência do processo e, por consequência, com o custo. É de grande importância dispor de informações sobre as matérias-primas quando se pretende melhorar processos e procedimentos.

A energia representa um grande custo financeiro e ambiental nos processos produtivos e, a água, principalmente, um grande custo ambiental.

Os resíduos representam as saídas não desejadas do processo. Causam desperdício de matérias primas, água e energia incorporadas, além de poluírem o meio ambiente.

Quanto à ocupação e ao uso do solo, as altas taxas de ocupação do terreno diminuem as áreas verdes e permeáveis e propiciam enchentes. Os serviços de terraplanagem alteram o perfil natural do terreno, desviam o escoamento natural das águas superficiais, reduzem a vegetação nativa, além de poluírem os rios devido ao carreamento.

A insolação e a ventilação deficientes e a utilização de materiais considerados agressivos ambientalmente prejudicam a qualidade do ar interior. Ventilação e insolação inadequados podem aumentar o consumo de energia na fase de uso.

3.5 Peculiaridades da Construção Civil e sua influência nos indicadores ambientais

3.5.1 Análises de um Edifício Sustentável através das Etapas do seu Ciclo de Vida

Atualmente, percebe-se uma maior alocação de esforços no sentido de alcançar a sustentabilidade das edificações, seja por meio dos sistemas de gestão de resíduos, pelas metodologias de certificação ambiental ou através de projetos que tenham como premissas o cuidado com o meio ambiente.

De acordo com Bourdeau (1996), após a introdução da idéia de desenvolvimento sustentável, a construção civil deverá buscar um resultado adicional, que é cumprir com o objetivo principal dos empreendimentos sem comprometer as possibilidades de satisfação das futuras gerações.

O termo construção sustentável denota que os princípios do desenvolvimento sustentável são aplicados ao ciclo de vida das edificações, desde a extração e beneficiamento da matéria prima, passando pelo planejamento, projeto e construção das obras, até a sua demolição. Na fase de construção, observam-se também aspectos relacionados à saúde e segurança do trabalhador. Já a fase de uso e ocupação, oferece a possibilidade de avaliação das decisões de planejamento e projeto, identificando

oportunidades de melhorias para futuras edificações. (JÚNIOR; MIRANDA; SILVA, 2008).

Pode-se dizer também que a construção sustentável é alcançada quando os conceitos do desenvolvimento sustentável forem aplicados ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento, com o objetivo de restabelecer e manter a harmonia entre o ambiente natural e construído (PLESSIS, 2002 apud CSILLAG, 2007).

Para garantir o cumprimento dessa definição, é importante fazer uma análise prévia, através das etapas do ciclo de vida das construções, no intuito de determinar os seus objetivos e, numa avaliação posterior, verificar o alcance dos mesmos. O conceito de ciclo de vida foi desenvolvido para avaliação dos impactos de produtos, sendo aplicado nas mais diversas áreas. Consiste num método para avaliar os impactos ambientais de um sistema, considerando seu ciclo de vida total, chamado de “berço ao túmulo” ou *cradle to grave*. A análise do ciclo de vida leva em conta todos os impactos associados à produção e uso do sistema desde a primeira intervenção do homem até a última (EDWARDS; BENNETT, 2003).

Aguado et al. (1997) apud Cardim (2001) apresentam as etapas do ciclo de vida, através de um diagrama, conforme consta na Figura 4:

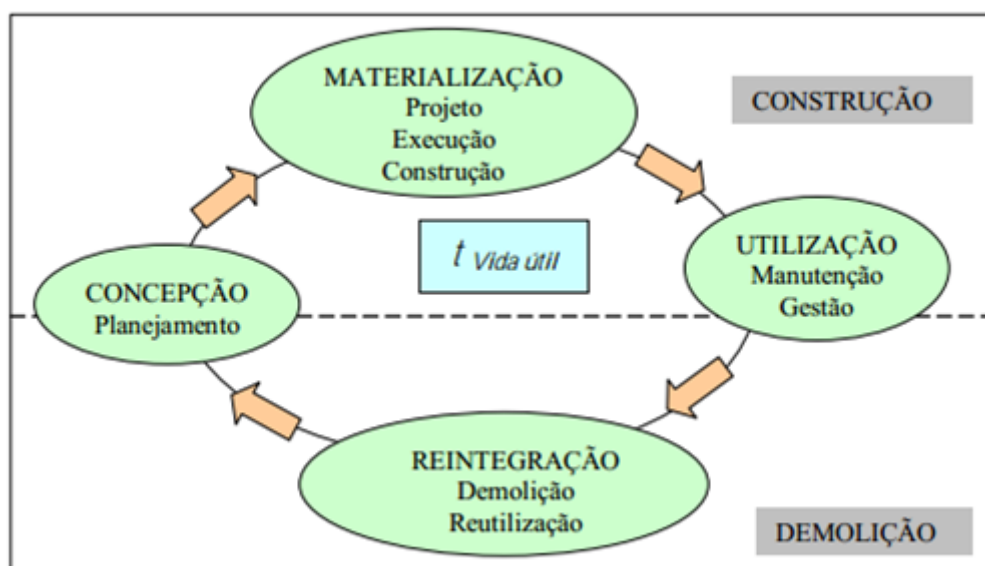


Figura 4 – Diagrama do Ciclo de Vida da Construção Civil

Fonte: Aguado et al. (1997) apud Cardim (2001)

A seguir, o detalhamento das características de cada etapa, de acordo com o autor:

1. Concepção – Nessa etapa, definem-se as características do terreno e as funções ou requerimentos a serem exigidos do edifício. Os planejamentos mais globais de urbanismo sustentável, assim como do próprio edifício têm muita incidência nessa etapa;

2. Materialização – Essa etapa inclui tanto o projeto como a construção, incorporando na mesma não só a execução (tendo presentes os equipamentos), mas também os materiais necessários e os abastecimentos (consequentemente devem ser incluídos os transportes associados). Essa é a etapa sobre a qual, com frequência, incide mais a parte técnica. Usualmente, está documentada a partir de diferentes pontos de vista, priorizando os custos, prazos, etc., e dando menor ênfase ao ponto de vista ambiental;

3. Utilização ou funcionamento – Essa etapa tem uma grande incidência nos temas de sustentabilidade, em especial no que se refere à energia e geração de resíduos, assim como seus custos associados. Vale ressaltar que essa etapa está significativamente condicionada à etapa de concepção;

4. Reintegração – Nessa etapa, incluem-se a demolição (com a gestão dos resíduos) e a reutilização dos componentes do conjunto do edifício. Já que ela se dá ao final da vida real da estrutura, dentro desse ciclo, poderá não ser fácil avaliar os sistemas de demolição que se produzirão no futuro;

5. Vida útil – Todo o ciclo vem marcado pela explicitação da vida útil da estrutura. Assim, é importante indicar que a sustentabilidade do edifício deve ser estabelecida para o conjunto das etapas que formam o ciclo, levando em conta a vida útil e estabelecendo-a de forma explícita.

A concepção do empreendimento abrange a elaboração dos projetos arquitetônicos, instalações prediais, vedações, fundações e estruturas, além dos projetos executivos. Nessa fase, devem ser selecionados materiais, componentes, equipamentos e sistemas construtivos. Os projetos têm a característica de atuarem de forma preventiva, já que as consequências das decisões tomadas nessa etapa se estendem ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento. Eles podem agregar benefícios econômicos, como reduções significativas na operação e manutenção da edificação, gerando redução no valor do condomínio e ganhos de produtividade para seus usuários, constituindo um atrativo de venda do bem.

Já a etapa de construção corresponde a uma parcela significativa dos impactos causados pelo setor ao meio ambiente. Podem-se citar, dentre os impactos causados pelos canteiros de obras, as perdas decorrentes dos processos construtivos e a geração de resíduos. (JÚNIOR;MIRANDA; SILVA, 2008).

De acordo com Cardoso, Araújo e Degani (2006), os resíduos advindos das obras são de grande importância devido ao volume gerado, sendo da ordem de 50% do volume total de resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas, bem como pelos problemas ambientais que os mesmos causam ao serem transportados para áreas inadequadas.

Os empreendimentos da construção civil são atualmente um dos maiores causadores de impactos ao meio ambiente. As atividades relacionadas à construção, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental através do consumo

excessivo de recursos naturais e da geração de resíduos. A necessidade de minimização dos impactos ambientais gerados pelas edificações e a difusão dos conceitos de desenvolvimento sustentável levaram o setor a buscar construções com melhor desempenho ambiental.

A construção de edificações, especialmente a vertical, é um setor da indústria da construção civil que gera uma série de aspectos ambientais como: desperdício de materiais; lançamento não monitorado; descarte de recurso renovável; impermeabilização do solo; uso da via pública; supressão da vegetação; rebaixamento do lençol freático; remoção de edificações; impermeabilização do solo; lançamento de fragmentos; emissão de material particulado; consumo e desperdício de água; consumo e desperdício de energia elétrica em todas as fases e etapas do ciclo de vida.

4.0 Indicadores de Desempenho Ambiental utilizados na Construção Civil

4.1. Parâmetros ambientais de uma edificação

A dimensão ambiental refere-se aos impactos da organização nos sistemas naturais, incluindo ecossistemas, solos, ar e água. Os indicadores ambientais abrangem o desempenho relacionado ao consumo de matérias-primas, uso do solo, energia e água, bem como a emissões atmosféricas, o lançamento de efluentes e a disposição de resíduos. (BORBA 2009)

Estes aspectos constituem os campos básicos em que estão centrados os parâmetros ambientais de uma edificação.

A seguir, serão detalhados os aspectos relacionados aos campos básicos das edificações, apresentando os objetivos e as estratégias para alcançá-los, além de alguns dos indicadores utilizados para mensurá-los.

4.1.1 Ocupação do Solo

De maneira geral, as demandas ambientais associadas à ocupação do solo estão relacionadas com as consequências que o espaço construído provoca nos sistemas naturais, não somente pela quantidade de solo ocupado, mas também pela alteração dos processos que a edificação pode ocasionar com a sua presença e com o desenvolvimento de suas próprias atividades, que geram pressões sobre o meio ambiente. O objetivo dos indicadores relacionados à ocupação do solo é avançar em direção à sustentabilidade, a partir de uma estratégia dupla: evitar o consumo de um território novo e recuperar a qualidade ecológica que o terreno tinha antes da construção do edifício, superando-a, inclusive, se o terreno já estava degradado. (BORBA, 2009)

Esse aspecto, mesmo quando observado em relatórios de sustentabilidade de empresas construtoras europeias, ainda é pouco abordado e detalhado, não havendo uma atuação regular quanto aos habitats protegidos ou recuperados, nem tampouco são quantificados os impactos resultantes das atividades das construtoras.

Os indicadores a seguir são baseados nas diretrizes GRI que podem nortear estratégias e medidas para implementar políticas ou atingir objetivos mais sustentáveis:

- a) Localização e extensão dos terrenos em áreas de alto índice de biodiversidade fora das zonas protegidas;

- b) Descrição dos impactos significativos de atividades, produtos e serviços sobre a biodiversidade das áreas protegidas e sobre as áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas;
- c) Estratégias e programas, atuais e futuros, de gestão de impactos na biodiversidade.

4.1.2. Consumo de Água

A água é um dos principais componentes dos sistemas vivos, porque seu ciclo natural é o sistema de transporte material mais importante da biosfera. Diante disso, pode-se dizer que controlar e reduzir seu consumo são exigências indissociáveis da conservação dos sistemas naturais. (BORBA, 2009)

O objetivo referente ao consumo de água na construção civil é reduzir o seu consumo total e reduzir o impacto do seu uso no ciclo natural da água.

São necessárias as seguintes estratégias para o alcance deste objetivo:

- a) Eficiência no consumo – consiste em favorecer a economia de água, através da melhora da eficiência de aparelhos e instalações e redução do consumo no canteiro de obras.
- b) Captação de recursos – Trata-se de aproveitar as águas que circulam pelo próprio edifício, considerando-as como recursos para as suas necessidades, em função das exigências reais de qualidade de cada uso.
- c) Melhora da qualidade da água ao devolvê-la ao meio.

Os indicadores ambientais utilizados para medir esse desempenho ambiental são:

- a) Consumo total de água por fonte;
- b) Recursos hídricos significativamente afetados pelo consumo de água;
- c) Percentagem e volume total de água reciclada e reutilizada.

4.1.3 Consumo de Energia

A energia direta consumida pelas obras é proveniente da energia elétrica que alimenta guias, cremalheiras, elevadores e instalações do escritório de engenharia, entre outros equipamentos. As residências irão utilizar essa mesma distribuição de energia em suas atividades como exemplo: cozimento de alimentos, iluminação e aspectos relacionados ao condicionamento térmico. Como o Brasil possui um sistema único de distribuição de energia elétrica, composto por um mix de energia, não é possível determinar as fontes. Sabe-se que boa parte da energia utilizada na execução de uma edificação é consumida na produção e transporte de materiais. Esse fato é comprovado pela escassez de agregados naturais em torno das grandes cidades. São Paulo é um exemplo de município que enfrenta essa dificuldade, pois o esgotamento das reservas próximas à capital faz com que a areia natural seja transportada a distâncias superiores a 100 km, o que implica enormes consumos de energia e geração de poluição (JOHN, 2008a).

O consumo sistemático de energia de origem fóssil origina uma série de impactos ambientais incompatíveis, no longo prazo, com a sustentabilidade ambiental. Podemos citar também que a energia nuclear, outra alternativa energética, apresenta problemas ambientais muito complexos

O objetivo da sustentabilidade nesse requisito é reduzir o consumo de energia no canteiro de obra e no edifício, como produto final.

Para que esse objetivo seja alcançado, duas estratégias básicas são apresentadas a seguir:

- a) Eficiência Energética – melhora da economia de energia através da eficiência nos fatores determinantes do consumo energético do edifício: a.1) Grau de Isolamento Térmico,

a.2) Eficiência dos aparelhos e instalações

a.3) Adequação do tipo de combustível para cada uso.

b) Aproveitamento das condições locais – Do ponto de vista energético, se beneficiar ao máximo da localidade da edificação para se obter ganhos na economia de energia:

b.1) Iluminação Natural

b.2) Ventilação nos ambientes do canteiro de obra, como os escritórios

b.3) Aproveitamento da radiação solar, através de coletores térmicos e fotovoltaicos.

Os indicadores estabelecidos para o consumo de energia são:

a) Consumo direto de energia, discriminado por fonte de energia primária;

b) Consumo indireto de energia, discriminado por fonte de energia primária;

c) Total de economia de energia com as melhorias na conservação e eficiência;

d) Iniciativas para fornecer produtos e serviços com baixo consumo de energia, ou que usem energia gerada por recursos renováveis, e a redução na necessidade de energia resultante de dessas iniciativas;

e) Iniciativas para reduzir o consumo de energia indireta e as reduções obtidas.

4.1.4 Consumo de Materiais

Estudos mostram que a construção civil consome grande parte dos recursos naturais extraídos no mundo. John (2000) atesta que a indústria é responsável: pelo consumo de 66% da madeira natural extraída no planeta; no Brasil, pelo consumo da ordem de 220 milhões de toneladas de agregados naturais, somente na produção de concreto e argamassas.

O objetivo desta questão ambiental é diminuir os impactos ambientais associados a extração, fabricação e reintegração dos materiais utilizados nos canteiros de obra.

Para as construtoras, as estratégias a serem adotadas são:

a) Eficiência no consumo de materiais:

a.1) Potencialização da durabilidade;

a.2) Utilização de materiais reciclados;

a.3) Potencialização da recuperação/reabilitação;

a.4) Gestão e minimização dos resíduos com vistas à sua reutilização e reciclagem;

a.5) Redução da quantidade de material por unidade de serviço.

b) Consumo de Materiais com melhoria ambiental:

b.1) Utilização de produtos comerciais que preferencialmente diminuam o impacto ambiental durante a extração e fabricação;

b.2) Substituição de sistemas construtivos com maior impacto associado.

Os seguintes indicadores ambientais são utilizados para mensurar e controlar o consumo e descarte de materiais:

a) Materiais utilizados por peso ou por volume;

b) Percentagem de materiais utilizados que são provenientes de reciclagem;

4.1.5 Emissões atmosféricas, lançamento de efluentes e disposição de resíduos

Além da exigência de extração de recursos naturais, a produção de materiais de construção também provoca poluições, como: poeira e CO₂. O processo produtivo do cimento, por exemplo, gera CO₂, que é grande causador do efeito estufa. Para cada tonelada de clínquer produzido, mais de 600 kg de CO₂ são gerados (JOHN, 2008b).

As emissões de gases com efeito estufa, geradas pela indústria da construção civil de forma geral, são principalmente ligadas ao consumo energético, de modo direto, de combustíveis e, de modo indireto, da eletricidade utilizada nas instalações. A utilização de equipamentos nos canteiros de obra tais como: equipamentos de movimentação de solo, de transporte de materiais, gerados entre outros, alimentados a combustível detém a maior parcela de emissões.

Com relação à produção de resíduos, os de construção e demolição (RCD) são os principais gerados, devendo ser separados de acordo com a sua tipologia, reutilizados ou encaminhados para um destino final licenciado, conforme previsto anteriormente na Resolução do CONAMA.

A deposição em aterro deve ser a última opção na gestão de resíduos, procedendo-se, sempre que possível, às operações de reutilização, reciclagem ou outras formas de valorização dos materiais.

Os efluentes lançados pela indústria da construção civil são oriundos das atividades desenvolvidas nas próprias obras, como: produção de peças cerâmicas, de concreto, manuseio do gesso e do cimento, dentre outros. A união desses efluentes com a água pode causar sérios impactos, como a contaminação do lençol freático, por exemplo.

Alguns dos indicadores utilizados nesse campo são:

- a) Emissões totais diretas e indiretas de gases causadores do efeito estufa, por peso;
- b) Descarga total de água, por qualidade e destino;
- c) Iniciativas para reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, assim como as reduções alcançadas;
- d) Quantidade total de resíduos, por tipo e método de eliminação;
- e) Número e volume total de derrames significativos.
- f) Porcentagem de materiais reciclados por m³ de resíduo gerado.

4.2 Indicadores de sustentabilidade do PBQP-H

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) estabelece como requisito para o seu processo de certificação, para os campos de Consumo de Água, Energia e Geração de Resíduos os seguintes indicadores com respectivas medições (Os dados a seguir foram retirados do site do próprio PBQP-H, acessado em 10/01/2014):

4.2.1. Consumo de Água

- a) Ao longo da obra: consumo de água potável no canteiro de obras por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em m³ de água / trabalhador;
- b) Ao final da obra: consumo de água potável no canteiro de obras por m² de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em m³ de água / m² de área construída;

4.2.2. Consumo de Energia

- a) Ao longo da obra: consumo de energia elétrica no canteiro de obras por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em kWh de energia elétrica / trabalhador;

b) Ao final da obra: consumo de energia no canteiro de obras por m² de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em kWh de energia elétrica / m² de área construída.

4.2.3. Geração de Resíduos

a) Ao longo da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo) por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em m³ de resíduos descartados / trabalhador.

b) Ao final da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo) por m² de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em m³ de resíduos descartados / m² de área construída.

4.3. Impactos ambientais da Construção Pesada e da Construção Leve

Na construção pesada, os impactos ambientais apresentam proporções bem maiores do que nas obras residenciais. Na construção leve, os impactos são reduzidos por atingir um ponto específico localizado no meio urbano, onde o atendimento à legislação e às licenças são mais fáceis de serem atendidas.

Em obras pesadas, o raio de ação é maior, uma vez que comumente atravessam vários Municípios. É o caso da construção de adutoras, estradas e linhas de transmissão. Frequentemente, nessas obras há desmatamento e a necessidade de áreas de empréstimo e bota-fora, gerando, assim, maiores impactos para o meio ambiente e para as comunidades do entorno.

Cronograma flexível e canteiro de obras fixo são fatores colaboradores para a implantação e controle dos indicadores ambientais nas edificações de múltiplos pavimentos. As obras de infraestrutura apresentam grandes distâncias da matriz da empresa e período de execução desse tipo de obra é mais curto e por isso há uma maior

dificuldade em se implantarem certos procedimentos e condutas, sejam elas sociais ou ambientais. Observa-se, com esse conjunto de fatores acima analisados, que as empresas que trabalham na área de construção pesada mostram-se mais bem preparadas do que as que atuam apenas na construção leve, no que se refere ao atendimento de exigências ao meio ambiente por sofrerem controles mais rígidos dos órgãos responsáveis.

A Figura 5 ilustra na forma gráfica o melhor entendimento da Indústria da Construção Civil e os seus participantes, diferenciando também as obras pesadas e leves:

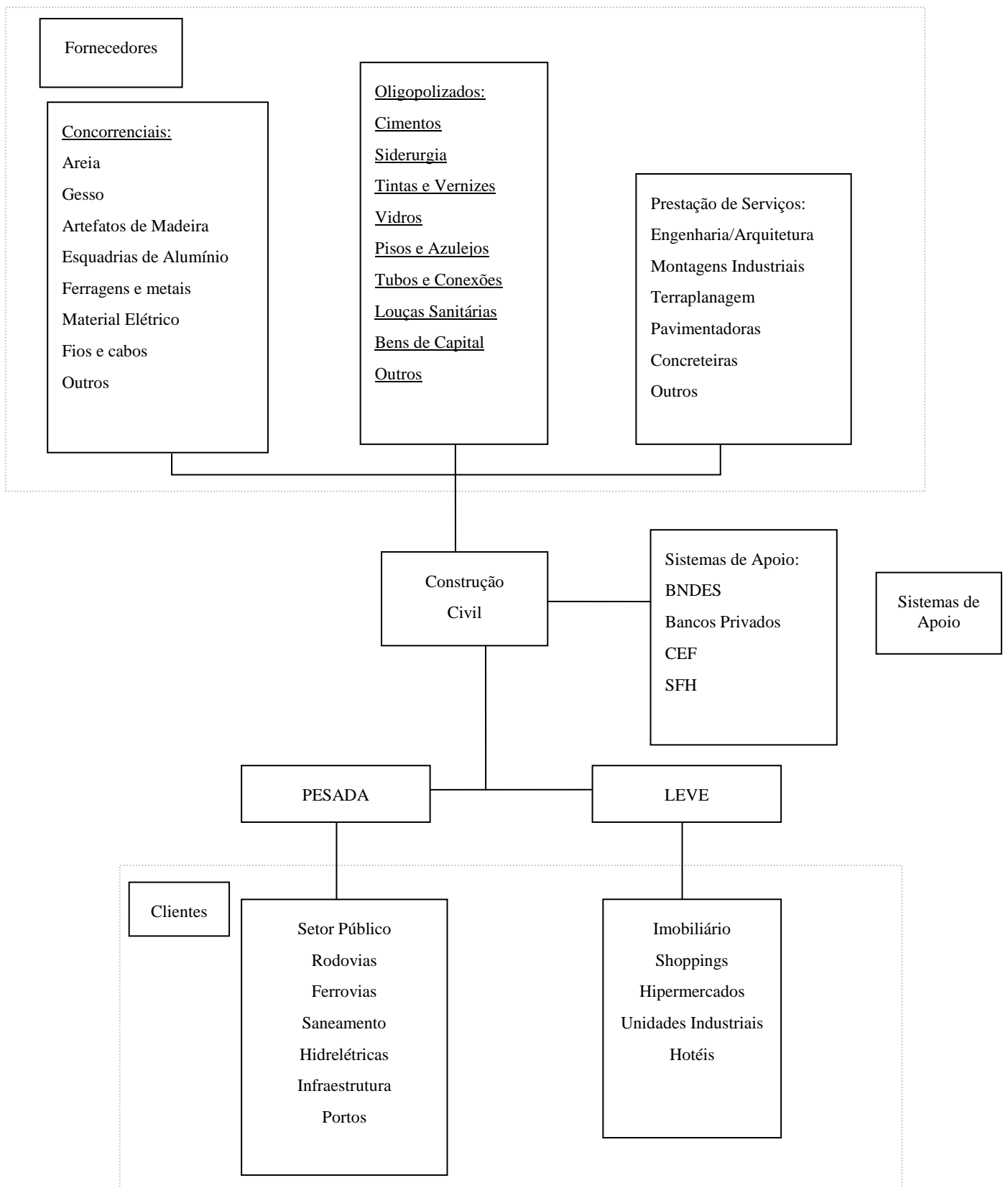


Figura 5 – Cadeia Produtiva da Construção Civil

Fonte: Adaptado BORBA (2009)

5.0 Seleção de alguns Indicadores Ambientais praticados com Êxito

Existem poucos dados disponibilizados no mercado com relação aos indicadores ambientais utilizados por construtoras. Por outro lado, há certa dificuldade de se obter os dados diretamente em consultas às construtoras, principalmente quando estes não são favoráveis. Desta forma neste capítulo serão apresentados os indicadores ambientais utilizados por construtoras reconhecidas e certificadas pelas práticas sustentáveis e pela busca da melhoria contínua no âmbito da preservação do meio ambiente que tem por hábito divulgar seus resultados ambientais.

5.1 Caso A – Indicadores ambientais da Construtora EVEN

Fundamentada por uma cultura organizacional focada no compromisso com a sustentabilidade e por uma gestão operacional e financeira responsável e consistente, a EVEN Construtora e Incorporadora S.A. ocupa hoje uma posição de destaque no mercado brasileiro. É uma das maiores construtoras do país – a 5ª maior, de acordo com o último ranking ITC Net, divulgado em março de 2013 – e a única empresa da construção civil a integrar o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da BM&FBOVESPA, desde 2009. (Homepage EVEN)

A EVEN atua no segmento de empreendimentos residenciais e comerciais, de maneira concentrada nas regiões metropolitanas dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. No segmento residencial, desenvolve produtos desde o nível acessível até o alto padrão, com foco em empreendimentos com valor de unidade acima de R\$ 250 mil.

Todos os dados relatados neste item foram acessados no site da construtora EVEN (http://www.even.com.br/sustentabilidade/ciclo_indicadores.html, em 15/01/2014).

A prática de monitoramento de indicadores ambientais utilizados pela construtora EVEN permite o controle de todo o consumo de água, energia, combustível, geração e disposição de resíduos e emissão de Gases de Efeito Estufa.

O cálculo do consumo é feito por metro quadrado em andamento, em todas as praças em que atua. Dessa forma, garante-se a comparabilidade do consumo entre as obras independentemente do porte de cada empreendimento. O volume de materiais utilizados a cada ano varia em decorrência do número e da etapa das obras.

A seguir são apresentados os indicadores estabelecidos e monitorados pela construtora EVEN:

A) Áreas degradadas ou remediadas

A construtora analisada dispõe de um banco de dados com os terrenos (*landbank*). Através de análises ambientais pode-se obter os dados a respeito da contaminação dos terrenos. É utilizado como indicador ambiental a porcentagem dos terrenos que apresentam algum grau de contaminação e se há necessidade ou não de intervenção e remediação.

Essas áreas são submetidas a processos de remediação para serem totalmente reabilitadas para seu uso e ocupação sem risco, devidamente aprovados pelos órgãos competentes quando necessário.

B) Consumo de água

A água utilizada em todas as obras da construtora analisada é obtida por meio da rede de concessionárias. O volume de água utilizado é medido ao longo das obras e busca-se a redução do seu uso. O controle da evolução da redução do uso de água é apresentado através de gráficos de m³ de água /ano (Figura 6), m³ de água/m² de área em andamento (Tabela 5) e consumo de água por fase e método construtivo (Tabelas 6 e 7):

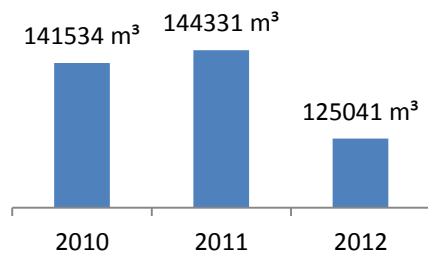


Figura 6 – Gráfico de Consumo de Água anual

Fonte: EVEN

Método Construtivo	Consumo (m³)	Área em andamento (m²)	índice (m³/m²)
Estrutura Convencional - Residencial	2.961.113,89	371.226,63	7,98
Estrutura Convencional - Comercial	243.132,29	76.964,53	3,16
Alvenaria Estrutural - Residencial	1.029.545,40	99.858,86	10,31
Pré-Moldado - Residencial	30.020,48	16.588,96	1,81

Tabela 5 – Tabela de Consumo de Água por área em andamento

Fonte: EVEN

Método Construtivo:	Estrutura Convencional
Fases	Água Concessionária (m³/m²)
Fundação	0,14
Estrutura	0,24
Alvenaria e Revestimentos	0,49
Instalações	0,36

Tabela 6 – Consumo de água utilizada em Estrutura Convencional

Fonte: EVEN

Método Construtivo:	Estrutura Estrutural
Fases	Água Concessionária (m3/m2)
Fundação	0,14
Estrutura	0,23
Alvenaria, Revestimentos e Instalações	0,23

Tabela 7 – Consumo de água utilizada em Estrutura Estrutural

Fonte: EVEN

Além de quantificar a retirada de água de acordo com sua fonte, a Construtora identifica os corpos d'água consideravelmente afetados por esse consumo. É realizado o levantamento do consumo das obras nas grandes cidades e o mapeamento de suas fontes hídricas, conforme indicado na Tabela 8:

Bacia Hidrográfica	Vazão m³/s	Consumo Construtora (m³)	Volume Médio Anual (m³)	Representatividade%
Guandu	43	14.180	1.356.048.000	0,001%
Guarapiranga	33	43.058	1.040.688.000	0,004%
Cantareira	13,8	55.319	435.196.800	0,013%
Rio das Velhas	320	5.270	10.091.520.000	0,00005%
Itupararanga	39,12	6.532	1.233.688.320	0,001%

Tabela 8 – Corpos d'água afetados pelo consumo de água

Fonte: EVEN

Através destes indicadores ambientais utilizados, verifica-se que a Construtora não impactou significativamente nenhum corpo d'água.

As obras adotam um sistema de lava-rodas e reutilizam a água para lavagem de pisos e garagens e rega de jardins, entre outras finalidades. Porém, não foi possível quantificar o total de água reutilizada. Essa medição está em fase de estudo e deverá ser implantada nos próximos anos.

C) Consumo de Energia

Através de medidas de economia implantadas nas unidades e canteiros de obra da Construtora, o consumo de energia vem sendo reduzido ao longo dos anos. Como o Brasil é composto por diversas fontes de energia, não é possível especificá-las. Assim como no Consumo de Água, os indicadores ambientais para o controle da redução do consumo de energia é apresentado através de gráficos anuais (Figura 7) e por área em andamento (Tabela 9), conforme a seguir:

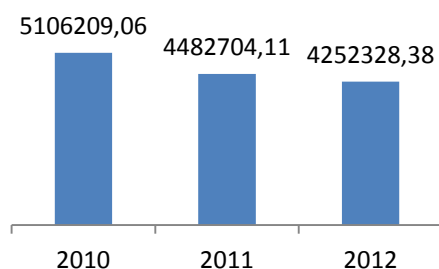


Figura 7 – Gráfico de Consumo de Energia (kWh) anual

Fonte: EVEN

Método Construtivo	kWh	Área em andamento (m ²)	índice (kWh/m ²)
Estrutura Convencional - Residencial	3.474.959,76	371.226,63	9,36
Estrutura Convencional - Comercial	200.733,02	76.964,53	2,61
Alvenaria Estrutural - Residencial	553.923,98	99.858,86	5,55
Pré-Moldado - Residencial	36.074,30	16.588,96	2,17

Tabela 9 – Consumo de energia por área em andamento

Fonte: EVEN

A energia indireta consumida pelas obras é proveniente do diesel e do biodiesel usados como fonte de combustíveis para diferentes máquinas e equipamentos e também proveniente do gás natural, utilizado para o aquecimento dos chuveiros nos alojamentos.

A partir destes indicadores, é possível para a Construtora estabelecer metas de economia de energia direta para as operações nas obras: 5% do consumo por fase de obra, de acordo com as Tabelas 10 e 11:

Método Construtivo:	Estrutura Convencional
Fases	(kWh/m ²)
Fundação	2,44
Estrutura	9,29
Alvenaria e Revestimentos	13,32
Instalações	19,49

Tabela 10 – Consumo de energia em Estrutura Convencional

Fonte: EVEN

Método Construtivo:	Alvenaria Estrutural
Fases	(kWh/m ²)
Fundação	2,57
Estrutura	6,42
Alvenaria, Revestimentos e Instalações	7,52

Tabela 11 – Tabela de Consumo de energia em Estrutura Estrutural

Fonte: EVEN

Para reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), são realizados estudos sobre adquirir energia direta de fontes limpas (eólica, biomassa), os quais estão em processo de estudo, não sendo possível a medição de resultados.

D) Gestão de Materiais

Os materiais mais utilizados nos canteiros de obra são: aço, argamassa, brita reciclada, alumínio, areia, blocos, peças cerâmicas, cimento, concreto, kits porta pronta, pedra britada, madeira e vidro. Todos esses materiais monitorados e mensalmente os resultados dos materiais comprados são encaminhados para a área de Sustentabilidade da Construtora. (Site da Construtora).

O indicador utilizado para o monitoramento é a quantidade utilizada mensalmente e dependendo do material é medida em toneladas, metros cúbicos, metros quadrados, unidade e sacos.

Para que os fornecedores passem a considerar a possibilidade de utilizar processos produtivos menos poluentes, acrescentando um percentual de materiais recicláveis no produto final, é necessária capacitação da cadeia produtiva, assim como engajamento e sensibilização para as questões ambientais. Porém, muitos fornecedores não utilizam materiais reciclados no seu processo produtivo pelo receio de haver alteração na qualidade do produto final.

A Tabela 12 mostra o indicador ambiental utilizado pela Construtora para o controle do percentual dos materiais usados provenientes de reciclagem, de acordo com o seu fornecedor:

Material	Fornecedor	% reciclado
Aço	Gerdau	62%
	Arcelor Mittal	73%
Alumínio	Alcoa	80%
Argamassa	Vollary	100%
Brita Reciclada	Lufan	100%
Bloco de Concreto	Glasser	1%
	Portital	3%
Cerâmica/Azulejo	Cecrisa	11%
	Incefra	100%
	Atlas	6%

Cimento	Inter cement	39%
	Polimix	33%
	Votorantim	63%
Concreto (todos os FCK's)	Inter cement	3%
	Engemix	2%
	Polimix	4%
	Supermix	3%
Kit Porta Pronta	Randa	Reflorestamento (Selo FSC)
	Madepal	Reflorestamento (Selo FSC)
Madeiras serradas	Gasômetro	Reflorestamento
	Empório da Madeira	Reflorestamento

Tabela 12 - Percentual de materiais reciclados por Fornecedor

Fonte: EVEN

E) Gestão de Resíduos

Em razão do uso intenso de materiais em seu processo produtivo, o setor de construção gera resíduos em grandes quantidades. Em 2012, a EVEN gerou mais de 65 mil toneladas de resíduos. Nos canteiros de obras, é feita a separação dos resíduos por tipo: gesso, entulho (alvenaria e concreto), misturados ou mix (que são destinados a aterros sanitários), madeira e recicláveis. A Figura 8 apresenta os indicadores utilizados para monitoramento da geração de resíduos e seus valores no ano de 2012 e a Figura 9 apresenta o índice de resíduo mix, com sua referente meta.

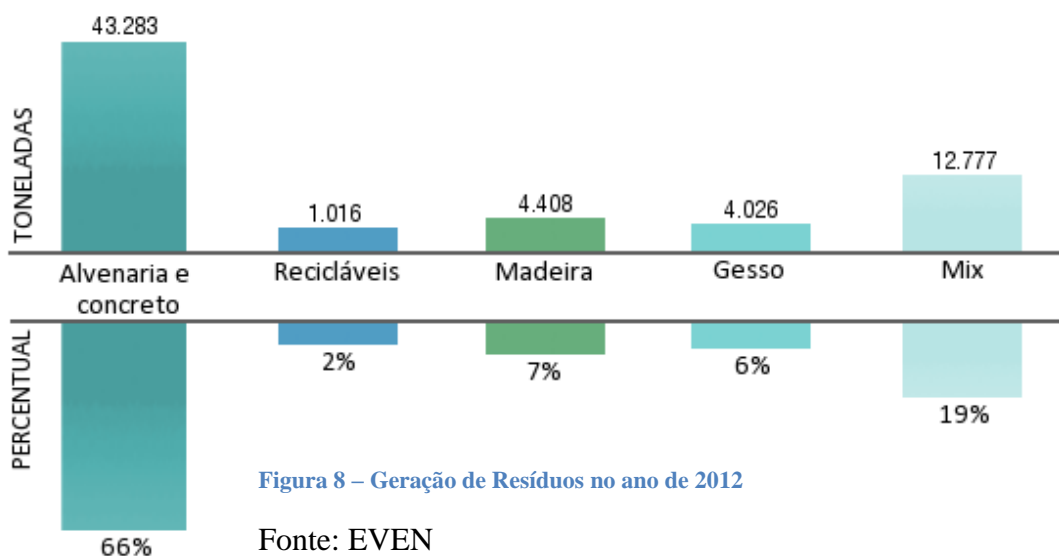


Figura 8 – Geração de Resíduos no ano de 2012

Fonte: EVEN

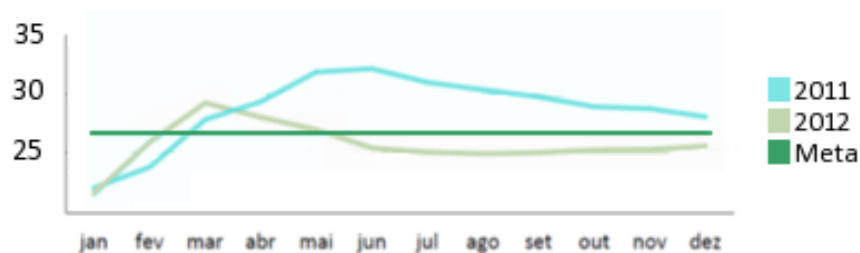


Figura 9 – Índice de resíduo mix (acumulativo) – kg/m²

Fonte: EVEN

Para cumprir seu compromisso com a Sustentabilidade, a construtora está sempre em busca de alternativas para a gestão de seus resíduos. Um de seus principais focos é a questão da logística reversa, ou seja, o envio dos resíduos sólidos às empresas fornecedoras de materiais, para que elas os reaproveitem em seu ciclo de produção.

Em 2012, a empresa ampliou os projetos de logística reversa para os materiais com maior volume de geração (restos de blocos de concreto) e maior desafio de destinação/aproveitamento (gesso), antecipando-se à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O projeto de reciclagem de gesso atingiu 25% do total de resíduos do material gerado no segundo semestre de 2012. O total reciclado foi de 558,4 toneladas. Como na composição de cimento são utilizados, em média, 5% de gesso, a quantidade enviada para reciclagem na indústria cimenteira permitiu produzir 11.167 toneladas de cimento. Para se ter uma ideia da importância desse volume de reciclagem, essa quantidade de cimento corresponde a 71% do total de cimento consumido pela construtora em suas obras. Apesar de o ganho econômico desse processo não ser tão representativo a curto prazo (R\$ 3.334,47), ele mostra que é possível uma empresa desenvolver projetos de logística reversa sem comprometer seus custos.

Em parceria com empresa de aparas São Paulo, a construtora alterou o seu sistema de gestão de resíduos para materiais recicláveis, substituindo as caçambas por receptores de resíduos recicláveis, o que facilita a coleta dos sacos de cimento e o seu envio para reciclagem. Desde abril de 2012, todas as obras em São Paulo utilizam sacos de rafia de 1 m³ (*big bags*) para a retirada desses resíduos, de modo a evitar o desperdício dos materiais e o envio para aterros sanitários, além de aumentar o valor agregado dos sacos de cimento descartados.

Com isso, foi enviado 76% dos resíduos para reciclagem, ante 71% em 2011, cumprindo a meta estabelecida para o ano. Para o ano de 2013, a meta proposta pela construtora foi de atingir 80%. A Figura 10 apresenta os indicadores ambientais utilizados para o monitoramento e controle dos materiais desviados de aterro.

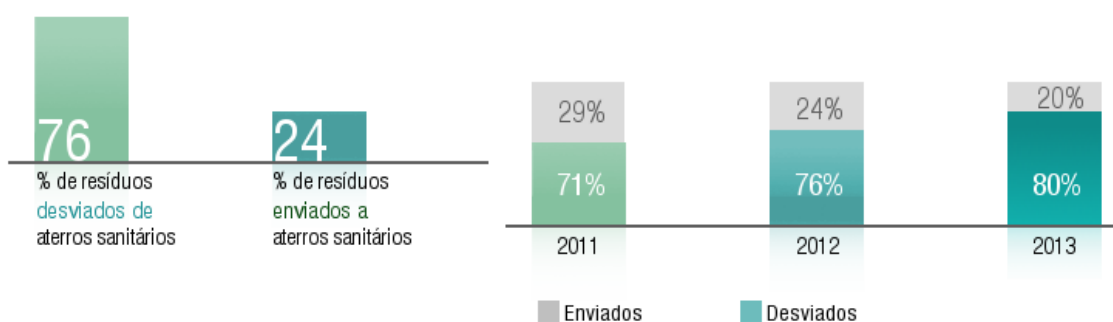


Figura 10 – Desvio de material de aterros sanitários

Fonte: EVEN

F) Emissão de Carbono

A EVEN foi a primeira construtora brasileira a publicar e divulgar um inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Esse trabalho envolveu a apuração de dados, levantamento de informações e um mapeamento dos processos da empresa e dos fatores de emissão que caracterizam a cadeia, incluindo todas as instalações e fontes de emissão da empresa no país.

O inventário de carbono da construtora segue os padrões do Greenhouse Gas Protocol (GHG), a ferramenta mais utilizada em todo o mundo para quantificar e gerenciar emissões, e também da norma ISO 14064-1, que estabelece regras e padrões para a elaboração do inventário. O cálculo contempla as emissões em três escopos: I) emissões diretas da companhia; II) emissões indiretas da energia adquirida; e III) emissões indiretas das atividades que ocorrem fora da empresa, como a produção da matéria-prima pelos fornecedores. O escopo III é o de maior impacto no inventário, correspondente a 98% das emissões, justamente em razão das atividades dos fornecedores.

Com a aferição dos fatores de emissão dos fornecedores, o inventário da EEVEN de 2012 apresentou uma redução de 3,3 % em relação ao ano anterior. O trabalho foi realizado em conjunto com a área de Custos e Planejamento e cobriu mais de 70 obras, o equivalente a 1.800.000,000 m² construídos e/ou em construção. O índice em 2012 foi de 172,13 kg CO₂e/m².

O índice de emissões por tipo de empreendimento foi calculado a partir da média de emissões geradas por área construída entregue, conforme indica a Tabela 13. Na Tabela 14 são apresentadas as emissões totais por escopo e na Tabela 15 é apresentado o Escopo 3 detalhado.

Método Construtivo	m ² entregues em 2012	Índice kgCO ₂ e/m ²	tCO ₂ e
Estrutura Convencional	398.135,45	173,12	68.924,90
Alvenaria estrutural	175.259,29	167,97	29.437,94
Comerciais	108.024,32	169,56	18.316,16
Pré-moldados	39.908,70	138,01	5.507,80

Tabela 13 – Índice de emissões por tipo de empreendimento

Fonte: EVEN

Escopo	Emissões totais tCO2e
Escopo I	1.120,11
Escopo II	354,38
Escopo III	122.688,16

Tabela 14 – Emissões totais por escopo

Fonte: EVEN

Execução de serviços nas obras	122.186,80
Viagens Aéreas	181,33
Resíduos Sólidos da Operação	320,03

Tabela 15 – Emissões do escopo 3 detalhado

Fonte: EVEN

5.2 Caso B - Indicadores ambientais da Construtora ODEBRECHT

A Odebrecht é uma organização de origem brasileira composta por negócios diversificados, com atuação e padrão de qualidade globais. Por meio de suas empresas líderes, a Odebrecht atinge os setores de Engenharia e Construção, Investimentos em Infraestrutura e Energia, Indústria e Instituições Auxiliares. A Odebrecht Realizações Imobiliárias (OR) é o grupo responsável por desenvolver projetos residenciais, empresariais, comerciais e de turismo. Com a marca Bairro Novo, atua no segmento econômico, atendendo famílias com renda de 0 a 10 salários mínimos e em parcerias público-privadas para a construção de grandes bairros planejados.

Os dados aqui dispostos foram obtidos em contato direto com a empresa, através de e-mails trocados com o Setor de Qualidade da Obra Porto Atlântico, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

A Tabela 16 exhibe os indicadores ambientais utilizados pela construtora, e a seguir o detalhamento de suas medições:

INDICADOR	MÉTODO	META	julho	agosto	setembro
IRG - Índice de Resíduo Gerado	m ³ resíduo/ trabalhador	-	35	43	67
ICA- Índice de Consumo de Água	m ³ de água / trabalhador	-	21	26	25
ICE- Índice de Consumo de Energia	kWh de energia / trabalhador	-	77	73	68
IRDA - Índice de Resíduo Desviado de Aterro	Reciclados / m ³ de resíduo gerado	≥ 75%	88%	93%	96%

Tabela 16 – Indicadores Ambientais utilizados na Obra Porto Atlântico

Fonte: Setor de Qualidade da Obra – Odebrecht Realizações Imobiliárias

a) IRG: É o cálculo de todos os resíduos gerados na obra, medidos por mês através dos Manifestos de Resíduos. Os dados dos manifestos são lançados em planilhas, separado por tipo de resíduo, gerando o total de resíduo em m³/ mês. Depois entra-se em contato com o setor de Recursos Humanos para obter-se a quantidade de trabalhadores na obra no mês e então tem-se o indicador m³ de resíduo/trabalhador. Não foi traçada ainda uma meta pois a obra em execução está no começo e não tem-se um parâmetro a seguir. Com o avanço da obra e a obtenção de novos dados a cada mês, poderão ser traçadas metas baseadas nestes novos dados afim de atingir uma redução nos indicadores;

b) ICA: É o cálculo da quantidade de água consumida por mês na obra. Os dados são obtidos com o setor de Suprimentos da obra, que fornece a quantidade de

caminhões pipa e também com o setor Financeiro que é responsável pelo pagamento das contas, com o objetivo de somar também aquilo que é consumido através da concessionária. Os dois dados são somados (em m³) e divididos posteriormente pela quantidade de trabalhador no mês. A meta ainda não foi definida pelos mesmos critérios citados acima no IRG.

c) ICE: É o cálculo total de energia consumida por mês. Os dados referentes à quantidade de combustível comprada (em KWh) são também obtidos com o setor de Suprimentos da obra e com o setor responsável pelo pagamento das contas é obtida a quantidade de energia fornecida pela concessionária (também em KWh). Divide-se também pela quantidade de trabalhador no mês. As metas serão obtidas ao longo da obra, onde serão obtidos parâmetros para comparação e tomadas medidas afim da redução dos consumos.

d) IRDA: É a soma do total de resíduos que foram reciclados dividido pelo total de reciclados somados aos desviados para o aterro. (Nessa conta não entram os resíduos que não podem ser reciclados como solo, fossa séptica, etc). A meta é reciclar mais de 75% daquilo que é gerado, pois a Construtora possui a Certificação LEED, a qual traça essa meta a ser atingida.

5.3 Caso C – Indicadores Ambientais da Construtora GAFISA

A Gafisa S.A. é uma empresa brasileira do mercado de construção e incorporação, com foco no mercado residencial, que atua em diversos segmentos por meio das suas marcas: Gafisa, Tenda e AlphaVille. A Gafisa incorpora e constrói apartamentos de médio e alto padrão, a Construtora Tenda atua no segmento econômico e a Alphaville em

loteamentos de alto padrão. Atualmente, está presente em mais de 40 cidades em 18 estados, com mais de 980 empreendimentos entregues, o que representa mais de 11 milhões de metros quadrados construídos no país.

A companhia encara a contribuição para preservar os recursos naturais não apenas como dever, mas como uma medida fundamental para a valorização da sua marca e de seus negócios. O cuidado se traduz através de iniciativas como pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e processos que tem como objetivo eliminar e reduzir os impactos ambientais. Na adoção de medidas ambientalmente corretas, identifica também um diferencial mercadológico, em razão da preocupação crescente dos consumidores com preceitos ecológicos e da preferência por empreendimentos que permitam um maior contato com a natureza. (<http://www.gafisa.com.br/sobre/responsabilidade-social>, em 10/02/2014).

A construtora não disponibiliza em seu endereço eletrônico alguma sessão referente à sustentabilidade, ou seja, não é possível ter acesso a números mais precisos de seus indicadores utilizados e a forma como são medidos. Porém, em seu Relatório Anual de 2010, a construtora disponibiliza de forma bem sintética alguns indicadores que norteiam as medidas sustentáveis tomadas em suas obras para redução dos impactos ambientais causados, conforme apresentado a seguir:

- a) Indicadores de Consumo de Água;
- b) Indicadores de Consumo de Energia;
- c) Indicadores de Gestão de Resíduos;
- d) Indicadores de Utilização de Materiais.

A apresentação destes indicadores foi baseada na iniciativa em destaque da empresa, o Eldorado Business Tower, localizado na cidade de São Paulo. A construtora mantém

uma preocupação constante com os possíveis impactos ambientais de suas atividades. A construção deste empreendimento, concluído em 2009, é um grande exemplo da seriedade com que a construtora encara a questão ambiental. O Eldorado Business Tower detém da certificação Green Building, concedida pelo Leadership Environmental & Energy Design (LEED). Dentre os diversos resultados ambientais do empreendimento, podem-se destacar os seguintes:

- a) 33% de economia no consumo de água potável;
- b) 18% de economia no consumo de energia;
- c) 74% de todo resíduo gerado na obra foi desviado para aterros;
- d) 30% de todo material empregado é de origem reciclada;
- e) 50% de todo material adquirido é de origem local;
- f) 95% de toda madeira utilizada é certificada pelo FSC (Forest Stewardship Council).

5.4 Caso D - Indicadores Ambientais da Construtora ANDRADE GUTIERREZ

O Grupo Andrade Gutierrez posiciona-se como um dos maiores conglomerados de infraestrutura na América Latina, atuante no Brasil e no exterior. Fundada em 1948, em Belo Horizonte (Minas Gerais), a Andrade Gutierrez tem reconhecida expertise no segmento de construção pesada e colhe os resultados dos bem-sucedidos investimentos nas áreas de Concessões e Telecomunicações, duas frentes em que decidiu apostar, com a diversificação dos negócios, iniciada na década de 1990.

A gestão do desempenho socioambiental e dos impactos ambientais e socioeconômicos da atuação da ANDRADE GUTIERREZ é orientada por processos e procedimentos que formam o Sistema de Gestão Ambiental e Responsabilidade Social, parte integrante

do SGI. Desde 2011, faz parte da agenda uma série de processos de sustentabilidade desenvolvidos a partir de um projeto corporativo que identificou as melhores práticas mundiais em gestão socioambiental e incorporou-as à gestão da Construtora. Para garantir que as operações estejam de acordo com os processos definidos no SGI, a Andrade Gutierrez realiza auditorias internas pelo menos uma vez por ano em todas as suas obras e escritórios, além das auditorias externas pelo órgão certificador. Entre os auditores estão funcionários da AG e consultores externos independentes.

O levantamento de aspectos e impactos ambientais é a base do gerenciamento das questões ambientais e sociais da obra, e serve para a determinação de todos os requisitos legais aplicáveis à obra, garantindo o pleno atendimento à legislação municipal, estadual, federal e, quando aplicável, internacional e de clientes.

Além das definições de critérios de controle, monitoramento e minimização dos impactos apresentadas no planejamento das obras, são implementados procedimentos operacionais relativos a cada impacto significativo identificado. Os funcionários cujas atividades tenham influência sobre os impactos são treinados periodicamente nos padrões corporativos e operacionais para garantir a eficácia dos controles definidos.

O processo de gestão dos aspectos e impactos ambientais é monitorado mensalmente via sistema por meio de indicadores corporativos e indicadores específicos de cada obra. Para os resultados dos indicadores que não atendam à meta ou apresentem tendência desfavorável, são determinadas ações corretivas e preventivas, respectivamente, para garantir as necessidades e expectativas das partes interessadas das obras.

Os dados apresentados neste item foram obtidos diretamente no site da construtora(<http://www.agsa.com.br/arquivos/ra/desempenho-socioambiental.html>, acessado em

02/02/2014). A seguir serão apresentados os indicadores ambientais utilizados pela ANDRADE GUITIERREZ:

A) Mudanças Climáticas e redução de emissões de gases de efeito estufa.

Comprometida com a gestão de emissões de gases de efeito estufa formalmente desde 2009, pela adesão à Carta Aberta ao Brasil sobre Mudanças Climáticas, a Construtora amadurece a cada ano o sistema de gestão e aprimora o monitoramento das emissões para uma economia de baixo carbono. As empresas signatárias da Carta criaram um grupo denominado Fórum Clima, mediado pelo Instituto Ethos, cujo objetivo é disseminar boas práticas de redução de emissões de GEE e atuar na formulação e regulamentação de políticas públicas sobre mudanças do clima. Como resultado dos seminários e discussões sobre mudanças climáticas realizados por esse grupo, foi aberto um canal de diálogo permanente com o Ministério do Meio Ambiente, possibilitando um trabalho de harmonização das políticas nacional e estaduais sobre o tema e tem os seguintes compromissos firmados:

- a) Publicar anualmente o inventário das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de nossas empresas, bem como as ações para mitigação de emissões e adaptação às mudanças climáticas.
- b) Incluir como orientação estratégica no processo decisório de investimentos a escolha de opções que promovam a redução das emissões de GEE nos nossos processos, produtos e serviços.
- c) Buscar a redução contínua de emissões específicas de GEE e do balanço líquido de emissões de CO₂ de nossas empresas por meio de ações de redução direta das emissões em nossos processos de produção, investimentos em captura e

sequestro de carbono e/ou apoio às ações de redução de emissões por desmatamento e degradação.

d) Atuar junto à cadeia de suprimentos, visando à redução de emissões de fornecedores e clientes.

e) Engajar-se junto ao governo, à sociedade civil e aos nossos setores de atuação, no esforço de compreensão dos impactos das mudanças climáticas nas regiões onde atuamos e das respectivas ações de adaptação.

A seguir a Tabela 17 apresentará os números dos indicadores utilizados pela construtora para monitoramento e controle das emissões de Gases de Efeito Estufa:

Unidades	Emissões Diretas (tCO2e)	Emissões Indiretas (tCO2e)	Outras Emissões Indiretas (tCO2e)	Renovável (tCO2e)	Desmatamento (tCO2e)	Reflorestamento (tCO2e)
	Fontes não renováveis	Consumo de energia elétrica	Fontes não renováveis			
Brasil	107.290,46	603,73	2.847.971,76	11.351,65	1.261.202,91	156,74
Demais países da América Latina	13.665,85 ;	201,39	112.461,60	0	2.679,20	3.447.244,58
Total geral	120.956,31	805,12	2.960.433,36	11.351,65	1.263.882,11	3.447.401,32

Tabela 17 – Emissões de Gases de Efeito Estufa em 2012

Fonte: ANDRADE GUITIERREZ

B) Uso de Materiais

A Construtora elaborou, em 2012, estudo sobre os materiais que utiliza. Considerando a análise de Quantidade e Valor, foram identificados os mais significativos. Entre estes, apenas a madeira é renovável. A Tabela 18 apresenta os indicadores de consumo de material utilizados.

TIPO	Peso	Unidade
AÇO*	1.296.674,00	t
BRITA	1.118.538,62	m ³
CIMENTO*	175.141.090,00	kg
CONCRETO*	4.415.446,00	m ³
MADEIRA	103.433,24	m ³
AREIA	666.314,60	m ³

Tabela 18 – Consumo de Materiais em 2012

Fonte: ANDRADE GUITIERREZ

Nota 1: Materiais indicados por (*) são materiais diretos usados.

Nota 2: Volumes de madeira, brita e areia não contabilizam volumes das obras fora do Brasil, por não utilizarem sistema corporativo da área de Suprimentos

C) Consumo de Energia

A Andrade Gutierrez monitora, por meio de indicadores específicos de seu Sistema de Gestão Ambiental, a redução do consumo de energia tanto das frentes de serviço quanto do canteiro administrativo e das áreas de vivência.

O Índice de Redução de Consumo de Energia Elétrica avalia a porcentagem de Redução do Consumo de Recursos Naturais nas obras, comparado com o consumo previsto.

No ano de 2012, o Índice de Redução do Consumo de Recursos Naturais relativo à Energia Elétrica foi de 15% (6,58 TJ) em relação ao previsto, superando a meta estabelecida, que propunha a redução de consumo de 10% em relação ao previsto. Tal índice, e os demais descritos, é detalhado pela Unidade em seus Objetivos e Metas do ano. As campanhas corporativas, e aquelas proativamente executadas nas obras, para a conscientização do consumo de energia são ações a serem considerados como contribuintes para essa redução; além da determinação cada vez mais assertiva de previsão de consumo pelas obras, que se baseiam em históricos de consumo, histograma de atividades do projeto e especificação técnica de consumo dos equipamentos

utilizados. A Tabela 19 apresenta os indicadores de consumo de energia direta, por tipo de fonte primária.

Tipo de Fonte Primária	Consumo (m³)	Terajoules
Álcool	18,55	0,41
Biodiesel	2.681,46	88,49
Diesel	50.484,39	50.484,39
Gasolina	10.613,91	341,77
Total	63.798,31	63.798,31

Tabela 19 – Consumo de Energia Direta

Fonte: ANDRADE GUITIERREZ

A construtora contribui ainda para a redução do consumo de energia ao atuar na construção de empreendimentos que reduzem a dependência de combustíveis fósseis, como usinas hidrelétricas, ferrovias, linhas de metrô e adequações em refinarias do setor petroquímico. Boa parte das obras da Construtora em andamento enquadra-se nessas categorias. Internamente, ela estimula a redução de custos e energia através da maior utilização de videoconferências e consequente redução em viagens a negócios; em 2012, houve um aumento de 203% nas reuniões via videoconferência em relação ao executado em 2011, equivalendo a 1.994 reuniões executadas remotamente, deixando de emitir aproximadamente 300 toneladas de CO₂. Além desse resultado, a construtora vem aprimorando sua gestão para realizar o monitoramento específico da redução do consumo de energia indireta das demais fontes.

D) Consumo de Água e Efluentes

A Construtora Andrade Gutierrez monitora os efluentes líquidos nas obras de que participa, como responsável ou em consórcio com outras empresas, segundo diretrizes e informações de um Padrão de Sistema desenvolvido para este fim. O responsável de meio ambiente da obra assegura a implementação do Padrão, que orienta as Unidades a desenvolver todas as ações necessárias ao bom gerenciamento dos efluentes e identificar oportunidades para prevenir ou reduzir a geração de água residuária de qualquer tipo.

Para alcançar o objetivo, o Padrão sugere o uso eficiente da água para reduzir o volume de efluente gerado; a modificação de processos, incluindo a minimização do uso de materiais perigosos para reduzir a carga de poluentes que exigem tratamento; e, quando necessário, a aplicação de técnicas de tratamento de efluentes para reduzir ainda mais a carga de contaminantes antes do lançamento.

Dependendo da localização das obras, o consumo de água pode ocorrer de três maneiras distintas: da rede pública de fornecimento de água (geralmente em obras dentro de áreas urbanas), consumo de água subterrânea e consumo de água superficial. O processo de tratamento é simples e gerenciado por meio de um procedimento corporativo.

Nos casos de exploração de água subterrânea ou superficial, a construtora realiza estudos de capacidade e recarga do corpo hídrico e protocola solicitações de outorga junto aos órgãos competentes. Para consumo humano, a construtora realiza tratamento específico e análises periódicas de potabilidade segundo os requisitos legais aplicáveis.

Assim como na gestão do consumo de água, a emissão de efluentes líquidos sempre é realizada após a liberação de outorgas e outras autorizações ambientais concedidas pelos órgãos competentes.

Durante o processo de planejamento do sistema de gestão ambiental das obras, a construtora realiza uma caracterização de todos os efluentes líquidos que serão gerados durante as fases dos empreendimentos.

São identificadas as fontes geradoras e definidos os métodos de tratamento, bem como o monitoramento de parâmetros para atendimento à legislação local de descarte dos efluentes tratados. Além disso, é definido o tipo de manutenção a ser realizado no sistema, de modo a garantir sua eficiência e correta operação. Todo o processo é padronizado e implantado nas obras por meio de um procedimento corporativo. A Tabela 20 apresenta a composição dos efluentes emitidos pela empresa em 2012.

Método de Tratamento	Volume (m³)
Lagoa anaeróbia rasa	143.829,00
Tratamento centralizado aeróbio	135.796,50
Reator anaeróbio	126.176,40
Sistema séptico	102.192,30
Digestor anaeróbio para lodo	27.877,50
Lagoa anaeróbia profunda (> 2m)	22.061,70
Outros	2.853,90
Total	560.787,30

Tabela 20 – Composição de efluentes emitidos em 2012

Fonte: ANDRADE GUITIERREZ

E) Gestão de Resíduos

Um Padrão do Sistema de Gestão Integrada da Andrade Gutierrez estabelece as diretrizes e informações necessárias à gestão dos resíduos sólidos em suas unidades, garantindo que tais materiais sejam manipulados, tratados e destinados corretamente.

Outros objetivos são a redução do volume produzido e a identificação de oportunidades de prevenção à geração.

O controle dos resíduos sólidos da Unidade, desde a geração até a destinação final, deve abordar no mínimo os seguintes itens:

- a) Fontes geradoras;
- b) Classificação;
- c) Quantificação;
- d) Infraestrutura na Unidade;
- e) Infraestrutura disponível na região do entorno;
- f) Sistemática de coleta;
- g) Armazenamento, tratamento e disposição final;
- h) Registro, monitoramento e controle.

A disposição final é orientada por diretrizes corporativas, baseadas nas determinações da Resolução CONAMA 307/02 e ABNT NBR 10.004. Além disso, o responsável da área de Meio Ambiente deve certificar-se de que o estabelecimento que receberá os resíduos possua licença ambiental válida para tal atividade.

São desenvolvidas ações de conscientização e capacitação para os funcionários e eles são estimulados a sugerir melhorias para a gestão de resíduos sólidos. A Tabela 21 apresenta os indicadores ambientais utilizados para a gestão dos resíduos, no que diz respeito à destinação e tratamento.

Destinação/Tratamento		Classe A (t)	Classe B (t)	Classe C (t)	Classe D (t)	Total (t)
Aterro Sanitário		-	5.260,08	-	-	5.260,08
Aterro Industrial		-	39,35	45.800,16	-	45.839,51
Aterro de Resíduos Inertes		2.723.708,21	-	-	-	2.723.708,21
Aterro de Resíduos Perigosos		-	-	-	93,14	93,14
Tratamento Específico		0	525,87	12,23	249,67	787,77
Incineração		-	-	-	343,82	343,82
Reaproveitamento	Reciclagem	128,58	6.510,69	-	393,82	7033,1
	Reutilização	84.015.466,89	4.103,44	0	-	84.019.570,33
	Compostagem	-	554,76	-	-	554,76
	Coprocessamento	-	-	-	335,9	335,9
	Reaproveitamento Total	84.015.595,47	11.168,89	0	729,72	84.027.494,08
Total de Resíduo Gerado		86.739.303,68	16.994,20	45.812,39	1.416,35	86.803.526,61
% Reaproveitamento						96,80%

Tabela 21 – Destinação e Tratamento dos resíduos separados por sua Classe

Fonte: ANDRADE GUITIERREZ

F) Emissões Atmosféricas

As principais emissões da construtora são relacionadas à operação de equipamentos da empresa para a execução dos serviços. Para tanto, a empresa dispõe de um procedimento corporativo que sistematiza a gestão das emissões, com o objetivo de reduzir ao máximo os impactos e incômodos devida à emissão desses gases. Periodicamente, os equipamentos passam por inspeções e manutenção preventiva para garantir o correto funcionamento, além do monitoramento do Índice de Fumaça Preta por meio da Escala Ringelmann.

As vias nas quais os equipamentos operam são umectadas periodicamente para evitar a emissão de material particulado, garantindo assim o conforto da comunidade.

Além disso, há a constante preocupação da empresa em renovar sua frota de equipamentos, com o objetivo de trabalhar com equipamentos de alta tecnologia, que causem menos impactos ambientais (menor ruído e maior eficiência energética) e garantam maior conforto e segurança aos operadores.

Devido ao consumo de gasolina, diesel e etanol combustível, há emissão de óxido de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (COV) e para diesel há também a emissão de monóxido de enxofre (SO), tanto de veículos quanto de equipamentos. A Tabela 22 apresenta os indicadores utilizados para monitorar as emissões significativas.

Combustível	SOx (kg)	NOx (kg)	COV (kg)	CO (kg)
Gasolina	112,79	66.481,11	227.173,26	1.386.495,75
Álcool	NA	66,04	86,59	410,93
Diesel	21.347,05	924.066,19	131.427,68	624.854,07
Total	21.459,84	990.613,34	358.687,53	2.011.760,75

Tabela 22 – Emissão de NOx, SOx e outras emissões significativas

Fonte: ANDRADE GUITIERREZ

6.0 Conclusões

A definição de indicadores que sejam apropriados à gestão ambiental de obras de construção civil necessariamente deve ser abrangente ao conceito de sustentabilidade.

A construção civil é uma indústria cujo crescimento está associado ao crescimento e desenvolvimento do próprio homem e do ambiente em que este habita e utiliza. Sem o crescimento da indústria da construção não há desenvolvimento. Dessa forma, entendendo que a sustentabilidade tem a ver com as ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações humanas e que estas ações devam cobrir questões sociais,

energéticas e ambientais pode-se concluir que os indicadores ambientais atualmente praticados ainda não estão indo ao encontro da sustentabilidade. Os indicadores atualmente utilizados são voltados principalmente à questão ambiental. Uma empresa ambientalmente correta será aquela que também terá seus olhos para a responsabilidade social.

Do levantamento efetuado junto a construtoras e na revisão bibliográfica pesquisada constatou-se que existem poucas informações no mercado a respeito dos indicadores ambientais utilizados em obras de construção civil e também certa dificuldade em obtê-los junto às construtoras, pois uma vez que estes não são favoráveis, há um embaraço para sua divulgação. Mesmo assim, percebeu-se uma grande evolução na Gestão Ambiental das empresas em comparação com alguns anos atrás. Ainda há muito que evoluir neste campo, como por exemplo de se obter uma padronização dos indicadores ambientais utilizados pelas construtoras, como são medidos e monitorados e a sua posterior divulgação. A evolução necessária neste campo diz respeito também à quantidade de construtoras que conseguem estabelecer de maneira satisfatória um Sistema de Gestão Ambiental, que atualmente é restrito praticamente às grandes construtoras do mercado e que mesmo assim ainda tem grandes dificuldades na medição de tais indicadores.

É de suma importância que órgãos competentes e instituições como, por exemplo, o Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon) e o Sindicato Nacional da Construção Pesada, promovam ações que visem tal padronização da medição e monitoramento dos indicadores ambientais nas obras e que haja uma maior fiscalização através das Certificações e “Selos Verdes” para que a utilização dos indicadores seja efetivamente atendida. É essencial a atuação do Governo no âmbito da sustentabilidade

na construção civil através de estímulos para as construtoras atingirem níveis maiores em suas gestões ambientais, como por exemplo, através do PBQP-H.

Dos indicadores ambientais identificados junto às construtoras pesquisadas são destacados e apresentados na Tabela 23 a seguir apresentada, aqueles com maior clareza de leitura e facilidade de implantação e monitoramento:

	Indicador 1	Indicador 2
Consumo de água	m ³ água / trabalhador	m ³ água / m ²
Consumo de energia	kWh energia / trabalhador	kWh energia / m ²
Consumo de materiais	% de materiais provenientes de reciclagem	Quantidade de material utilizado (peso ou volume)
Gestão de resíduos	Reciclados / m ³ de resíduo gerado	m ³ resíduo / trabalhador
Ocupação do solo	% de terrenos que apresentam contaminação	Ações para remediação das contaminações
Emissão de carbono	kg CO ₂ / m ²	

Tabela 23 – Quadro Resumo dos Indicadores Ambientais praticados com êxito

Para futuros trabalhos, a sugestão é de aprofundar a pesquisa dos indicadores de sustentabilidade junto a outras construtoras e estabelecer um manual que seja disponibilizado às construtoras para facilitar a implantação destes indicadores que hoje representa grande dificuldade para definição e principalmente para medição e monitoramento.

7.1 Bibliografia

BARDELLA, P. S.; CAMARINI, G.. **Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil**. In: III Seminário Internacional de Ciência e Tecnologia na América Latina – A Universidade como Promotora do Desenvolvimento Sustentável, 2006. Campinas, SP. Anais... Campinas: Unicamp, 2006.

Berliner, C. & Brimson, J.A.(1988). Cost management for today's advanced manufacturing: the CAM-I conceptual design. Harvard Business School, Boston, 1988.

BORBA, Ana Emília de Oliveira (2009). Proposta de indicadores de sustentabilidade para a Construção Civil. Dissertação de pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade de Pernambuco. Escola Politécnica de Pernambuco, 2009.

BOURDEAU, L. **Environment and Building in France**, CIB w82 Comission Meeting, 1996.

CARDIM, A. **Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – aportaciones al análisis de los inventários del ciclo de vida del cemento**. 2001. 317f. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, 2001.

CASSA, José Clodoaldo da Silva; CARNEIRO, Alex Pires; BRUM, Irineu Antônio Schadach. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

Chandler, A.D. (1977). The Visible Hand: Managerial Revolution in American Business. Harvard University Press, Boston, 1977.

COSTA, D. B. **Diretrizes para a concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas de construção civil**. 2003. 174 f.

CSILLAG, Diana. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil. p 117. São Paulo, 2007.

De Rolt, M. I. P. (1998). O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

EDWARDS, S.; BENNETT, P. **Construction products and life cycle thinking, sustainable building** – Independent Journal on Building and Environment, Industry and Environment – UNEP, V 26 N 2-3, P57-6, abril e setembro, 2003.

FRANCE, André Luiz Rua (2013). **Diretrizes da Sustentabilidade nas Edificações e as Certificações**. Projeto de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. Departamento de Construção Civil, 2013.

Gil, A.L. (1992). *Qualidade total nas organizações*. São Paulo: Atlas, 1992.

HARRINGTON, H. J., A implementação da ISO 14000: como atualizar o SGA com eficácia / H. James Harrington, Alan Knight; tradução de Fernanda Góes Barroso, Jerusa Gonçalves de Araujo; revisão técnica Luis César G. de Araujo. – São Paulo: Atlas, 2001.

JOHN, V.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliar. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos.htm>.

JÚNIOR, Luiz Priori; MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosembach; SILVA, José Jéferson Rêgo. **Diretrizes para Redução e Reutilização de Resíduos Sólidos Gerados em Canteiros de Obra**. Congresso Internacional de Tecnologia Aplicada para Arquitetura e Engenharia Sustentáveis – CITAES. Recife, 2008.

Keegan, D.P.; Eiler, R.G.; Jones, C.R.(1989). Are your performances obsolete? *Management Accounting Research*, London, v. 1, n. 2, p. 45-50, Junho 1989.

LIBRELOTTO, L. I. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA): aplicação no setor de edificações**. 2005. 335f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP-UFSC), Florianópolis, 2005.

Lynch, R.L. & Cross, K.F.(1995). *Measure Up: Yardstick for Continuous Improvement*. 2ª ed., Blackwell Business, Cambridge, 1995.

MARTOS, Henry Lesjak ; MAIA, Nilson Borlina (1997). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba : Divisão de Sistema e Documentação Campus Luiz de Queiroz/ USP.

Neely, A. (1999). The Performance Measurement Revolution: why now and what next? *International Journal of Operation & Production Management*, Bradford, v.20, n.2, p.205-228, 1999.

OHASHI, E. A. M.; MELHADO, S. B. A importância dos indicadores de desempenho nas empresas construtoras e incorporadoras com certificação ISO 9001:2000. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ENTAC**, 10º, São Paulo, 2004.

Oliveira, M.; Lantelme, E.M.V.; Formoso, C.T. Sistema de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil: manual de utilização. SEBRAE, Porto Alegre, 1995.

SCHERER, Sistema de Gestão Ambiental – Guia Geral sobre Princípios Sistemas e Técnicas de Apoio. Manual de apoio da Empresa IGARAS Papéis e Embalagens S.A. 1996.

SILVA, Vanessa Gomes da (2000). Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. **Qualidade na Construção** : Sinduscon – SP. São Paulo, n° 25, pp 14-22, ano III.

Sink, D.S. & Tuttle, T.C. (1993). *Planejamento e medição para performance*. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1993.

SOUZA, Cristiane Mansur Moraes et alii (2000). Programa de indicadores Sócio-Ambientais : avaliação do índice de sustentabilidade de Blumenau. *Dynamis : Revista Tecno-Científica*. Blumenau, n° 30,v. 8, pp. 81-95, janeiro/ março.

VALLE, C. E. Qualidade ambiental: ISO 14000: Editora Senac São Paulo, 2002.

7.2 Referências Eletrônicas

<http://www.ambiente.maiadigital.pt/ambiente/indicadores/o-que-sao-indicadores-de-sustentabilidade/> - Acessado em 10/11/2013

<http://www.sustentabilidadecorporativa.com/2009/11/sustentabilidade-na-construcao-civil.html> – Acessado em 10/11/2013

<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/180/anexo/modulo1.pdf> - Acessado em 17/11/2013

http://www.suapesquisa.com/o_que_e/iso_14000.htm – Acessado em 19/11/2013

http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_residuos_solidos.pdf - Acessado em 26/11/2013

<http://www.sinduscon-rio.com.br/> - Acessado em 26/11/2013

<http://www.sinicon.org.br/> - Acessado em 27/11/2013

http://www.even.com.br/sustentabilidade/ciclo_gestao.html - Acessado em 26/01/2014

http://www.even.com.br/sustentabilidade/ciclo_indicadores.html - Acessado em 26/01/2014

http://www.even.com.br/sustentabilidade/ciclo_emissoes.html - Acessado em 26/01/2014

<http://www.aerj.net.br/> - Acessado em 28/01/2014

<http://www.apeop.org.br/> - Acessado em 28/01/2014

<http://www.agsa.com.br/arquivos/ra/desempenho-socioambiental.html> – Acessado em 02/02/2014

<http://www.gafisa.com.br/sobre/responsabilidade-social> – Acessado em 10/02/2014

<http://www.orealizacoes.com.br/Quem-Somos.aspx> - Acessado em 17/02/2014.

<http://www.fdc.org.br/blogspacodialogo/Lists/Postagens/Post.aspx?ID=270> – Acessado em 17/02/2014

