JACIRA MARIA GIMENEZ GUASTI

DIRETRIZES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS: ESTUDO DE CASO DO EDIFÍCIO MARECHAL ADHEMAR DE QUEIROZ

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Gestão. Área de concentração: Sistemas de Gestão pelo Meio Ambiente.

Orientador: Eduardo Linhares Qualharini, D.Sc.

Niterói
2008

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

JACIRA MARIA GIMENEZ GUASTI

DIRETRIZES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS: ESTUDO DE CASO DO EDIFÍCIO MARECHAL ADHEMAR DE QUEIROZ

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Gestão. Área de concentração: Sistemas de Gestão pelo Meio Ambiente.

Aprovado em 07 de julho de 2008

.

BANCA EXAMINADORA

_____

_____

_____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças para seguir o meu caminho.

Aos meus pais, Djalma e Maria, que sempre acreditaram em mim.

A meu marido, Marcio, pelo seu amor e compreensão.

Aos meus filhos, Pedro, Paulo e Matheus, pelo carinho que sempre me dedicaram.

Ao meu amigo, Antonio Martins, que me incentivou no estudo do tema.

Às amigas, Joyce e Vanessa, que ajudaram na pesquisa.

Aos profissionais, Chediek e Pourchet, que forneceram informações e dados.

Aos meus amigos, que não permitiram que eu desistisse da jornada.

Ao meu orientador, Eduardo Qualharini, pelos momentos importantes na condução e orientação seguras para realização deste trabalho e pela tranqüilidade e simplicidade em transmitir seus conhecimentos.

Você não sabe o quanto caminhei,
pra chegar até aqui...
A vida ensina e o tempo traz o tom
Pra nascer uma canção
Com a fé do dia-a-dia encontrar solução
Toni Garrido / Lazão / Da Gama / Bino

RESUMO

Esta pesquisa insere-se na temática da sustentabilidade, propondo-se, através de metodologia aplicada e qualitativa, estabelecer diretrizes que possam permitir uma futura avaliação ambiental do edifício-sede da Petrobras, utilizando, como base, o Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios, desenvolvido pelos profissionais da UNICAMP, pautado nas dimensões ambiental, social e econômica. Das análises realizadas, identificou-se a carência de indicadores ambientais na gestão ambiental quanto a aspectos de sustentabilidade, apesar das melhorias, já implantadas, em sistemas e instalações que otimizaram o uso de recursos. Nas considerações finais, foram apresentadas sugestões pautadas na ecoeficiência técnica e de gestão ambiental, contribuindo para o estado da arte do edifício sustentável e para a continuação da pesquisa.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Desempenho ambiental. Gestão ambiental.

ABSTRACT

Sustainability is part of the issue of this research, which proposes, trough a qualitative and applied methodology, to establish guidelines that could allow a future environmental assessment of the building-headquarters of Petrobras, using as a basis the National Programme for the Evaluation of Environmental Impact of Buildings, developed by professionals of UNICAMP, based on the environmental, social and economical dimensions. From the analyses done, lack of environmental indicators in environmental management on issues of sustainability could have been identified, in spite of improvements, already deployed systems and installations, optimizing the use of resources. In closing comments were made suggestions based on technical ecoefficiency and environmental management, contributing to the state of the art of sustainable building and for the continuation of the search.

Keywords: Sustainability. Environmental performance. Environmental management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E QUADROS

Quadro 1	Aplicações da avaliação de edifícios e vantagens oferecidas segundo o método para avaliação ambiental de edifícios, de acordo com o método do Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de edifícios (BRAiE).....	32
Figura 1	Dimensões da Responsabilidade Empresarial	33
Figura 2	Estrutura temática para organização dos indicadores (quantitativos e qualitativos) propostos no Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE)	38
Figura 3	Ciclo do Emprendimento considerado no Programa BRAiE	39
Figura 4	Vista aérea do EDISE, ilustrando a ocupação do seu terreno e sua distância em relação às demais construções	43
Figura 5	Exemplos de dois jardins internos do EDISE	44
Figura 6	Fachada do EDISE, mostrando os *brise-soleils*	46
Figura 7	Painéis termossolares com 100m^2 de área, instalados na cobertura do EDISE	54
Figura 8	Resultado da avaliação de sustentabilidade do EDISE gerado pelo Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE)	62
Figura 9	Indicadores ambientais encontrados nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação do EDISE.	63
Figura 10	Indicadores sociais encontrados nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação do EDISE	65
Figura 11	Indicadores econômicos encontrados nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação do EDISE	66
Figura 12	Diretrizes para Gestão Ambiental	68
Figura 13	Diretrizes para uma futura avaliação ambiental do EDISE	70
Figura 14	O PDCA da Gerência das Diretrizes e da Gerência da Rotina	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Escala para atribuição de estrelas, conforme pontuação de bônus obtida	41
Tabela 2	Escala para atribuição de Índices de Sustentabilidade, conforme pontuação obtida.	41
Tabela 3	Principais características arquitetônicas do EDISE	44
Tabela 4	Melhorias obtidas com a reforma na Central de Água Gelada do EDISE	53
Tabela 5	Economia de energia no consumo do sistema de ar condicionado	54
Tabela 6	Economia de energia consumida pelo sistema de iluminação obtida com a reforma no 6º pavimento do EDISE.	55
Tabela 7	Média de produção nos últimos três anos e a economia obtida com a venda lixo seco reciclável no EDISE	56
Tabela 8	Média dos últimos três anos de volume total produzido e destino final de resíduos não recicláveis, lâmpadas fluorescentes e óleo combustível usado no EDISE	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNH	Banco Nacional de Habitação
BRAiE	Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios
BRE	*Building Research Establishment*, Reino Unido
BREEAM –	*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*
BTU	*British Thermal Unit* (unidade térmica britânica)
CAG	Central de Água Gelada
CAR	*Cambridge Architectural Research*
CFC	gás Cloro-Fluor-Carboneto
CIB	International Council for Research and Innovation in Building and Construction
CICE	Comissão Interna de Conservação Energia
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COMCICE	Comitê de Coordenação das Comissões Internas de Conservação de Energia
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO_2	Dióxido de carbono
CPD	Centro de Processamento de Dados
CPIII –	Cimento Portland tipo III
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
CV	Cavalo Vapor
EDISE	Edifício Sede da Petrobras
GABS	*Global Alliance for Sustainable Building*
GBC	*Green Building Challenge*
GD	Gestão das Diretrizes
GR	Gestão da Rotina
IETC	*International Environmental Technology Centre*
ISO	*International Organization for Standardization*
kV	Quilovolt
kVA	Quilovolt-ampere
kW	Quilowatt
LCA	*Life-Cycle Analysis* (Análise do Ciclo de Vida - ACV)
LEED	*Leadership in Energy and Environmental Design*
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MVA	Megavolt-ampere
MWh	Megawatt-hora
NBR	Norma Brasileira Registrada
ONU	Organização das Nações Unidas
PCA	Programa de Conservação de Água
PDCA	*Plan – do – check – act* (planejar – executar – verificar – agir)
PEL	Plano de Emergência Local
PGR	Plano de Gerenciamento de Resíduo
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
R$	Real
SB	*Sustainable Building*
SGA	Sistema de Gestão Ambiental

SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SSPC	Sistema de Supervisão e Controle Predial
T	Tonelada
TR	Toneladas de Refrigeração
UNCED	*United Nations Conference on Environment and Development* (Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento)
UNEP	*United Nations Environment Programme*
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USGBC	*United States Green Building Council*
UR	Unidade de refrigeração
WCED –	*World Commission on Environment and Development*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA 12
1.1.1 Desenvolvimento sustentável e Agenda 21 13
1.1.2 A mudança de paradigmas 14
1.1.3 O estado da arte do Edifício Sustentável 15
1.1.4 A importância estratégica da avaliação de edifícios 16
1.2 A SITUAÇÃO-PROBLEMA VINCULADA AO PRESENTE TRABALHO 17
1.3 OBJETIVO 19
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA 19
2 REVISÃO DE LITERATURA 20
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 20
2.1.1 A evolução do conceito de sustentabilidade 20
2.1.2 A aplicação do conceito na construção civil 24
2.1.3 Os sistemas de avaliação de sustentabilidade das edificações 27
2.1.4 A avaliação do estoque construído 30
2.1.5 O gerenciamento ambiental empresarial 32
3 METODOLOGIA CIENTÍFICA 36
3.1 TIPO, MÉTODO E ESTRATÉGIA METODOLÓGICA 36
3.1.1 Estratégia de estudo 36
3.2 INSTRUMENTOS DE PESQUISA 37
3.3 SOBRE O PROGRAMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE EDIFÍCIOS (BRAiE) 37
4 ESTUDO DE CASO 42
4.1 O EDIFÍCIO SEDE DA PETROBRAS 42
4.1.1 Histórico e características do edifício sede da Petrobras 42
4.1.1.1 Projeto arquitetônico 43
4.1.1.2 Serviços e utilidades 46
4.1.2 Intervenções realizadas no edifício sede da Petrobras 51
4.1.2.1 Sistema de climatização 51
4.1.2.2 Sistema de aquecimento da água 54
4.1.2.3 Sistema elétrico 54
4.1.2.4 Sistema de água potável 55
4.1.2.5 Sistema de coleta seletiva e reciclagem do lixo 55
4.1.2.6 Acessibilidade 56
4.2 DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO EDIFÍCIO-SEDE DA PETROBRAS – EDISE 57
4.2.1 Análise da metodologia escolhida 57
4.2.2 Aderência dos dados coletados aos requisitos do programa 60
4.2.3 Diretrizes para uma futura avaliação do EDISE 67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 80
5.1 CRÍTICAS 83
5.2 SUGESTÕES 85
REFERÊNCIAS 86
ANEXO 90

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O modelo de desenvolvimento econômico-social, fundado na percepção de que os recursos naturais eram intermináveis, resultou em desequilíbrio, poluição e escassez de recursos. O desenvolvimento é fundamental, mas deve considerar a capacidade suporte dos ecossistemas e os seus limites, ou seja, o desenvolvimento deve ser capaz, além de incorporar critérios de sustentabilidade, de conciliar as respostas às necessidades do momento em que se vive com o direito à vida, com qualidade, das gerações que se sucedem. Nesse aspecto, sustentabilidade ocorre quando a velocidade da agressão ambiental causada pelo Homem é menor do que a velocidade com que a natureza consegue reagir para compensar esses danos. A relação entre essas velocidades é um índice de ecoeficiência, que se contrapõe à metodologia de cálculo da eficiência econômica clássica, em que os problemas sociais e ambientais são considerados com custo zero (CREA, 2001).

Assim, a construção da sustentabilidade requer uma profunda mudança do paradigma de desenvolvimento dominante e dos modelos de produção e consumo. Esta mudança acentuou-se, em princípio, nos países desenvolvidos. O preço do desenvolvimento às custas da destruição de recursos naturais dos próprios territórios e, mais tarde, em escala global, levaram os países desenvolvidos a adotarem uma agenda em relação à sustentabilidade centrada na dimensão ambiental.

Entretanto, os países em desenvolvimento têm longos caminhos a percorrer, uma vez que as necessidades de redução da desigualdade social e econômica se juntam à necessidade fundamental de equilíbrio entre o custo e o benefício ambiental, envolvidos nas ações para o crescimento dos mesmos. Essa busca do equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável é descrita em função da chamada *"triple bottom line"*, composto por três macro temas do desenvolvimento sustentável, interligando as dimensões ambiental, social e econômica.

A dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável requer o equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso de tais recursos de forma a permitir que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável. A *dimensão social* requer o desenvolvimento de sociedades justas, que proporcionem oportunidades de desenvolvimento

humano e um nível aceitável de qualidade de vida. A dimensão econômica, por sua vez, requer um sistema econômico que facilite o acesso a recursos e oportunidades e o aumento de prosperidade para todos, dentro dos limites do que é ecologicamente possível e sem ferir os diretos humanos básicos (CIB/UNEP-IETC, 2002).

1.1.1 Desenvolvimento sustentável e Agenda 21

Sem dúvida, o final dos anos 60 e início dos 70 foi um período de intensa reflexão sobre as relações entre meio ambiente e crescimento econômico. Publicações chamaram a atenção para o uso indiscriminado dos recursos naturais pelo homem, apontando para o crescimento populacional e danos ambientais de um desenvolvimento baseado no pilar econômico, frente às limitações ambientais em nível local e global.

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em 1972 em Estocolmo, as questões ambientais foram foco dos debates. Em 1987, a *World Commission on Environment and Development (WCED*[1]*)* apresentou a definição de desenvolvimento sustentável que se tornaria clássica: "Desenvolvimento econômico e social que atenda às necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender a suas próprias necessidades" (BRUNTLAND, 1987).

As preocupações crescentes com as questões ambientais levaram à definição de metas ambientais nas convenções globais a partir dos anos 80, como as de Montreal (1987) e do Rio de Janeiro (1992). A meta do desenvolvimento sustentável, que já permeava nas políticas nacionais de países desenvolvidos, ganhou comprometimento e reconhecimento global vinte anos depois da reunião em Estocolmo, com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (*United Nations Conference on Environment and Development* - UNCED[2]) realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

Nesta ocasião, foi consenso entre 179 países participantes que as estratégias de desenvolvimento sustentável deveriam integrar aspectos ambientais em planos e políticas de desenvolvimento. Acordaram pela construção de um plano de ação global para o século seguinte, que estabelecia uma visão de longo prazo para o equilíbrio do desenvolvimento

---

1 Também conhecida como Comissão Brundtland, em menção a Gro Harlem Brundtland, coordenadora dos trabalhos e então Primeira-Ministra da Noruega.
2 Também comumente referida como Earth Summit e ECO'92.

econômico, social e ambiental – a Agenda 21, uma agenda para mudança. Além da Agenda 21, outros acordos também foram firmados: a Declaração do Rio, a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, a Convenção sobre a Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas.

1.1.2 A mudança de paradigmas

Romper o círculo vicioso da produção, que destrói o meio ambiente e exclui grande parte da sociedade dos benefícios, prejudicando, ainda, as gerações futuras e promover um círculo virtuoso, em que a produção se faz observando critérios de conservação ambiental duradouros e melhora progressiva nos padrões de repartição dos benefícios são premissas básicas para o desenvolvimento sustentável. Ao conceber e aprovar a Agenda 21, a comunidade internacional assumiu compromissos com a mudança da matriz de desenvolvimento no Século XXI. A indissociabilidade entre os fatores sociais e ambientais, e a necessidade de que a degradação do meio ambiente seja enfrentada, juntamente com o problema mundial da pobreza, são questões que rompem com o modelo do desenvolvimento dominante, em que predomina o aspecto econômico.

A Agenda 21 Global aborda, entre outros assuntos, a mudança dos padrões de consumo, com estímulo à eficiência no uso da energia e dos recursos naturais renováveis; a redução do volume de energia e dos materiais utilizados por unidade na produção de bens e serviços, assim como, a difusão das tecnologias ambientalmente corretas, de grande importância para a mitigação dos impactos ambientais negativos.

Outro ponto importante da Agenda 21 é a redução da geração de resíduos e o estímulo à reciclagem, seja ao nível dos processos industriais, seja em relação aos produtos consumidos, a exemplo da redução do desperdício na embalagem dos produtos, e da introdução de novos produtos com requisitos ambientalmente saudáveis e, principalmente, com ações de educação ambiental, onde a forma de esclarecimento, simples e direto, leva a população à escolha de produtos que não agridem o meio ambiente (MMA, 1992).

1.1.3 O estado da arte do Edifício Sustentável

A indústria da construção civil representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Atividades de construção, uso, reparo, manutenção e demolição consomem recursos e geram resíduos em proporções que, em muito, superam a maioria das outras atividades econômicas. Assim, o setor de construção tem uma importância significativa no atendimento das metas de desenvolvimento sustentável para qualquer país. Somente no Brasil, os resíduos das atividades de construção e demolição correspondem a quase à metade dos resíduos sólidos municipais (PINTO, 1999). O reconhecimento da relevância do setor da construção civil, para o alcance de metas ambientais estipuladas na agenda 21, traduz-se na busca por uma construção sustentável. A concepção da construção sustentável implica na abordagem holística do projeto, construção e operação do empreendimento.

BRE; CAR; ECLIPSE (2002 apud SILVA, 2003, p. 4), definem construção sustentável como o compromisso com:

(a) Sustentabilidade econômica: aumentar a lucratividade e crescimento, através do uso mais eficiente de recursos, incluindo mão de obra, materiais, água e energia.

(b) Sustentabilidade ambiental: evitar efeitos perigosos e potencialmente irreversíveis no ambiente, através de uso cuidadoso de recursos naturais, minimização de resíduos, e proteção e, quando possível, melhoria do ambiente.

(c) Sustentabilidade social: responder às necessidades de pessoas e grupos sociais envolvidos em qualquer estágio do processo de construção (do planejamento à demolição), provendo alta satisfação do cliente e do usuário, e trabalhando estreitamente com clientes, fornecedores, funcionários e comunidades locais.

Segundo Silva (2003), a construção sustentável busca o equilíbrio entre a viabilidade econômica que mantém as atividades e negócios, as limitações do ambiente e as necessidades da sociedade. No entendimento da autora, a construção, quando sustentável, fornece mais valor, polui menos, ajuda no uso sustentado de recursos, responde mais efetivamente às partes interessadas e melhora a qualidade de vida presente, sem comprometer o futuro.

Florim (2004) considera que, na construção sustentável, a eficiência, além de ter o sentido econômico, precisa ampliar o sentido social, por representar uma questão de competitividade, cuja solução poderá ser a ecoeficiência, por ser um instrumento do desenvolvimento sustentável, que está impondo um novo estilo de gerenciamento ambiental ao mundo.

A área de construção sustentável não se encontra consolidada internacionalmente, com exceção possível no tema eficiência energética, não obstante o crescente número de regulamentações para novas construções sustentáveis, nos países desenvolvidos. O estado da arte mostra, claramente, que o tema construção sustentável é complexo e que a importação de soluções ou a generalização de soluções simplificadas, em um país diversificado em termos de disponibilidade de matérias primas, culturas e climas, não é adequada. O foco internacional de construção sustentável está na dimensão ambiental da sustentabilidade e, neste aspecto, itens importantes da agenda brasileira, como o combate ao desperdício e durabilidade, não são considerados (FINEP, 2007). Na visão de Silva (2003), uma redução considerável dos impactos ambientais da construção civil, assim como a maximização de seu potencial de criação de valor e desenvolvimento social, podem ser obtidas pela implementação de políticas consistentes e, especificamente, orientadas para o setor.

O alcance das exigências normativas é limitado à garantia de um desempenho mínimo, não havendo incentivo para procurar atender a patamares superiores. Uma política que adote sistemas de avaliação e classificação do desempenho ambiental e da sustentabilidade de edifícios impulsionará a elevação do padrão ambiental, seja por comprometimento voluntário das empresas, seja por questão de competitividade e diferenciação mercadológica.

1.1.4 A importância estratégica da avaliação de edifícios

A necessidade de avaliação do desempenho ambiental de edifícios surgiu quando, nos países desenvolvidos, o conceito ecológico foi introduzido nos projetos arquitetônicos. Apesar da mudança na concepção construtiva, as construções “verdes” (*green buildings*) não garantiam a eficiência energética, pois muitos edifícios projetados, utilizando os conceitos de construção ecológica, freqüentemente consumiam ainda mais energia que aqueles resultantes de práticas comuns de projeto e construção (WEDDING; CRAWFORD-BROWN, 2007).

Originalmente desenvolvido na esfera de avaliação de impactos de produtos, o conceito de análise do ciclo de vida (ACV) forneceu a base conceitual para o desenvolvimento das metodologias para avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90 na Europa, nos EUA e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas a partir da Rio 92. Todos estes métodos partilhavam o objetivo de encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de

desempenho ambiental, provendo avaliações ora detalhadas, para o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção no estoque construído, ora simplificadas, para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para edifícios (SILVA, 2000).

Em 2000, foi realizada a primeira conferência internacional *Sustainable Building* (SB 2000) em Maastricht, Holanda, que ressaltou o desafio do edifício verde, num esforço colaborativo internacional para desenvolver uma ferramenta ambiental de avaliação, o *Green Building Challenge* (GBC), que refletisse as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e até mesmo valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país. Na *Sustainable Building* 2002, que ocorreu em Oslo na Noruega, houve a apresentação de edifícios já avaliados por esta ferramenta. Quando na *Rio+10*, realizada em 2002, em Johanesburgo, África do Sul, foi criada a *Global Alliance for Building Sustainability initiative* (GABS), o foco do trabalho da GABS era fortalecer parcerias entre fabricantes, legisladores e profissionais, para promover a participação na aprendizagem entre as muitas partes envolvidas.

Em 2005, foi realizada a *Sustainable Building* 2005 (SB2005) em Tókio, Japão, primeira mega-cidade do continente asiático a realizar a conferência. A SB05 teve como lema "Ação para o Desenvolvimento Sustentável", incentivando a prática da aplicação dos resultados de idéias e de tecnologias, que foram desenvolvidas até aquele momento. Os padrões internacionais de eficiência ambiental no setor da construção civil foram se elevando gradativamente e algumas instituições passaram a atrelar a concessão de financiamentos de projetos aos resultados de avaliações ambientais. Com isso, várias foram as iniciativas relacionadas ao desenvolvimento de metodologias de avaliação de edifícios em diversos países. No Brasil, a estratégia para implementação da pesquisa em avaliação ambiental de edifícios centra-se no Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), desenvolvido por profissionais da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), com o apoio do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP) (SILVA, 2003).

1.2 A SITUAÇÃO-PROBLEMA VINCULADA AO PRESENTE TRABALHO

A Agenda 21 consolida a idéia de que o desenvolvimento e a conservação dos recursos naturais devem constituir um binômio indissolúvel, onde a ruptura do padrão

tradicional do crescimento econômico promova padrões de consumo e produção que reduzam as pressões ambientais e atendam às necessidades básicas da humanidade. Devem, ainda, desenvolver a compreensão de consumo a níveis sustentáveis, com direito de usufruto da vida em ambiente saudável pelas gerações futuras.

No Brasil, as mudanças nos padrões de consumo exigem uma estratégia multifacetada centrada na demanda, no atendimento das necessidades básicas dos menos favorecidos e na redução do desperdício e do uso adequado de recursos no processo de produção. Os grandes desafios a serem enfrentados em termos de infra-estrutura das cidades, construção habitacional e preservação dos recursos naturais exigem o desenvolvimento sustentável dos projetos no ramo da construção civil.

Diante do tema sustentabilidade, há de se adotar novos critérios para a concepção e desenvolvimento de projetos construtivos e a reabilitação do estoque construído, visando a atingir os limites máximos de desempenho ambiental. (SILVA, 2003)

O desempenho ambiental caracteriza-se por minimizar ou eliminar os impactos negativos no meio ambiente de empreendimentos ou processos produtivos. O planejamento sustentável da área construída, a economia de água e eficiência em sua utilização, a eficiência energética e emprego de energia renovável, a redução de resíduos, a conservação de materiais e fontes de recursos e a qualidade do ambiente interior compreendem um desafio da sustentabilidade, que visa ao máximo aproveitamento dos recursos e materiais e à eliminação do desperdício.

Sendo assim, parte-se do pressuposto de que o ambiente construído deve ser ajustado aos novos requisitos advindos da busca pelo desenvolvimento sustentável, conhecer o desempenho ambiental de edifícios é uma necessidade percebida dentro do mercado competitivo.

Neste contexto, estabelecer programas, que tornem os edifícios sustentáveis, apresenta-se atualmente como fator importante no Sistema de Gestão Ambiental das empresas. A redução de custos no longo prazo (uso de recursos financeiros e naturais), a qualidade do ambiente interno e satisfação dos clientes, relacionadas com a responsabilidade socioambiental, podem ser acompanhadas por indicadores ambientais que orientam o planejamento estratégico da empresa visando à sustentabilidade do ambiente construído, trazendo expressivas diminuições dos impactos ambientais sobre o ambiente natural.

Considerando as tendências de sustentabilidade atuais expostas, anteriormente, o conhecimento de diretrizes baseadas no estágio atual de desempenho ambiental em que se

encontra um edifício, é estratégico para a gestão na tomada de decisões e determinação das metas de desempenho.

1.3 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo estabelecer diretrizes que possam permitir uma futura avaliação ambiental do edifício-sede da Petrobras, contribuindo para identificar os indicadores ambientais e determinar as metas de desempenho, quanto à sustentabilidade do edifício.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Nos dias atuais, as ferramentas para avaliação ambiental de edifícios comerciais disponíveis estão construídas sob a ótica da dimensão ambiental, foco prioritário das agendas dos países desenvolvidos. Considerando o escopo abrangente e a complexidade que envolve a discussão do tema sustentabilidade e a devida necessidade de adequação à realidade brasileira, a abordagem, na presente dissertação, terá seu contexto delimitado ao programa utilizado, que de forma sistemática, considera as três dimensões do desenvolvimento sustentável, quais sejam: a dimensão ambiental, econômica e social.

A pesquisa compreenderá somente as instalações do edifício-sede da Petrobras. O edifício é aqui abordado como um produto global, já construído e em operação, não sendo, portanto, avaliado o ciclo de vida de cada um de seus componentes, o qual seria objeto de analise mais complexa e impraticável, pois, abrangeria os processos de produção desde seus componentes, a construção e montagem e o descarte de resíduos específicos. Assim, para o estabelecimento das diretrizes norteadoras para uma futura avaliação do desempenho ambiental do edifício, serão analisados os aspectos ambientais significativos nas práticas existentes no uso dos recursos e na geração de resíduos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.1.1 A evolução do conceito de sustentabilidade

Uma “espiral descendente”, de declínio econômico e também ecológico, foi percebida a partir da segunda metade do século XIX, quando se começou a sentir, em nível planetário, a degradação ambiental e suas catastróficas conseqüências, com a fome e a miséria, assolando os continentes com a escassez dos recursos naturais.

As primeiras reações no sentido de se conseguirem fórmulas e métodos de diminuição dos danos ambientais, foram temas de estudos nos anos 70, que culminaram com a publicação do livro “Limites do Crescimento” (*The limits to growth*), de D. L. Meadows *et al* (1972), membro do Clube de Roma. Neste trabalho, é apresentado um diagnóstico dos recursos terrestres, mostrando que a degradação ambiental é o resultado do descontrolado crescimento populacional e suas conseqüentes exigências sobre os recursos da Terra. Esses estudos lançaram subsídios para idéia de desenvolvimento com preservação do meio ambiente.

Em 1972, Meadows *et al* apontavam para o desequilíbrio entre o crescimento populacional e a produção de alimentos, bens materiais, ar puro e água. Esse estudo projetou, de forma clara, a insustentabilidade do sistema, por serem os recursos da Terra finitos, uma projeção visionária para muitos, à época. Essa obra pode ser considerada a iniciativa mais representativa de uma série de manifestações da preocupação com as perspectivas sobre a continuidade do crescimento econômico e populacional, em que a escassez de recursos naturais e o envenenamento ambiental foram apontados como fatores que limitavam, em termos absolutos, esse crescimento. O que os estudiosos da época, ao concluírem os trabalhos, consideram como solução para sustentabilidade do sistema, foi uma intervenção direta no crescimento populacional.

Essa medida foi adotada em muitos países do Terceiro Mundo, e os resultados comprovaram ser ineficaz. Se ao contrário, fossem realizadas intervenções de forma indireta, com a aplicação de recursos em educação, saneamento e habitação, as medidas de controle populacional seriam mais eficazes e a utilização dos recursos naturais menos degradantes.

Segundo Corazza (2005), o livro “Limites do Crescimento”, apesar de muito contestado à época por estudiosos de diversas escolas, pode ser considerado a iniciativa mais representativa, de uma série de manifestações, da preocupação com as perspectivas sobre continuidade do crescimento econômico e populacional, em que a escassez de recursos naturais e o envenenamento ambiental foram apontados como fatores que limitavam em termos absolutos, esse crescimento. Ela afirma que a contribuição deste trabalho é mais importante por ter trazido contribuições desejáveis para a sociedade, ou seja, a intervenção pública para os problemas sociais e ambientais.

A evolução das discussões e a crescente preocupação quanto às questões sociais e ambientais no desenvolvimento mundial, levaram a ONU a constituir, em 1983, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ficou conhecida como Comissão Brundtland, com os seguintes objetivos:

(a) Reexaminar as questões críticas relativas ao meio ambiente, reformular propostas realistas para abordá-las;
(b) Propor novas formas de cooperação internacional nesse campo, de modo a orientar as políticas e ações no sentido das mudanças necessárias, e
(c) Dar a indivíduos, organizações voluntárias, empresas, institutos e governos uma compreensão maior desses problemas, incentivando-os a uma atuação mais firme (UNB, 2007).

Em “Nosso Futuro Comum” (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991), fruto do trabalho dessa Comissão, encontra-se o conceito de desenvolvimento sustentável:

> em essência, o desenvolvimento sustentável è um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação o desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras.

Os objetivos dessa Comissão foram alcançados quando as questões discutidas, como:o reconhecimento da pobreza, a deterioração do meio ambiente e o crescimento populacional, mostraram que estão indissoluvelmente ligadas e que nenhum desses problemas poderia ser resolvido isoladamente. Segundo Silva (2000), uma conseqüência positiva, desencadeada pela grande difusão do relatório Brundtland, foi a de ter despertado a polêmica necessária à evolução das proposições relacionadas a novas modalidades e posturas de desenvolvimento.

Desde então, a visão mundial sobre as questões ambientais tornaram-se crescentes. Nobre e Amazonas (2002) comentam que a problemática ambiental sempre esteve atrelada ao desenvolvimento e que este é freqüentemente definido pelo crescimento econômico. Ressaltam que essa relação trivial pode apontar caminhos interessantes se pensarmos que o Programa Ambiental da ONU (UNEP) começou promovendo uma "Conferência sobre Meio Ambiente Humano", em Estocolmo em 1972 e que, dez anos depois, uma sessão especial do próprio UNEP decidiu pela constituição da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland). Vinte anos depois, o nome da reunião já era "Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento" (CNUMAD).

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), tendo se reunido no Rio de Janeiro em 1992 e conhecida como "Rio 92", reafirmou a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, adotada em Estocolmo em 1972, e avançou com o objetivo de estabelecer uma nova e justa parceria global, mediante a criação de novos níveis de cooperação entre os Estados, os setores-chave da sociedade e os indivíduos, visando à proteção do sistema global do meio ambiente e a desigualdade social.

As Conferências Mundiais mostraram a importância das transformações na economia e na sociedade, ressaltaram a igualdade e a distribuição de riquezas, e a preservação dos recursos naturais. As configurações que a palavra desenvolvimento assumiu no curso dos debates mundiais, foram progressivas, até alcançar o adjetivo sustentável, porém as variáveis desse desenvolvimento ainda estão aquém do desejável. Os países em desenvolvimento sofrem com desigualdades sociais, degradação do meio ambiente e exploração pelos países desenvolvidos, sem falar de guerras que flagelam e disseminam a pobreza a largo.

Na Rio 92, foi aprovada pela comunidade internacional a Agenda 21 Global, "Uma agenda global para a mudança". A matriz de desenvolvimento no século XXI está baseada no equilíbrio ambiental e na justiça social entre as nações. O conceito de desenvolvimento sustentável está retratado em ações onde os países signatários devem por em prática, para o alcance das metas do milênio. A Agenda 21 avançou, justamente, ao abordar as questões de eqüidade na distribuição de riquezas e das responsabilidades das nações, bem como da participação social. Sendrez (2004) corrobora essa premissa e afirma que a Agenda 21 ratificou o que vinha sendo discutido anteriormente: a definição de metas ambientais que devem ser aplicadas em todos os países, em prol da manutenção dos ecossistemas e da saúde humana.

Na visão de Martins *et al* (2001), é consenso mundial a necessidade de ser saldada a dívida social, econômica e ambiental para garantir o futuro do planeta. Preocupam-se os autores com o desafio que é a internalizacão pelas pessoas, do real significado do desenvolvimento sustentável, apesar desta temática estar presente exaustivamente nas agendas e nos debates atuais.

No Brasil, a construção da Agenda 21 Brasileira foi a partir das diretrizes da Agenda 21 Global, num processo de planejamento participativo e democrático para o desenvolvimento sustentável, como eixo central na sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico, implantada a partir de 2003.

Segundo Sarney Filho (2003), a construção da Agenda Brasileira apresenta a mudança do antigo conceito de preservação ambiental baseado na "intocabilidade" dos recursos naturais, superado e substituído por outro que condiciona a preservação a um novo modelo de desenvolvimento da civilização, fundamentado no uso racional dos recursos naturais, para que estes possam continuar disponíveis às gerações que ainda virão. Justifica que desenvolvimento não esgota, mas conserva e realimenta a fonte de recursos naturais; não inviabiliza a sociedade, mas promove a repartição justa dos benefícios alcançados; que não é movido apenas por interesses imediatistas, mas sim, baseado no planejamento de sua trajetória e que, por estas razões, é capaz de manter-se no espaço e no tempo, denominado de desenvolvimento sustentável.

A partir da Agenda 21 Brasileira, foram preparadas as Agendas 21 locais, num processo participativo, concretizando políticas públicas sustentáveis, objetivando a construção de uma nova eco-cidadania, rumo ao futuro desejável.

A evolução do conceito dentro desta trajetória histórica consagra a definição de desenvolvimento sustentável, como aquele onde o atendimento às necessidades da sociedade atual não deve comprometer as necessidades das gerações futuras. Muito embora esteja no discurso mundial, denota-se que a temática não está globalizada, quando se constata que as iniciativas ainda são muito tímidas com relação à real necessidade de se manter a sociedade progredindo com sustentabilidade.

O processo de construção social do desenvolvimento sustentável passa por estratégias prioritárias de alterações nos padrões de consumo e busca da eficiência energética. A implantação dessas estratégias atinge vários segmentos econômicos, inclusive o de construção civil, cujo desafio é enorme, se for considerado o grande estoque construído e as necessidades prementes de habitação de um país em desenvolvimento.

2.1.2 A aplicação do conceito na construção civil

A Agenda 21 consolidou a idéia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem ter sinergia, promovendo a interrupção do padrão tradicional de crescimento econômico e tornando compatíveis duas grandes aspirações: o direito ao desenvolvimento, sobretudo para os países que permanecem em patamares insatisfatórios de renda e de riqueza, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações (ASSEMBLÉIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1992).

Segundo Silva (2003), do conceito de desenvolvimento sustentável à sua aplicação, acontece a partir da implantação da Agenda 21, quando todos os setores da sociedade iniciaram um processo de reinterpretação da Agenda 21, nos contextos específicos das diversas agendas locais e setoriais. Políticas públicas passaram a impor requisitos ambientais a inúmeras atividades econômicas, e a demanda por produtos ambientalmente menos agressivos cresceu em paralelo. De acordo com a autora, os padrões internacionais de eficiência ambiental foram se elevando gradativamente e algumas instituições financeiras passaram a atrelar a concessão de financiamentos de projetos aos resultados de avaliações ambientais.

A sociedade inicia, desde então, uma mudança nos padrões de consumo, de forma consciente ou impositiva, com a redução do volume de energia e dos materiais utilizados por unidade na produção de bens e serviços, assim como a redução ao mínimo da geração de resíduos, visando à utilização sustentável dos recursos naturais (MMA, 1992)

A gestão eficiente do solo, da água, do ar e da utilização da energia, segundo Degani e Cardoso (2002), atinge diretamente a indústria da construção civil em geral, pois produz os bens de maiores dimensões físicas e, conseqüentemente, elevado volume de recursos consumidos e resíduos gerados. Florim e Quelhas (2004) comentam que há um crescente interesse na redução de impactos ambientais associados ao setor da construção civil, seja na fase de produção de materiais e componentes para edificação, seja na construção, no uso ou na demolição da mesma.

As mudanças nos padrões de consumo promovem a concepção e o desenvolvimento de novas formas no projeto arquitetônico, como se pode constatar em novas construções, onde o apelo ambiental passou do ecológico ao sustentável. A reabilitação das edificações ganha repercussão devido aos consumos que provocam custos excessivos a seus usuários, não obstante as questões ambientais. Entretanto, pelos desafios a serem enfrentados no Brasil, em

termos de infra-estrutura e construção habitacional, a utilização de soluções ambientalmente corretas ainda é tímida.

De acordo com Silva (2003), o setor da construção civil possui elevada importância quanto ao atendimento das metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas para qualquer país. A autora acredita que uma redução considerável dos impactos ambientais da construção civil, assim como a maximização de seu potencial de criação de valor e desenvolvimento social, pode ser obtida pela implementação de políticas consistentes e especificamente orientadas para o setor.

A construção passa a ser sustentável quando alicerçada no tripé econômico, social e ambiental. Bragança (2005) define "Construção Sustentável" sendo aquela que necessariamente deve ser pensada, em todas as suas fases, nas perspectivas energética e ambiental, do projeto à demolição. O autor discute os aspectos essenciais de um projeto de edifícios sustentáveis, apresentados a seguir:

(a) Utilização racional de energia: pretendendo-se reduzir o consumo de energia nos edifícios através da utilização de equipamentos mais eficientes e da utilização das energias renováveis;
(b) utilização de tecnologias solares passivas: pretendendo-se tornar os edifícios mais confortáveis e reduzir os consumos energéticos, tirando o máximo partido das técnicas de aquecimento e arrefecimento naturais;
(c) utilização criteriosa dos materiais: a seleção de materiais "amigos do ambiente" pode reduzir efeitos negativos na saúde, minimizar os resíduos, reduzir a energia incorporada nos materiais e eliminar outros impactos a montante da construção;
(d) utilização da água: reduzir o consumo de água no interior e no exterior dos edifícios, através da utilização de equipamentos mais eficientes de captação e utilização da água das chuvas, da água utilizada em lavagens e a concepção de jardins que necessitem de menos água;
(e) implantação dos edifícios: minimizar o impacto do edifício no local de construção, promover a integração no ambiente urbano e proteger os ocupantes da poluição sonora;
(f) outros impactos: devem ser analisados cuidadosamente quaisquer outros impactos da construção como, por exemplo, os transportes, saúde e segurança.

A fase de execução de uma construção sustentável é tão importante quanto a concepção do projeto, o emprego de materiais ambientalmente sustentáveis, como a utilização de cimento tipo CPIII (Cimento *Portland* tipo III), cuja composição reduz a emissão de gás

carbônico durante sua fabricação, e de madeira certificada, assim como o controle dos desperdícios dos materiais e a geração de resíduos (entulhos) trazem ganhos de sustentabilidade já calculados pelo setor da construção civil. As perdas maiores ficam, ainda, na fase de demolição.

Silva (2003) ressalta que a construção sustentável significa benefícios, desempenho superior e viabilidade econômica no longo prazo. O impacto ambiental de um edifício, durante seu longo ciclo de vida, consiste em uma série de fatores que vão de soluções de projeto, produtos e materiais usados na sua construção, mas também na forma como o edifício é utilizado e mantido. Teixeira (2005) reafirma quando diz que a sustentabilidade do espaço construído depende da utilização adequada da energia, destacando ser fundamental a eficiência no consumo dos edifícios.

Como grande parte das edificações foi construída dentro de um modelo anterior ao surgimento do conceito de construção sustentável, principalmente nos países em desenvolvimento, onde a crença na abundância dos recursos naturais permitia um alto consumo e grande geração de resíduos, os impactos com as mudanças nos padrões estimularam a avaliação do desempenho ambiental dos edifícios. Segundo Silva (2003), as aplicações evidenciam que a implementação de sistemas de avaliação traz benefícios que vão além do simplesmente avaliar edifícios, na verdade, atuam positivamente em dois pontos:

- Primeiro, as avaliações podem demonstrar os benefícios obtidos pelos investimentos para aumentar a sustentabilidade.
- Segundo, porque, ao ampliar o número – e o refinamento – dos parâmetros considerados, os métodos de avaliação existentes passaram a também contribuir para o próprio entendimento do conceito de qualidade ambiental de edifícios.

No Brasil, a consciência ambiental de sustentabilidade encontra-se em níveis educacionais, pois grande parte da população ainda não modificou seus padrões de consumo, por não perceber a sua real necessidade. Segundo Galvão *et al* (2004), os instrumentos de combate ao desperdício de energia estão alicerçados na mudança de hábitos e na eficiência energética, alcançada através de tecnologias mais eficientes em todos os setores dos sistemas de energia, sejam eles de produção, o transporte ou o uso final de energia elétrica.

As mudanças só ocorrem de forma impositiva, sejam por leis e normas, sejam pelo aumento de tarifas e/ou cobrança de taxas de consumo. Um bom exemplo foi durante a crise energética no ano 2001, quando a população diminuiu o consumo de energia drasticamente, ao notar que perderia tal conforto, independentemente do apelo econômico do governo que aplicava multas ao consumo excessivo, de acordo com os padrões estabelecidos. Ao final da

crise, algumas medidas perduraram na manutenção das edificações, como exemplo, a troca de lâmpadas comuns por mais econômicas.

Entretanto, no âmbito das edificações comerciais, a crise despertou para os ganhos econômicos relacionados à eficiência energética, com a melhoria da performance dos negócios. Conseqüentemente, o mercado reagiu passando a exigir melhores níveis de desempenho ambiental dos edifícios.

2.1.3 Os sistemas de avaliação de sustentabilidade das edificações

Praticamente cada país europeu – além dos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong – possui um sistema de avaliação de edifícios. Embora não exista uma classificação formal neste sentido, os esquemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser claramente separados em duas categorias. De um lado, há aqueles orientados para o mercado, com estruturas mais simples e vinculados a algum tipo de certificação de desempenho. De outro, estão os esquemas de avaliação orientados para pesquisa, cuja ênfase é o desenvolvimento de uma metodologia abrangente e com fundamentação científica, que possa orientar o desenvolvimento de novos sistemas. (SILVA 2003)

Ambos os tipos de métodos partilham do objetivo de encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental, provendo avaliações, ora detalhadas para o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção no estoque construído, ora simplificadas, para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para edifícios, segundo Silva (2000).

A grande maioria dos sistemas adequa-se melhor à avaliação de edifícios novos ou projetos, os contextos e as aplicações vão desde ferramentas de apoio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação. Na aplicação em edifícios em operação, poucos sistemas atentam para o desempenho real, a maioria toma, como base, as propriedades inerentes ao desempenho projetado para o edifício. Estes sistemas de avaliação concentram-se exclusivamente na dimensão ambiental da sustentabilidade, não contemplando a dimensão social e econômica, tão necessária para as avaliações de desempenho em países em desenvolvimento.

Degani e Cardoso (2002) apresentam o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Design*) e o LEED (*Leadership in energy and Environmental*

Design) como as metodologias de avaliação e certificação ambiental de edifícios mais aplicadas, que podem ser utilizadas como *checklists*, por meio do qual se obtém a classificação do desempenho ambiental do edifício, avaliado pela sua comparação com outros modelos *(benchmark*). Estes esquemas servem como guias para projeto, estimulando a competição pelo "verde", a consciência ambiental dos consumidores e a transformação do mercado.

O BREEAM foi o primeiro e atualmente é o mais conhecido dos métodos de avaliação ambiental de edifícios. Lançado no Reino Unido por pesquisadores do BRE (*Building Research Establishment*) fornece um processo formal de avaliação embasado em uma auditoria externa. O edifício é avaliado independentemente por avaliadores treinados e indicados pelo BRE que, por sua vez, são responsáveis por especificar os critérios e métodos de avaliação e pela garantia da qualidade do processo de avaliação utilizado. Os créditos são ponderados para obtenção de um índice de desempenho ambiental que habilita à certificação em uma das classes de desempenho e permite comparação relativa entre os edifícios certificados pelo sistema.

Na estrutura e pontuação do LEED, lançado nos Estados Unidos, o desempenho ambiental do edifício é avaliado de forma global, ao longo de todo o seu ciclo de vida, numa tentativa de considerar os preceitos essenciais do que constituiria um *"green building"*. O critério mínimo de nivelamento exigido para avaliação de um edifício pelo LEED é o cumprimento de uma série de pré-requisitos que, após preenchidos, passa para a etapa de análise e classificação de desempenho, dada pelo número de créditos obtidos.

Segundo Bragança (2005), esses sistemas de avaliação de desempenho ambiental de edifícios requerem, geralmente, a introdução de uma grande quantidade de dados que os tornam pouco práticos de utilizar. Quanto às listas de verificação, o autor alerta, para o risco de favorecimento, a qualificação de edifícios que contenham equipamentos em detrimento do seu desempenho global.

Segundo Silva (2003), estudos e métodos para avaliação ambiental de edifícios têm sido derivados, principalmente, dos procedimentos de avaliação dos impactos ambientais de processos ou produtos industrializados. A metodologia aceita, internacionalmente, para esta finalidade, é a Análise do Ciclo de Vida (LCA - *Life Cycle Analysis*), que pode ser aplicada ao produto final (edifício) ou a um processo complexo. As Normas da série ISO 14.040 – *International Organization for Standardization* – definem as metodologias e os protocolos a serem considerados para a quantificação de LCA (ISO, 1997). No entanto, por limitar-se a aspectos que possam ser quantificados, a contabilidade analítica de um produto ou processo

feita em uma LCA acaba representando, em certos casos, apenas uma descrição parcial dos impactos ambientais do sistema.

Poucos são os métodos que seguem o formato de LCA; a maioria dos métodos de avaliação não o utiliza, seja pelas dificuldades relacionadas à ferramenta, seja pelas estruturas organizadas, como o LEED e o BREEAM, métodos com sistema de pontuação, em que as atribuições de créditos ambientais estão relacionadas ao uso de materiais. A utilização do LCA, na avaliação ambiental dos edifícios, possui limitações quanto à quantificação dos fluxos ao longo do ciclo de vida, por inúmeras causas, entre elas: a qualidade e disponibilidade de fontes de dados, a falta de unidade para comparação dos impactos e a incapacidade de quantificar impactos.

Devido às dificuldades existentes na aplicação dos métodos estrangeiros na avaliação de desempenho ambiental de edifícios no Brasil, sejam pelas peculiaridades dos projetos arquitetônicos, condições climáticas, culturais ou regionais, ou mesmo pela carência de banco de dados, e por acreditar que um método de avaliação de sustentabilidade deve ser desenvolvido à luz das prioridades, condições e limitações brasileiras, Silva *et al* (2000) iniciaram uma pesquisa na área dentro do Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), coordenado pela UNICAMP, que contempla a formação de uma rede nacional. Em linhas gerais, esta pesquisa inicial mostrou-se fundamental para:

(a) acumular experiência nacional na coleta e tratamento das informações ambientais necessárias para sustentar a avaliação de edifícios;

(b) identificar itens da agenda ambiental regional/local que deverão sobrepor-se ao corpo genérico de parâmetros de avaliação, em coerência com os princípios do projeto GBC;

(c) estimar o impacto ambiental de edifícios comerciais obtidos das práticas de construção vigentes em diferentes partes do Brasil, ponto de partida para definir um desempenho de referência regional/nacional (*benchmark*) para o estabelecimento de metas compatíveis com a realidade brasileira. além de orientar o desenvolvimento de pesquisa subseqüente dirigida a outras tipologias de edificações.

Em 2004, o modelo do método de avaliação de sustentabilidade de edifícios comerciais de escritórios, adequado à realidade brasileira, foi colocado em teste e disponibilizado pelo SINDUSCON/SP, em seu *site* na I*nternet*.

Não obstante as notícias que aparecem na mídia quanto a questões de selos verdes para edifícios, assim como edifícios sustentáveis, percebe-se um movimento a favor das avaliações de desempenho ambiental de edifícios, seja por questões comerciais, seja por

questões econômicas; o importante é a tendência no setor imobiliário direcionada para a sustentabilidade. Assim, os métodos mais utilizados e importados para avaliação das edificações brasileiras precisam ser aplicados com cautela, devido à falta de dados confiáveis no mercado para comparação e, principalmente, pelas diferenças construtivas entre países.

2.1.4 A avaliação do estoque construído

O reconhecimento da relevância da questão ambiental, na busca por padrões sustentáveis de desenvolvimento, fez com que o tema passasse a ser discutido mundialmente. Nos países industrializados, a sociedade encontrou um nível de qualidade de vida, de igualdade social e de distribuição de riqueza, ou ao menos de eliminação de extremos de desigualdade, sem precedentes ou paralelos a países em desenvolvimento, razão da agenda nos países desenvolvidos, em relação à sustentabilidade, ter sido centrada na dimensão ambiental. O resultado prático é o altíssimo nível de regulamentações e democratizações da tomada de decisão orientadas à produção, manutenção e renovação do ambiente construído urbano.

Os padrões internacionais de eficiência ambiental foram se elevando gradualmente, o surgimento e difusão dos conceitos de projeto ecológico (*green design*) foi uma das mais importantes respostas do meio técnico à generalização da consciência ambiental na década de 90.

A filosofia *Green Building*, surgida nos EUA, promove o uso de produtos recicláveis e mais adaptáveis ao meio ambiente em projetos e durante a execução de edifícios sustentáveis, observando sua viabilidade econômica e sua adaptação à comunidade local. As estratégias propostas são implementadas pelas empresas que demonstram preocupação com a utilização de fontes de recursos e impactos gerados ao meio ambiente.

A experiência internacional demonstra que o salto, nos níveis mínimos de desempenho aceitáveis, depende, necessariamente, de alterações nas demandas do mercado, voluntárias ou originadas de exigências normativas. Especificamente, sobre o desempenho ambiental, acredita-se que estas alterações não serão possíveis até que os empreendedores da construção civil e os usuários dos edifícios tenham acesso a métodos relativamente simples que lhes permitam identificar aqueles edifícios com melhor desempenho (NRCan/CANMET, 1998).

As exigências normativas são garantia de desempenho mínimo ambiental. A busca pela melhoria do desempenho fica atrelada à adoção voluntária pelo comprometimento ambiental ou por questão de competitividade e diferenciação mercadológica. Nota-se que a linha crescente por melhorias de desempenho vem ocorrendo desde a crise do petróleo dos anos 70.

O primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios, segundo Silva (2003), veio exatamente com a constatação que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico não possuíam meios para verificar quão "verdes" eram, de fato, os seus edifícios. Como seria comprovado mais tarde, edifício projetado para sintetizar os conceitos de construção ecológica freqüentemente consumia ainda mais energia que aqueles resultantes de práticas comuns de projeto e construção. O segundo grande impulso no crescimento de interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais quanto à classificação de desempenho, ligada aos sistemas de certificação, ser considerado um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações.

Segundo o *United States Green Building Council* – USGBC (2001), um empreendimento com bom desempenho ambiental é caracterizado por ter minimizado, e até mesmo eliminado, os impactos negativos no meio ambiente e em seus usuários. O Conselho avalia o desempenho ambiental de edifícios sob cinco enfoques: planejamento sustentável da área construída; economia de água e eficiência em sua utilização; eficiência energética e emprego de energia renovável; conservação de materiais e fontes de recursos e qualidade do ambiente interior.

De acordo com Silva (2003), os métodos para avaliação ambiental de edifícios, encontram pelo menos seis grandes aplicações, conforme apresentado no Quadro 1.

Aplicações da avaliação de edifícios	Vantagens oferecidas
- Instrumentos para divulgação mercadológica - Suporte à introdução de sistemas de gestão ambiental - Especificação do desempenho ambiental de edifícios - Auxílio a projetos - Estabelecimento de normas de desempenho ambiental - Auditorias ambientais	- Melhoria da imagem/reconhecimento pelo mercado de empresas e profissionais que adotam práticas de projeto e construção mais sustentáveis - Aquecimento do mercado para edifícios e produtos de construção com maior desempenho ambiental - Embasamento da definição e o entendimento do que é um edifício sustentável; - Acesso facilitado a financiamentos, acesso a novos mercados ou fortalecimento do nicho atual, perspectiva de negócios no longo prazo; - Redução de custos no longo prazo (uso de recursos financeiros e naturais) e maior lucratividade, qualidade do ambiente interno e satisfação dos clientes, redução de riscos (inclusive financeiros); - Estímulo para elevação do nível de desempenho de edifícios novos e existentes; - Conhecimento do estado atual dos impactos de edifícios e atividades, para identificação de oportunidades e definir metas para melhoria.

Quadro 1 - Aplicações da avaliação de edifícios e vantagens oferecidas, segundo o método para avaliação ambiental de edifícios, de acordo com o método do Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de edifícios (BRAiE).
Fonte: Silva (2000)

Essas aplicações evidenciam que a implementação de sistemas de avaliação traz benefícios e demonstram o aumento da sustentabilidade com os investimentos realizados, além de contribuir para o entendimento do conceito de qualidade ambiental de edifícios.

2.1.5 O gerenciamento ambiental empresarial

A gestão ambiental empresarial está essencialmente voltada para organizações, isto é, companhias, corporações, firmas, empresas ou instituições, podendo ser definida como um conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente, através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação,

operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida de um produto.

A gestão ambiental abrange uma vasta gama de questões, inclusive aquelas com implicações estratégicas e competitivas. Os objetivos e as finalidades inerentes a um gerenciamento ambiental nas empresas, evidentemente, devem estar em consonância com o conjunto das atividades empresariais, sendo parte da função gerencial total. Eles não podem e nem devem ser vistos como elementos isolados, por mais importantes que possam parecer num primeiro momento, sendo indissolúvel o trinômio da responsabilidade empresarial – responsabilidade social, econômica e ambiental, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Dimensões da Responsabilidade Empresarial.
Fonte: Elaborada pela autora

Segundo Florim (2004), a gestão ambiental abrange todos os setores na organização necessários ao planejamento, execução, revisão e desenvolvimento da política ambiental da organização, com três principais características:

a) Como tarefa transversal, não é uma tarefa especial limitada a um ou mais responsáveis ambientais na organização, isso significa que todos os setores da administração e da produção precisam ser integrados no desenvolvimento e implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

b) É a expressão da própria vontade e prioridade organizacional, além da obrigatoriedade no cumprimento de leis e normas; e

c) Funciona como instrumento para induzir e executar a política ambiental, que prevê, como diretriz, um enquadramento sistemático, executado por meio de programas e medidas concretas.

Os sistemas de gestão ambiental que, inicialmente, tiveram foco no setor de produção, devido aos acidentes que levaram a perdas ambientais significativas, voltam-se para os processos de administração das empresas, uma vez que os impactos ambientais resultam não só de processos de produção, mas também da utilização de produtos, de recursos naturais e da geração de resíduos.

Dentre os instrumentos que auxiliam a gestão ambiental, existem as Normas da série ABNT NBR ISO 14000, que têm como objetivo prover as organizações de elementos de sistema da gestão ambiental eficaz, que possam ser integrados a outros requisitos da gestão, e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos. As Normas aplicam-se a qualquer organização que deseje:

a) estabelecer, implementar, manter e aprimorar um sistema de gestão ambiental;
b) assegurar-se da conformidade com sua política ambiental definida;
c) demonstrar conformidade com a Norma, ao fazer uma auto-avaliação ou autodeclaração, ou buscar confirmação de sua conformidade por partes que tenham interesse na organização, ou buscar certificação/registro de seu sistema de gestão ambiental por organização externa (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

O que diz a ABNT NBR ISO 14.001: Princípios e elementos de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA):

> Comprometimento e política - é recomendado que uma organização defina sua política ambiental e assegure o comprometimento com o seu SGA.
> Planejamento - é recomendado que uma organização formule um plano para cumprir sua política ambiental.
> Implementação e operação - para uma efetiva implementação, é recomendado que uma organização desenvolva a capacitação e os mecanismos de apoio necessários para atender sua política, seus objetivos e metas ambientais.
> Verificação - é recomendado que uma organização mensure, monitore e avalie seu desempenho ambiental.
> Análise pela Administração - é recomendado que uma organização analise criticamente e aperfeiçoe continuamente seu sistema de gestão ambiental, com o objetivo de aprimorar seu desempenho ambiental global.

Pereira (2005) observa que, na literatura especializada, muitos autores consideram a ABNT NBR ISO 14000 como a mais importante coleção de normas editadas internacionalmente, devido a sua abrangência e aos benefícios que proporcionará à sociedade,

buscando um desenvolvimento sustentado, por meio da contínua adaptação de todas as atividades humanas ao meio ambiente.

Em relação ao desenvolvimento sustentável, a implantação de sistemas de gestão ambiental nas empresas provoca mudanças de comportamento em todos os níveis, uma vez que atinge tanto a alta direção, quanto à classe trabalhadora. A conscientização quanto às questões ambientais através de educação, procedimentos ou mesmo imposições, leva a melhorias contínuas na área ambiental. Muitas são as razões que levam as empresas a adotarem um sistema de gestão ambiental e, segundo Florim (2004), as organizações poderão optar por um de três níveis de eco-gerenciamento:

i. limitar-se à conformidade legal;
ii. adotar a postura proativa, antecipando-se e ultrapassando as regulamentações; ou
iii. orientar-se para a sustentabilidade.

O primeiro nível deveria ser obrigatório, mas é relaxado pela falta de fiscalização e punições. O segundo é estimulado por pressões de mercado, onde os níveis de requisitos dos consumidores, baseados em padrões internacionais, exigem patamares superiores de desempenho. Atuar nos limites da sustentabilidade é mais difícil, pois dependerá da disponibilidade de tecnologias apropriadas, consenso social e novo sistema de valores, baseado em critérios de qualidade que sejam ambientalmente sustentáveis, socialmente aceitáveis e culturalmente valorizados (FURTADO, 2004 apud FLORIM, 2005)

3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

3.1 TIPO, MÉTODO E ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A discussão, em relação ao foco que deve ser dado às avaliações de edifícios – avaliação ambiental ou avaliação de sustentabilidade – traz argumentações quanto aos desdobramentos sociais e econômicos, que devem ser considerados, particularmente em países em desenvolvimento. Para o estabelecimento de diretrizes objetivando uma avaliação ambiental do edifício-sede da Petrobras, motivo do estudo de caso da presente dissertação, foi utilizado o Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), no estágio atual da pesquisa, para edifícios comerciais de escritórios, desenvolvido por Silva et al (2000), adequado à realidade da construção civil brasileira.

Atendo-se à natureza do problema formulado e do objetivo desta pesquisa, a mesma pode ser classificada como: aplicada, estudo de caso e pesquisa qualitativa.

Quanto ao objetivo, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois é o tipo de pesquisa orientada pela premência de resolver problemas concretos. Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, relativos à compreensão dos impactos ambientais causados pelo desempenho atual do edifício e a formulação de diretrizes, visando à melhoria de sua performance.

Quanto aos meios investigativos, é um estudo de caso, limitado a uma unidade, possuindo caráter de profundidade e detalhamento nos aspectos característicos.

Do ponto de vista da abordagem do problema, é uma pesquisa qualitativa, pois consiste na análise e interpretação de dados e informações disponíveis restritos ao edifício estudado, não requerendo o uso de métodos e técnicas estatísticas, apesar de mencionar números e percentuais.

3.1.1 Estratégia de estudo

Por se tratar de uma pesquisa aplicada, na medida em que visa a verificar a sustentabilidade do ambiente construído, gerando conhecimento para aplicação prática, é

elaborada a partir de levantamentos de métodos de avaliação de sustentabilidade existentes, em material já publicado e de dados relativos ao edifício a ser estudado.

Não se trata de pesquisa bibliográfica propriamente dita, porém é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente por artigos, dissertações e teses.

Por se tratar de estudo qualitativo, a identificação sistemática dos dados e informações relativas ao edifício estudado e a aderência nos parâmetros de sustentabilidade, proporcionará a formulação das diretrizes, objetivando ganhos para a gestão.

3.2 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

As fontes principais dos dados e informações levantadas para uso nesta dissertação foram obtidas junto a pesquisas com o uso da Internet, de marcos legais – conferências ambientais sobre sustentabilidade – dissertações e teses, artigos e publicações, que contribuíram para a construção do presente estudo.

A análise das informações obtidas possibilitou o reconhecimento da importância da avaliação ambiental de edifícios comerciais, com vistas à sustentabilidade, para melhoria do estoque construído e a minimização dos impactos ambientais significativos.

Para o estudo de caso, foi necessário um levantamento junto à administração do edifício, objeto do estudo, para obtenção de dados que serviram de base para proposições das diretrizes.

3.3 SOBRE O PROGRAMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE EDIFÍCIOS (BRAiE)

No modelo inicialmente idealizado, segundo Silva (2003), para o Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), os indicadores foram organizados, segundo uma estrutura temática, considerada como pragmática e capaz de evidenciar a efetividade e necessidade de melhoria de políticas e estratégias, aumentando o potencial de planejamento, intervenção e gestão. Os indicadores, na dimensão ambiental, enfocam o uso de recursos e as cargas ambientais; na dimensão social, os impactos sobre

operários, usuários e sociedade; na dimensão econômica, produtividade e melhorias do produto oferecido. A gestão de processo permeia as três dimensões e o comprometimento e proatividade são considerados a parte (Figura 2).

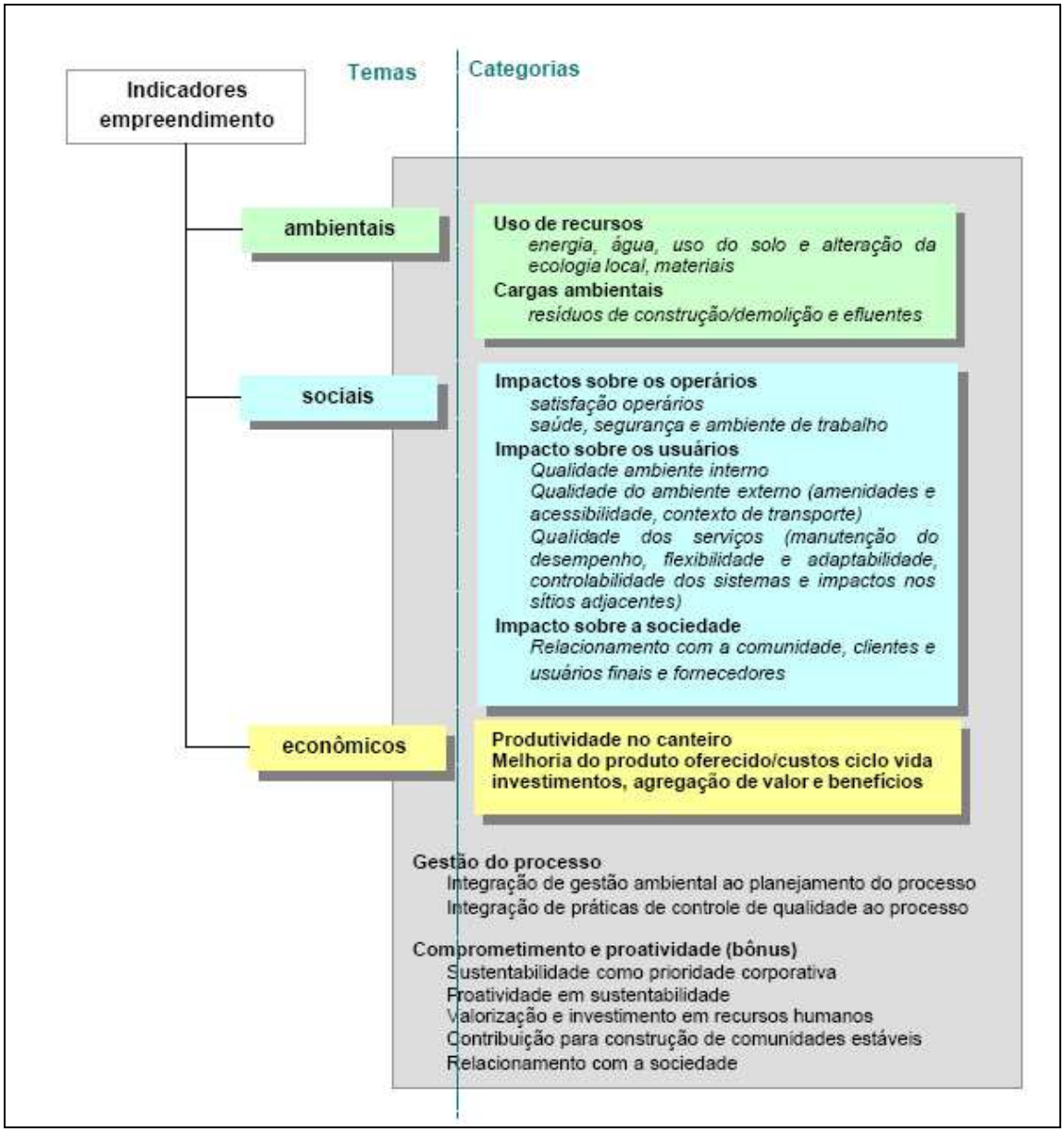

Figura 2 - Estrutura temática para organização dos indicadores (quantitativos e qualitativos) propostos no Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE).
Fonte: SILVA (2003).

A linha de pensamento que orientou a construção do programa BRAiE foi estruturada na forma a responder às questões metodológicas (a)“o que avaliar?”, (b) “como avaliar?” e (c) “quanto atingir?”, como explicitado a seguir:

(a) O que avaliar?

O modelo de avaliação destina-se a avaliar e classificar o desempenho potencial de edifícios de escritórios, ao longo de seu ciclo de vida, em relação a metas de sustentabilidade, com base em informações de gestão do processo, do projeto, e do monitoramento do processo de construção e operação. Não se propõe a desenhar uma ferramenta para orientar desenvolvimento de projeto ou gestão da operação. Segundo princípios de sustentabilidade, os gestores poderão utilizar os itens avaliados e as metas propostas como apoio para a tomada de decisão.

O programa abrange o ciclo do empreendimento (Figura 3), de modo a avaliar produto e processo, é mais abrangente nas etapas de construção e operação, considerando, também, alguns aspectos de planejamento e projeto, porém não no mesmo nível de detalhamento.

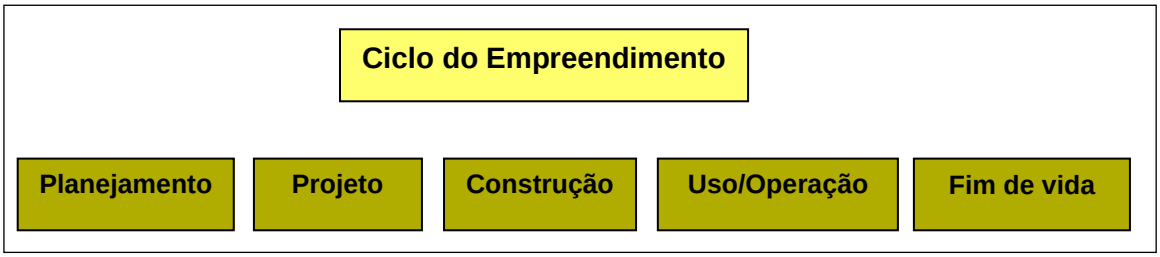

Figura 3 - Ciclo do Empreendimento considerado no Programa BRAiE.
Fonte: Silva (2003).

Estrutura da avaliação

A análise dos métodos existentes apontou as categorias essenciais do módulo de avaliação de desempenho ambiental. O módulo de avaliação de desempenho social foi organizado conforme os impactos sobre as partes interessadas: clientes/investidores/empreendedores, fornecedores, operários, usuários do edifício e a sociedade em geral. O módulo de avaliação de desempenho econômico identifica os fluxos monetários relacionados a custos de produção, de operação e de implementação de medidas para aumentar a sustentabilidade do empreendimento, assim como os benefícios financeiros a elas associados. Um módulo de gestão do processo permeia os três módulos anteriores. O módulo de comprometimento e proatividade são créditos de incentivo.

(b) Como avaliar?

O sistema de pontuação adotado é caracterizado por:

i. mescla de itens prescritivos (dispositivos e estratégias) e de desempenho. A maior parte dos pontos é prescritiva. Onde cabível, é utilizada uma escala de pontuação definida com base em requisitos de métodos existentes e nos resultados do estudo exploratório, base do programa; nos casos em que não existam metas claras disponíveis, adota-se uma escala percentual com cinco intervalos iguais;

ii. pontuação evolutiva**,** no formato "pré-requisitos + créditos + bônus", para que revisões regulares possam incluir novos itens a avaliar e converter, gradativamente, os bônus em créditos e créditos em pré-requisitos, permitindo a atualização contínua de requisitos e metas de desempenho.

Créditos de incentivo à adoção de boas práticas (como o uso de simuladores como ferramenta de projeto) e de práticas inovadoras de projeto, construção e gestão; assim como itens que expressem um alto comprometimento com a sustentabilidade, ou seja, considerados difíceis de serem alcançados, ou que necessitem de tempo para serem incorporados às práticas de mercado, são inseridos como bônus. Desta forma, mantém-se o caráter orientativo do método e encoraja-se a adoção das práticas nos empreendimentos que assim o permitam, sem prejudicar aqueles sujeitos a maiores limitações.

O total de pontos pode ser personalizado para refletir as oportunidades e limitações de cada empreendimento. Isto é feito assinalando-se os itens não aplicáveis ao empreendimento em questão, que são, então, excluídos da soma de pontos possíveis.

iii. avaliação por etapas do ciclo do empreendimento: a divisão dos itens de avaliação nas etapas do ciclo do empreendimento é um elemento facilitador, pois quem insere as informações é realmente quem as detém em cada fase, além de permitir a comparação de resultados globais ou por etapas específicas;

iv. aplicação de ponderação apenas no nível hierárquico mais alto: Na versão para implementação no curto prazo, a ponderação foi mantida apenas no nível hierárquico mais alto (ambiental x social x econômico x gestão). Devido às alterações resultantes da revisão dos indicadores, os pesos deverão ser derivados a partir de nova consulta às partes interessadas. Aplicar ponderação nos níveis inferiores é um requinte de detalhamento que não se alinha com a necessidade de simplificação apontada na consulta às partes interessadas.

(c) Quanto atingir?

O modelo de avaliação é complementado por um sistema de classificação de desempenho, composto por três níveis:

- >90% dos pontos totais possíveis - Nível A
- 71-90% dos pontos totais possíveis - Nível B
- 50-70% dos pontos totais possíveis - Nível C

A classificação de desempenho será sempre atribuída com base no desempenho ao longo de todo o ciclo de vida, isto é: com base no total de pontos obtido. O atendimento do desempenho mínimo em cada etapa (>50%) será o critério eliminatório. Os pontos de bônus serão contabilizados à parte, pela adição de até 5 estrelas à classe de desempenho obtida, segundo a escala na Tabela 1.

Tabela 1 - Escala para atribuição de estrelas, conforme pontuação de bônus obtida.

Faixas de pontos de bônus	
>80%	☆ ☆ ☆ ☆ ☆
61-80%	☆ ☆ ☆ ☆
41-60%	☆ ☆ ☆
21-40%	☆ ☆
1-20%	☆

Fonte: Silva (2003)

Analogamente, índices de sustentabilidade, entre 1 e 5, são atribuídos conforme a pontuação individualmente obtida em cada tema avaliado e a pontuação global (ponderada) e, segundo a escala indicada na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala para atribuição de Índices de Sustentabilidade, conforme pontuação obtida.

Faixas de pontos	**Índices de Sustentabilidade (IS)**	**Classes de desempenho**
>90%	5	Classe A
81-90% 71-80%	4 3	Classe B
61-70% 50-60%	2 1	Classe C

Fonte: Silva (2003)

4 ESTUDO DE CASO

4.1 O EDIFÍCIO SEDE DA PETROBRAS

Todas as informações citadas neste item e respectivos subitens foram retiradas do livro “Uma visita ao edifício-sede da Petrobras”, coordenado pela Comunicação Institucional da Petrobras (2007) e de entrevistas realizadas com o arquiteto Chediek (Petrobras) e com o técnico de manutenção sênior, Pourchet (Petrobras).

4.1.1 Histórico e características do edifício sede da Petrobras

Na década de 60, os órgãos da administração central da Petrobras estavam dispersos em 20 edifícios na cidade do Rio de Janeiro, o que dificultava o entrosamento entre eles e prejudicava a eficiência da gestão administrativa da Companhia. Com o propósito de reunir todos os segmentos da sua administração, e com visão estratégica, a Petrobras, em 1969, iniciou a construção do edifício Marechal Adhemar de Queiroz, edifício-sede, mais conhecido como EDISE.

O primeiro passo para a construção do EDISE foi a abertura de um concurso para escolha do projeto arquitetônico que, segundo o edital, seria um marco da Companhia, um edifício com arquitetura monumental, destacando-se da paisagem, mas integrado ao seu entorno. O projeto deveria ocupar o máximo possível o terreno, com o mínimo de circulação vertical, deveria valorizar características que proporcionassem o aumento da produtividade dos empregados, por meio de ambientes agradáveis, que facilitassem o convívio social.

O terreno escolhido foi no centro da cidade, no cruzamento das avenidas República do Chile e República do Paraguai, próximo ao Largo da Carioca. A conclusão das obras ocorreu nos primeiros meses de 1973.

4.1.1.1 Projeto arquitetônico

O terreno com 10 mil m^2 (80m x 125m) foi inteiramente ocupado por dois subsolos, jardins e diversos acessos, como ilustra a Figura 4. Acima do solo, a construção de 5.625 m^2 de área, guarda considerável distância em relação às construções mais próximas (Figura 4).

Figura 4 - Vista aérea do EDISE, ilustrando a ocupação do seu terreno e sua distância em relação às demais construções.
Fonte: Banco de imagens da Petrobras (2007)

De acordo com as características arquitetônicas do EDISE temos as áreas e a divisão em pavimentos, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Principais características arquitetônicas do EDISE.

Área da planta (m^2)	5,625 mil (75 x 75 m)		
Área construída (m^2)	115 mil	Escritórios	62,3 mil
		Circulação	5,8 mil
		Subsolos	15 mil
		Utilidades	15,6 mil
		Outros	16,3 mil
Altura (m)	117		
Pavimentos (divididos em 4 segmentos)	28	Subsolos	02
		Embasamento	03 (térreo + 2)
		Escritórios	19
		Coroamento	04
Jardins	17 Unidades		

Fonte: "Uma visita ao edifício-sede da Petrobras" (2007)

Figura 5 - Exemplos de duas áreas de iluminação e ventilação caracterizadas por locais para convivência, com jardins internos.
Fonte: Banco de imagens da Petrobras (2007)

O edifício é dividido em nove módulos de 25m x 25m, sendo que o módulo central conhecido como núcleo central, é o único que perpassa todo o prédio e se estende do 2º subsolo ao último pavimento. Neste módulo, encontram-se os sanitários, escadas de emergência, prumadas de energia elétrica e de telefonia, além dos poços dos elevadores.No projeto original, também existiam copas. O edifício conta com 22 elevadores sociais, além de 2 exclusivos, para serviço, e um privativo, para presidência.

O conjunto arquitetônico do EDISE foi centrado na utilização de três materiais básicos: concreto, vidro e alumínio. A esbeltez dos elementos construtivos gerou uma economia em metros cúbicos de concreto armado. O concreto foi preparado no próprio canteiro de obras, e as estruturas metálicas foram encomendadas em módulos de 1,25m., objetivando economia e pequena geração de resíduos. Os pilares, além da função estrutural, foram projetados para abrigar, em seus cantos internos, as prumadas de água, esgoto e água gelada do sistema de refrigeração. Essas tubulações ficam cobertas por chapas de aço inoxidável que permitem a visita, facilitando a manutenção das redes. O fechamento das quatro fachadas foi executado em alumínio e vidro, o que proporcionou leveza e um bom aproveitamento de iluminação natural. Apenas o núcleo central foi executado em alvenaria, sendo os pavimentos livres sem compartimentação.

Os pavimentos foram projetados em uma sucessão de formas em cruz (+) e agás (H), interceptados por pavimentos em seção quadrada, que proporcionaram ao prédio um conjunto de volumes cheios e vazios e, assim, dando-lhe aspecto inusitado e monumental (Figura 4). A variação de formato dos pavimentos foi idealizada com a intenção de proporcionar a circulação de ar no edifício. Ao contrário da maioria dos edifícios de escritórios, em que a ventilação é feita por meio de fossos internos, no EDISE a ventilação é através das áreas abertas e ajardinadas, que permitem a captação de ar necessário para a renovação do ar condicionado.

Os jardins também contribuem para melhorar a iluminação e para a humanização do edifício, servindo aos empregados como áreas de espairecimento, lazer e eventos de confraternização. Atualmente são utilizados como áreas para fumantes. Ao todo, são 17 jardins, com projeto paisagístico assinado por Burle Marx, renomado artista plástico e paisagista brasileiro. Cada jardim tem uma concepção distinta, tanto pelo formato, quanto pelas espécies vegetais escolhidas para compô-los (Figura 5).

Em relação às fachadas, um dos elementos de destaque do EDISE é a utilização de *brise-soleils* (quebra-sóis), constituídos de estruturas móveis de alumínio que, fixadas às fachadas do edifício, bloqueiam a incidência dos raios solares, atenuando o calor proveniente

dessa radiação (Figura 6). Presentes em três faces do prédio, eles estão dispostos em direções e posições variadas, conforme a incidência do sol em cada uma das fachadas. A exceção é a face sul que, por ser pouco ensolarada, recebeu vidros duplos, com micro persianas de alumínio entre eles. A grande vantagem dos *brise-soleils* é que proporcionam uma economia de energia de 60% do que seria gasto com a refrigeração do ar.

Figura 6 - Fachada do EDISE, mostrando os *brise-soleils* (à direita).
Fonte: Banco de imagens da Petrobras (2007)

A arrojada concepção arquitetônica do EDISE não permite ampliações, sendo uma edificação com limites físicos rígidos, quanto ao formato e concepção (núcleos fechados e abertos para ventilação e iluminação). Passados quase 40 anos da sua construção, o edifício ainda constitui-se uma referência na paisagem da cidade do Rio de Janeiro.

4.1.1.2 Serviços e utilidades

O EDISE possui características de uma pequena cidade, com uma população fixa de 9.000 pessoas, e com 3.000 visitantes diários, aproximadamente. Para o funcionamento deste edifício, existem principais serviços e utilidades, descritos a seguir, que garantem não só o seu

adequado funcionamento , mas também o conforto, a segurança e o bem-estar de seus ocupantes:

a) Instalações elétricas e consumo de energia

O EDISE foi concebido com um sistema elétrico comparável ao de um perfil industrial, dificilmente encontrado em edifícios similares. Sua infra-estrutura de abastecimento de energia é capaz de suportar os sofisticados equipamentos operacionais utilizados nas atividades diárias do edifício.

O suprimento de energia é fornecido diretamente da Concessionária, através de três cabos subterrâneos exclusivos de alta tensão (13,2 kV), com uma potência total de 15 MVA. A subestação principal, instalada no subsolo, e a do 26° pavimento abastecem a edificação através de barramentos blindados, para atender às demandas de energia para acionamento dos diversos motores e circuitos de iluminação, circuitos tomadas etc. Além disso, o EDISE conta com cinco geradores de emergência, com capacidade total de 5,5 MVA e oito *nobreaks*, totalizando aproximadamente 2,0 MVA, que permitem o funcionamento das cargas essenciais, tais como: Centrais de Processamento de Dados (CPD) e de Telecomunicações, fundamentais para o desempenho da Empresa, além das cargas prioritárias que são aquelas destinadas à segurança das pessoas e das instalações (elevadores e equipamentos de segurança).

O sistema elétrico do edifício apresenta vantagens operacionais que garantem a continuidade operacional dos sistemas existentes, em caso de falhas, além de se destacar pela eficiência operacional, economia das instalações e flexibilidade para criação de ambientes modulados. O sistema apresenta, ainda, outras vantagens, a supervisão em tempo real de todos os pontos do sistema, a partir de uma central de automação, capaz de indicar e alarmar pontos de defeito, medir grandezas analógicas, controlar, a cada instante, as condições operacionais e permitir a intervenção nos sistemas, através de comando remoto da maior parte das instalações, maior disponibilidade para inspeção e controle das utilidades de infra-estrutura para atender ao EDISE.

b)Climatização

Localizado em uma cidade em que, no verão, a temperatura pode superar os 40°C, o EDISE está preparado para operar com uma temperatura ambiente em torno de 24°C, devido

ao eficiente sistema de refrigeração de ar que possui. Como alguns setores operam ininterruptamente 24 horas por dia, o projeto de refrigeração foi dividido em dois sistemas: o de horário normal de expediente, atendendo aos ambientes de escritório; e o de horário permanente, atendendo ao Centro de Processamento de Dados, Centrais de Telecomunicações e Alta Administração da Companhia. No total, são 300 aparelhos, *fan-coils*, distribuídos pelos andares, com capacidade total de 48 milhões de BTUs. Esses *fan-coils* são alimentados com água gelada produzida numa central, localizada no 2º subsolo, com capacidade de 5 mil toneladas de refrigeração (TR), beneficiando, assim, cerca de 65 mil m^2 de áreas de escritórios.

c) Abastecimento de água e rede hidráulica

O EDISE é abastecido com água potável proveniente da rede publica e armazenada em caixas de entrada, localizadas abaixo do 2º subsolo, com capacidade de 1,8 milhões de litros e superiores, com capacidade de 1,14 milhões de litros. Dispõe, ainda, de dez reservatórios superiores, distribuídos pelo 5º, 12º, 19º e 26º pavimentos, que totalizam 2,4 milhões de litros. Mais de 30 quilômetros de tubulações foram utilizados nas instalações de água fria, água de combate a incêndio, água gelada filtrada, águas pluviais e esgotos primários e secundários.

d) Automação

O prédio possui um Sistema de Supervisão e Controle Predial (SSPC) para controle dos sistemas de utilidades, tais como: sistema de refrigeração, iluminação, abastecimento de água etc. Tudo está programado para ligar e desligar automaticamente, e uma estação de operação permite o controle dos 12 mil pontos de automação existentes no prédio.

Possui, também, um sistema de detecção de incêndio com monitoramento de bombas e redes, detecção de fumaça e sistema de alarme, com monitoramento de 7 mil pontos endereçados, interligando em rede, controlado a partir de três centrais interligadas por laços redundantes.

e) Segurança e prevenção de incêndios

No EDISE, a segurança é prioridade. Todas as oito entradas, além das garagens, são monitoradas por um circuito interno de TV. Todas as entradas possuem roletas que são

liberadas após leitura da tarja magnética dos crachás dos empregados. Os visitantes são identificados na recepção e só ingressam no prédio mediante autorização de um empregado. Para ingresso nas garagens, os carros precisam estar cadastrados e possuírem *tag* para abertura das cancelas.

O EDISE dispõe de recursos na área de prevenção e combate a incêndios. O prédio possui uma reserva técnica de água para incêndio de 300 mil litros, totalizando 6,8 mil metros de mangueiras ligadas a hidrantes.

Além de instalações fixas de prevenção de incêndios, foram utilizados materiais incombustíveis na construção das paredes divisórias, forros falsos e revestimentos em geral. O sistema de prevenção de incêndios é composto por um complexo que envolve:

(a) hidrantes e extintores manuais (aproximadamente 1,2 mil unidades extintoras entre água pressurizada, CO_2 e pó químico) distribuídos em todos os andares, nos corredores e no núcleo central;

(b) instalações de redes de chuveiros automáticos (*sprinklers*) em todos os andares;

(c) redes de gás carbônico, em todos os ambientes, onde não se aplica água para extinção de incêndios;

(d) sistema de detecção de fumaça e alarme;

(e) sistema de água e espuma instalado no heliponto;

(f) ramal de comunicação direta com o corpo de bombeiros;

(g) sistemas de auto-falantes em todos os andares para anunciar situações de emergência, entre outras;

(h) sistema de proteção, por agente supressor, classificado como agente limpo, específico para controle de focos de incêndio em equipamentos eletrônicos, instalado no CPD.

O prédio também é servido por uma brigada de emergência 24horas, composta por bombeiros civis, todos profissionais da área de Segurança do Trabalho. Esta brigada é treinada, periodicamente, e está equipada com roupas e equipamentos autônomos para combate a incêndios, além de materiais e equipamentos para resgate.

Objetivando preparar a população para situações de emergência, no EDISE, freqüentemente, são programados exercícios simulados com as equipes pertencentes ao Plano de Emergência Local (PEL). No simulado de campo, onde um cenário do PEL é posto em prática, o edifício é totalmente desocupado. Para isso, é realizado um planejamento detalhado, envolvendo os órgãos públicos, visando a causar menor impacto no centro da cidade do Rio de Janeiro, tendo em vista a localização do edifício e a sua grande população.

f) Recolhimento e reciclagem de lixo

Todos os andares contam com coletores identificados por cores e símbolos para o recolhimento segregado do lixo. Os resíduos produzidos no edifício são recolhidos por funcionários treinados e encaminhados para o subsolo, onde são acondicionados e posteriormente recolhidos por empresas especializadas na atividade de reciclagem.

Campanhas educativas são apresentadas à população do edifício, com o objetivo de conscientização dos empregados da Companhia quanto às questões ambientais.

g) Qualidade de vida

O saguão do EDISE é aproveitado pela Petrobras para a realização de eventos, exposições e campanhas internas. O uso deste espaço visa a proporcionar a disseminação da cultura em segurança, meio ambiente de saúde, de acordo com a Política de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) da Companhia e de informações sobre as áreas de atuação da Companhia, além de comemorações de datas do calendário nacional.

No 25º andar do edifício, funciona o Centro de Promoção da Saúde, em uma área de 870 m^2, onde são desenvolvidos programas de condicionamento físico, incluindo aulas de ioga, *tai chi chuan*, alongamento, ginástica e técnicas de meditação.

As áreas de jardins proporcionam aos empregados o contato com a natureza nas horas de descanso, lazer e nos eventos de confraternização.

h) Comparação das características construtivas:

i. O volume de concreto armado empregado é suficiente de para a construção de 175 mil m^2 de prédios convencionais, correspondentes a 1.500 apartamentos de tamanho médio.
ii. Os 15 MVA de potência elétrica instalada correspondem à demanda de uma cidade de 50.000 habitantes.
iii. A área total construída de 125 mil m^2 equivale a dez campos de futebol.
iv. A instalação de ar condicionado é equivalente a 5.000 aparelhos individuais domésticos.

v. O conjunto de 25 elevadores pode transportar simultaneamente 506 pessoas – o que equivale a 11 ônibus lotados – e cada um pode atingir a velocidade de 5,3 metros por segundo.

4.1.2 Intervenções realizadas no edifício sede da Petrobras

A busca da eficiência energética como uma das maneiras de minimizar os impactos ambientais inerentes às atividades de operação e manutenção é uma determinação da direção da Petrobras. A Companhia se beneficia com as ações de eficiência energética não apenas com a economia direta, obtida pela melhoria da relação entre a energia empregada e o volume produzido, mas também pela sua permanência no rol de empresas listadas no Índice Dow Jones de Sustentabilidade. Na dimensão ambiental desse índice, um dos critérios é o da ecoeficiência, no qual a Petrobras obteve pontuação máxima em 2007, mantendo a performance de 2006, ano de sua inclusão no referido índice.

As grandes ações voltadas para melhoria de eficiência energética no edifício, onde o emprego de água e energia é essencialmente humano, mas bastante significativo, foram realizadas ao longo dos anos, com modernizações dos sistemas implantados em várias etapas, proporcionando não apenas ganhos econômicos, mas ambientais. As alterações realizadas no EDISE são apresentadas e discutidas a seguir.

4.1.2.1 Sistema de climatização

Os ganhos energéticos proporcionados pela instalação nas fachadas dos *brise-soleils*, na época da construção, são na ordem de 60% de energia, que seriam gastos com a refrigeração do ar.

Com o propósito de aumentar este ganho energético, estão sendo realizadas reformas na Central de Água Gelada (CAG) do EDISE, que abastece o sistema de refrigeração. Após a substituição de quatro Unidades de Refrigeração (UR), já houve uma economia de 30% no gasto de energia do sistema de ar climatizado. A obra continua em andamento sendo esperada

uma redução ainda maior, com a substituição das outras Unidades e equipamentos do Sistema existentes por novos, mais eficientes.

A reforma abrange as Torres de Arrefecimento do EDISE, o novo sistema de automação, substituição das bombas centrífugas por outras com motor elétrico de alto rendimento, com controle por meio de variadores de freqüência integrados ao novo sistema da automação, e novos trechos de linhas de água gelada para implantação de novo sistema, que será desmembrado em dois anéis (primário-secundário), de forma a se obter uma melhor performance, com ênfase na eficiência e na garantia da continuidade operacional do sistema.

A eficiência energética obtida com a reforma de modernização do sistema e dos equipamentos da Central de Água Gelada do EDISE, demonstrada da Tabela 4, abrangem:

(a) Substituição das unidades de refrigeração → A substituição das unidades de refrigeração antigas, originais do Edifício, com cerca de 35 anos, que consumiam 1,2 kW para cada Tonelada de Refrigeração (TR), por novos equipamentos que consomem 0,65 kW por cada TR, o que demonstra que mesmo aumentando a potência em quase 20 %, houve um decréscimo de carga instalada de quase 50%.

(b) Substituição das bombas de água gelada → as novas bombas de água gelada vão atender ao prédio com menor gasto energético, pois haverá a implantação de um anel secundário, substituindo o sistema atual formado por dois anéis de água gelada distintos, um que abastece todo o prédio e atua no horário normal, e outro que atua em horário permanente (24 horas), refrigerando o Centro de Processamento de Dados (CPD). Com a implantação do anel secundário, haverá a interligação dos dois sistemas de água, que, com a substituição de novas bombas de água gelada, irá gerar uma considerável melhora na eficiência do sistema.

(c) Bombas de água gelada com variadores de freqüência → Essa nova aquisição permitirá uma maior eficiência na chamada “hora extra”, pois com o atual sistema, se utiliza a mesma potência para refrigerar todo o prédio ou apenas um andar, cenário que irá mudar com os novos equipamentos já adquiridos.

(d) Substituição das bombas de água condensada → a troca por equipamentos mais eficientes, que resultará numa diminuição no consumo de energia, gerando uma economia de aproximadamente 15%.

Com a reforma das torres de arrefecimento, onde haverá alteração do processo de troca de calor de contra fluxo por fluxo cruzado, espera-se que a temperatura de retorno de água de condensação das URs seja menor que os atuais 29°C, o que irá aumentar a eficiência dos equipamentos.

Tabela 4 - Melhorias obtidas com a reforma na Central de Água Gelada do EDISE.

	Características do sistema									
	Antes da reforma					Depois da reforma				
	Quant.	Potência	Un.	Eficiência	Un.	Quant.	Potência	Un.	Eficiência	Un.
Unidades de refrigeração	4	825	TR	1,2	kW/ TR	4	1000	TR	0,65	kW/TR
	3	485	TR	1,2	kW/ TR	2	500	TR	0,65	kW/TR
Bombas de água gelada	10	100	CV	80	%	10	20	CV	94	%
	3	75	CV	80	%	3	15	CV	94	%
Bombas de água condensada	10	100	CV	80	%	10	125	CV	94	%
	3	60	CV	80	%	3	60	CV	94	%
Bombas de água gelada com variador de freqüência	0	0	CV	0	%	4	125	CV	94	%

Unidade**:** CV – cavalo vapor

Fonte: Pourchet (2008)

Outra intervenção importante no sistema de climatização foi a substituição da utilização do gás freon CFC pelo Freon R134, que trouxe ganhos ambientais importantes, além do atendimento ao protocolo de Kyoto.

Apesar de diversas intervenções já realizadas no EDISE, existe um projeto de reforma para todo o edifício que modernizará as instalações e sistemas, adequando, também, o edifício para atendimento à legislação atual. Com o intuito de verificação da eficiência dos sistemas propostos, foram realizadas obras no 6° pavimento. Este pavimento foi totalmente reconstruído, e, para refrigeração deste andar, foi utilizado o sistema de ar condicionado por teto radiante, com a instalação de variadores de freqüência, motores de alta eficiência e aumento dos pontos de supervisão para monitoramento do consumo de energia do ambiente.

O sistema de teto radiante propicia a movimentação da água gelada por serpentinas sobre placas de alumínio presas aos forros metálicos, sendo evitadas correntes, ruídos e jatos de ar direto sobre as pessoas nos escritórios. Forma-se uma camada de ar frio que desce, por ser mais pesada, e esfria os ambientes por igual.

A economia de energia, obtida com a implantação desse sistema, está na ordem de 53%, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Economia de energia no consumo do sistema de ar condicionado após reforma no 6º pavimento do EDISE.

	Potência elétrica em KVA			% de economia
	Antes	**Depois**	**Diferença**	
Ar condicionado	41,24	19,39	21,85	52,98

Fonte: Pourchet (2008)

4.1.2.2 Sistema de aquecimento da água

Com a construção do Centro de Promoção da Saúde, foram instalados na cobertura do prédio, painéis termossolares com 100m^2 de área para aquecimento solar da água (Figura 7), que serve aos chuveiros dos vestiários. Diariamente, os 10 mil litros de água aquecida geram uma economia de cerca de 52 MWh ao ano.

Figura 7 - Painéis termossolares com 100m^2 de área, instalados na cobertura do EDISE.
Fonte: Banco de imagens da Petrobras. (2007)

4.1.2.3 Sistema elétrico

Foram realizadas substituições dos transformadores de ascarel, da subestação de energia elétrica, por transformadores a seco, em obediência à legislação vigente, com ganhos ambientais e de segurança do trabalho.

Na reforma do 6º pavimento do EDISE, foram substituídas as luminárias com quadro de lâmpadas de 40W e reator convencional por luminárias de alta performance, espelhadas

com duas lâmpadas de 36W com reator eletrônico, gerando uma economia de 40% no consumo de energia elétrica, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Economia de energia consumida pelo sistema de iluminação obtida com a reforma no 6º pavimento do EDISE.

	Potência elétrica em KVA			**% de economia**
	Antes	**Depois**	**Diferença**	
Iluminação	72,1	42,96	29,14	40,42

Fonte: Pourchet,2008

4.1.2.4 Sistema de água potável

No EDISE, a água é utilizada para consumo humano, no sistema de refrigeração, na conservação e limpeza, nas manutenções e obras, e para aguar os jardins internos e externos. Trata-se de um edifício para ser utilizado para atividades administrativas, mas devido a sua magnitude, possui características e consumos de área industrial.

Com o intuito de racionalidade no consumo de água, foram realizadas obras nos banheiros coletivos dos pavimentos, as bacias sanitárias, que consumiam 18 L por Flash, foram substituídas por outras que fazem 6 L por *flash* (descarga)

Nos lavatórios, foram instaladas torneiras, com acionamento automático (por sensor), que se desligam após o uso, tudo sem contato manual. O funcionamento automático garante a minimização do desperdício de água, reduzindo o consumo em 30 a 77 %, de acordo com o fabricante.

Os mictórios possuem o sistema de acionamento automático por sensor, com potencial econômico de água em até 80%, de acordo com o fabricante, se comparados a produtos convencionais.

4.1.2.5 Sistema de coleta seletiva e reciclagem do lixo

Todos os andares do EDISE, além dos jardins, contam com recipientes especiais para o recolhimento segregado do lixo. O lixo seco reciclável, produzido no edifício, é armazenado provisoriamente no subsolo, em boxes para cada tipo de resíduo: papel (fragmentado, em

granel, misto e papelão), metais, plásticos (especialmente garrafas), cartuchos e *tonners*. Empresas especializadas e licenciadas recolhem os resíduos para reciclagem.

Na Tabela 7, podem ser vistas a média de produção nos últimos três anos e a economia obtida com a venda desses materiais a empresas especializadas em reciclagem.

Tabela 7 - Média de produção nos últimos três anos e a economia obtida com a venda lixo seco reciclável no EDISE.

	Papel Fragmentado	**Papel em granel**	**Papel misto***	**Papelão**	**Metal**	**Garrafa plástica**
Média do volume produzido (T)	21,6	92,1	317,5	12,5	49,7	3,5
Economia (R$)	7.070,00	30.835,00	16.066,00	3.127,00	10.929,00	1.037,00

* Papel toalha dos banheiros molhado com água e papel recolhido nos postos de serviço.

Fonte: Gerência de administração do EDISE,2008

O lixo não reciclável, assim como lâmpadas fluorescentes e óleo combustível dos geradores usado, é separado e encaminhado ao tratamento mais adequado. Na Tabela 8, pode-se ver a média de produção desses resíduos nos últimos três anos e o seu destino final.

Tabela 8 - Média dos últimos três anos de volume total produzido e destino final de resíduos não recicláveis, lâmpadas fluorescentes e óleo combustível usado no EDISE.

	Volume total	**Tratamento**
Lâmpadas fluorescentes	48.000 un.	Tratamento e Reciclagem
Óleo combustível usado	2000 Litros	Reciclagem
Resíduos contaminados por óleo	0,8 T	Co-processamento
Lixo comum não reciclável	471	Aterro Sanitário
Orgânico (restos de alimentos)	***	Aterro Sanitário
Pilhas e baterias (também geradores)	0,6 T	Aterro Industrial
Restos de obra	2.850 m³	Aterro Sanitário
Resíduos do Serviço de Saúde	1,8 T	Incineração

Fonte: Gerência de administração do EDISE (2008)

4.1.2.6 Acessibilidade

Para o atendimento à legislação vigente, e adequar as instalações do EDISE aos portadores de deficiência que pertencem ao quadro funcional da empresa, foram construídos,

em cada andar, banheiros exclusivos para pessoas com limitações físicas. Para permitir o livre acesso nas dependências, foram eliminados degraus e ressaltos, com a construção de rampas.

4.2 DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO EDIFÍCIO-SEDE DA PETROBRAS – EDISE

A função deste capítulo é buscar as diretrizes que possibilitarão aplicabilidade na gestão ambiental do EDISE, para uma futura avaliação de sustentabilidade. As informações obtidas, nos itens anteriores, foram utilizadas na metodologia escolhida, sendo realizada em três etapas, a seguir.

4.2.1 Análise da metodologia escolhida

Tomando como base o Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), há que se indicar que sua estrutura de avaliação é suficientemente abrangente e a divisão dos indicadores em etapas do ciclo do empreendimento – planejamento, projeto, execução e uso/operação – facilita a visualização das responsabilidades. Para conhecer o desempenho ambiental do edifício, é necessário ponderar a interação entre as atividades desenvolvidas durante todo o seu ciclo de vida e o meio ambiente, identificando os possíveis impactos ambientais associados. As questões metodológicas formuladas delineiam diretrizes orientativas que possibilitam a aplicação neste estudo de caso. As Figuras A1 a A6 (vide Anexo) ilustram exemplos dos referidos formulários.

Analisando o programa BRAiE, verifica-se que a sua estrutura de avaliação tem como base o tratamento de dois pontos essenciais: (1) gestão ambiental, (2) indicadores e metas:

(1) gestão ambiental – conceito e importância:

Segundo Brabieri (2004), os termos administração, gestão do meio ambiente ou, simplesmente, gestão ambiental são entendidos como as diretrizes e as atividades administrativas e operacionais, tais como: planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas, com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente,

seja pela redução ou eliminação dos danos, seja por problemas causados pelas ações humanas ou, ainda, evitando que eles surjam.

Para a estruturação de um Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA), é necessário, portanto:

(a) estabelecimento de uma estrutura para demonstrar a proteção ambiental em termos de definição de diretrizes e políticas, bem como para a operacionalização das mesmas;
(b) atribuição clara de responsabilidades e autoridades para as funções que exerçam atividades afetando o meio ambiente;
(c) implantação de procedimentos e instruções que possam assegurar as sistemáticas vigentes na organização;
(d) estabelecimento de controles sobre as atividades, processos e produtos com efeitos sobre o meio ambiente, e
(e) aplicação adequada de recursos financeiros, materiais e humanos, respeitando a disponibilidade dos mesmos.

Segundo Machado (2002), os procedimentos que envolvem a implementação de SGA procuram mostrar as vantagens ambientais e econômicas, decorrentes da adoção de medidas preventivas e corretivas em relação aos impactos negativos da poluição. Dentro deste contexto, destaca Pereira (2005) que uma nova filosofia de gestão designada ecoeficiência conjuga a redução do consumo de recursos naturais e a economia de recursos financeiros, apresentando grande atratividade para as empresas.

A ecoeficiência é definida como o estilo gerencial que busca produzir mais com menos insumos e menos poluição, mantendo produtos e serviços a preços competitivos. Logo, o objetivo final é melhorar a qualidade de vida da sociedade enquanto que, progressivamente, os impactos ambientais e o uso de recursos naturais tornem-se adequados à capacidade de sustentação do planeta (AMARAL, 2004).

A importância do Sistema de Gestão Ambiental, portanto, deve-se à determinação dos requisitos legais e dos aspectos ambientais associados com as atividades, produtos e serviços de uma empresa voltados ao incremento da sua ecoeficiência, necessário para alcançar um nível de desempenho de sustentabilidade minimamente satisfatório.

(2) indicadores e metas – conceito e importância:

Segundo Salgado (2004 apud PEREIRA, 2005), a avaliação da eficiência e eficácia da implementação de medidas ecoeficientes será revelada a partir do uso de indicadores, que, ao

serem transformados em números índices, poderão ser objeto de comparação. A partir da medição da ecoeficiência, a empresa pode reportar o seu desempenho global. Pode-se medir o progresso em seu desempenho econômico e ambiental.

Um indicador é um parâmetro (propriedade medida ou observada) ou valor derivado de parâmetros que fornece informação sobre um determinado fenômeno (OECD, 1993). Segundo Silva (2003), um indicador possui significado sintético e é desenvolvido para um objetivo específico. Estas duas características fazem com que seu significado transcenda as propriedades diretamente associadas ao valor do parâmetro e apontem as principais virtudes do uso de indicadores, que são:

(a) reduzir o número de medidas e parâmetros necessários para descrever uma determinada situação. O número de indicadores e o nível de detalhamento contido num conjunto de indicadores têm de ser limitados (pequenos números de indicadores podem ser insuficientes para prover a informação necessária – número excessivo de indicadores tendem a distorcer e não ter relevância);

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

Indicadores capturam tendências para informar aos agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e monitoramento de políticas e estratégias, e facilitar o relato das medidas adotadas para implementação do desenvolvimento sustentável. Para ser útil, um indicador deve permitir uma explicação das razões das mudanças em seu valor ao longo do tempo, ser suficientemente simples, na maneira em que descreve problemas freqüentemente complexos, e usar definições comuns de componentes-chave e normalização, para permitir comparações (COLE (2002), apud SILVA, 2003)

Apesar de fundamentais para ajudar a unificar a tomada de decisão econômica, social, ambiental e institucional, indicadores *per si* não são capazes de promover melhoria de desempenho. Metas de desempenho são igualmente necessárias, para embasar os indicadores e permitir a avaliação do progresso e, juntamente com listas estruturadas de indicadores, são ferramentas importantes de tomada de decisão em:

a) nível de governança e gestão, pois constituem um veículo interno para avaliar a consistência entre as políticas econômica, ambiental e social e o seu desempenho real. A uniformidade de relato facilita a comparação com outras organizações e o reconhecimento de melhorias de desempenho;

b) nível operacional, pois fornecem uma estrutura lógica para aplicação de conceitos de sustentabilidade nas operações, serviços e produtos da empresa, e guiam o desenvolvimento de dados e sistemas de informação para estabelecer e monitorar o progresso em direção a metas econômicas, ambientais e sociais;

c) termos de comunicação, pois permitem compartilhar informações e promover diálogo com as partes interessadas internas e externas, no que tange às conquistas e aos desafios da organização em alcançar suas metas (SILVA, 2003).

Silva (2003) relata que, no nível de edifícios e do ambiente construído, os indicadores de sustentabilidade são necessários para: **(1)** estabelecimento de metas; **(2)** medição do desempenho (aderência às metas) de edifícios e projetos de diferentes agentes do processo de construção ou de diferentes regiões ou países; **(3**) avaliação, pelos agentes de decisão e de políticas públicas, de estratégias econômicas e tecnicamente viáveis para melhorar a qualidade de vida; **(4)** utilização, pelos diferentes agentes no processo de construção, como diretrizes e ferramentas para melhorar as práticas correntes e a qualidade da construção; e **(5)** fins de marketing e de comunicação com as partes interessadas.

Pereira (2005) comenta que a identificação de indicadores é uma etapa de valor significativo no processo, uma vez que a meta da ecoeficiência é aprimorar o desempenho de um empreendimento e monitorar sua evolução, por meio de dados que sejam transparentes, capazes de serem obtidos e possam ser transformados em informações significativas tanto para o gerenciamento interno do empreendimento como para os grupos de agentes externos interessados.

Para a avaliação de desempenho ambiental, é importante que os indicadores sejam apropriados e retratem o estágio de evolução da gestão em direção aos objetivos estratégicos da empresa, e que as metas estejam referenciadas para a sustentabilidade.

4.2.2 Aderência dos dados coletados aos requisitos do programa

A coleta de informações possibilitou a verificação das similaridades existentes entre os requisitos do programa e os dados históricos e atuais do edifício, nas fases do ciclo do empreendimento.

Na fase de planejamento do EDISE, constata-se que as decisões arquitetônicas visaram a causar grande impacto econômico, social e ambiental, pelos espaços criados, e seu

efeito na saúde, conforto, satisfação e produtividade dos usuários. Foi concebido, segundo o estilo pós-moderno, com utilização de três materiais: concreto, vidro e alumínio, com integração de soluções inovadoras, em contraste com os padrões contemporâneos de grandes edifícios. Apesar de todas as características construtivas serem de vanguarda para a época, verifica-se que, no que se refere à sustentabilidade do edifício, algumas premissas não foram contempladas.

Como um primeiro passo, neste estudo de caso, optou-se por iniciar a verificação de aderência aos parâmetros existentes no programa de avaliação, em cada etapa estágio do ciclo de vida do edifício, buscando, com o resultado, um direcionamento à formação das diretrizes. Como muitos parâmetros não foram atendidos, ora por falta de dados, ora por não terem sido considerados na fase respectiva, tendo em vista que, à época de sua construção, o modelo construtivo não divisava a sustentabilidade, o desempenho mínimo, em cada etapa de avaliação (>50%), não foi alcançado, não permitindo a classificação de desempenho, que se baseia no total de pontos obtidos. (Figura 8).

Na aplicabilidade do programa, constatou-se que os percentuais de cada fase do ciclo do empreendimento (planejamento, projeto, construção e operação), somados ao percentual dos bônus relativos a cada fase, apresentaram percentuais baixos na relação de total de pontos sobre pontos possíveis. A maior pontuação geral foi no indicador ambiental, onde os créditos em bônus refletem a proatividade em sustentabilidade, mostrando que as inovações adotadas em projeto, assim como as intervenções já realizadas, elevam a performance ambiental do edifício.

Na Figura 8, apresenta-se o resultado da avaliação de sustentabilidade do EDISE, onde a pontuação global alcançada foi de 16 pontos, considerando-se pesos iguais para os temas gestão, ambiental, social e econômico. O *benchmark* utilizado foi o contido no programa, denominado “Prática típica SP”, cujos valores, segundo Silva (2003), foram estimados com o maior rigor possível, considerando a limitação de normalização e dados nacionais. De maneira geral, quando existentes, foram utilizados valores de normas ABNT, códigos de obras, dados nacionais publicados e recomendações sem poder normativo, feitas por órgãos como o PROCEL, por exemplo.

Ressaltam-se as dificuldades relativas quanto à obtenção de informações no mercado, para grande parte dos indicadores de sustentabilidade. Objetivando a formação de *benchmark*, a falta de um banco de dados confiáveis, não permite as comparações necessárias.

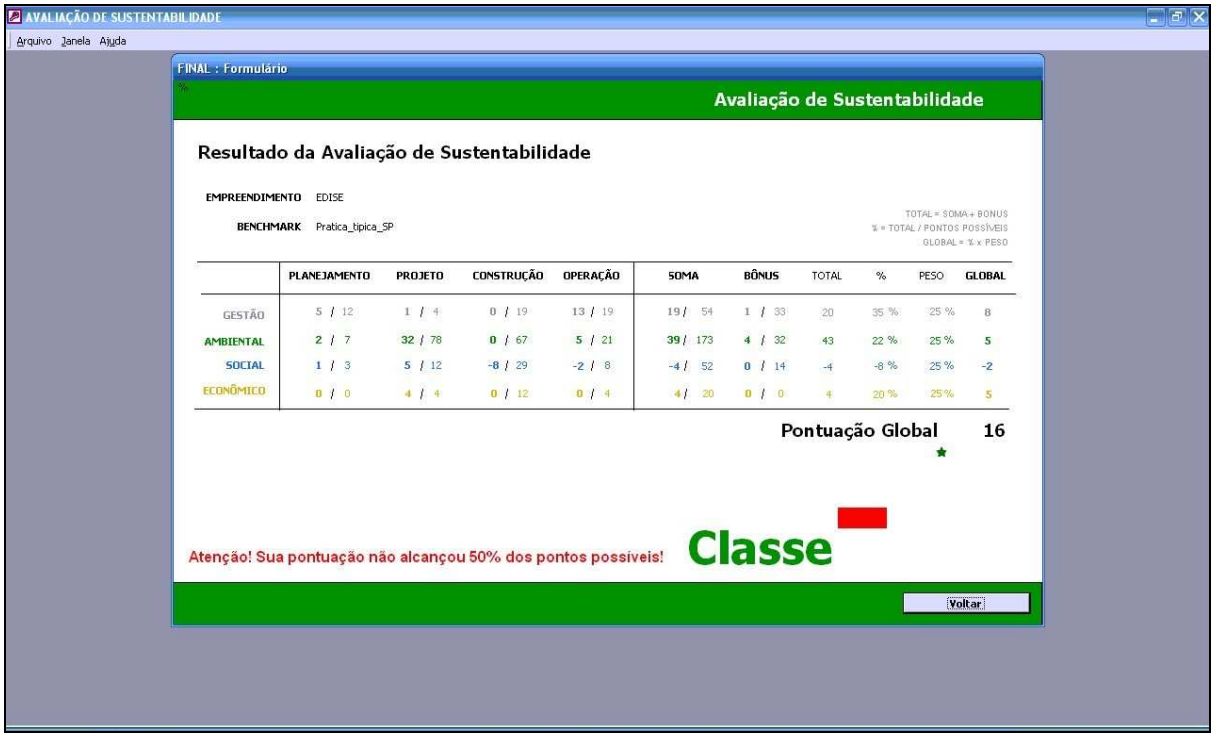

Figura 8 - Resultado da avaliação de sustentabilidade do EDISE, gerado pelo Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE).
Fonte: Silva (2003)

As Figuras 9, 10, 11 apresentam os parâmetros de sustentabilidade encontrados em cada etapa do ciclo do EDISE.

As práticas sustentáveis aplicadas do planejamento à construção do EDISE não configuram uma base estruturada de um sistema de gestão ambiental. Constata-se que não foram implantadas, no projeto, alternativas práticas de controle de qualidade e melhoria ambiental, além da falta de indicadores com metas bem determinadas que possibilitassem a mensuração de ganhos energéticos (Figura 9).

Sendo a localização do EDISE em área urbana, a sua construção não causou impactos significativos sobre os habitats e espécies, não havendo alterações na ecologia local. O projeto integrou-se à construção de outros prédios de igual importância arquitetônica, como o prédio do BNDES, o prédio do extinto BNH, atualmente Caixa Econômica e a Catedral Metropolitana do Rio de Janeiro, revitalizando e modernizando a localidade.

O projeto contemplou espaços para jardins na área externa e em pavimentos, estes com paisagismo, utilizando espécies brasileiras, de forma a harmonizar o concreto armado com o verde.

Indicadores do Empreendimento		Estágio do Ciclo de Vida do Edifício			
		Planejamento	Projeto	Construção	Operação
Ambientais					
Uso de Recursos	Uso do Solo	Localizado em área urbana - menor impacto sobre habitats e espécies			
	Alteração da Ecologia Local	Área de jardins com paisagismo - espécies brasileiras			
	Energia		Dispositivos energéticamente eficientes para iluminação, condicionamento, ventilação e isolamento		Ganhos energéticos com modernização de sistemas elétricos, climatização, aquecimento de água
	Água		Mecanismos/Procedimentos p/ detectar vazamentos		Racionalização no consumo de água com substituição de aparelhos sanitários.
	Materiais	Racionalização de materiais visando a redução na construção e manutenção.		Armaduras pré-moldadas e esbeltez de elementos construtivos	Substituição de materais danosos ao meio ambiente
Cargas Ambientais	Residuos	Grande volume de material das escavações - construção de 2 subsolos em toda área do terreno.			Coleta seletiva e destinação para reciclagem
	Efluentes	Utilização de rede pública de esgoto			
Gestão do Processo	Integração de Gestão Ambiental ao Planejamento do Processo	Aplicação de aspectos de sustentabilidade			
	Integração de Praticas de Controle de Qualidade ao Processo		Coordenação dos projetos		Programa de manutenção preventiva.
Comprometimento e Proatividade	Sustentabilidade como Prioridade Corporativa				Desenvolvimento e implementação de Plano de Gestão de Resíduos. Política de conservação de energia - CICE
	Proatividade em Sustentabilidade	Uso inovador de estratégias de projeto e tecnologias			

Figura 9 - Indicadores ambientais encontrados nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação do EDISE.
Fonte: Elaborado pela autora

No projeto, foram incluídas medidas de economia de energia, como os dispositivos energeticamente eficientes. Um bom exemplo foi a instalação dos *brise-soleils* nas fachadas, bloqueando a incidência do sol diretamente nas vidraças, que trouxe ganhos energéticos na refrigeração do ar. Na sucessão de formatos diferentes dos pavimentos, obtiveram-se espaços livres, que possibilitaram a ventilação e iluminação dos ambientes internos, proporcionando qualidade e desempenho no uso dos recursos.

Os ganhos energéticos, com a modernização dos sistemas elétricos, de climatização e aquecimento já implantados ou em implantação, estão na ordem de 30% a 80% do consumo.

Na gestão de água, não houve previsão em projeto de coleta e tratamento de água de chuva para uso em irrigação, apenas mecanismos e procedimentos para detectar vazamentos, assim como nenhum tratamento para efluentes. Na fase de construção, faltou a implantação de captação, tratamento e reutilização de água de chuva/ água cinza. As obras efetuadas nos banheiros, onde houve a substituição dos aparelhos hidro-sanitários objetivaram a racionalização do consumo, com ganhos mínimos na faixa de 30%.

No consumo de materiais, houve racionalização: a utilização de estruturas metálicas pré-fabricadas e a esbeltez dos elementos estruturais constituem-se bons exemplos. Alguns

materiais danosos ao meio ambiente foram utilizados na construção, como: ascarel (nos transformadores), asbesto (nas mantas isolantes dos tetos rebaixados) e o gás *freon* CFC, que, ao longo do tempo, foram substituídos.

A construção dos dois subsolos gerou grande volume de material durante a fase de construção. A redução e controle de resíduos foram incorporados ao projeto, a utilização dos cantos internos dos pilares, para a passagem das prumadas hidro-sanitárias e elétricas. visou ao acesso às redes para manutenções, sem a necessidade de realização de demolições; as especificações das estruturas metálicas pré-fabricadas propiciaram, também, a redução de resíduos. Na fase de operação, constata-se uma gestão de resíduo mais eficaz, com coleta, segregação do lixo e destinação final adequada, tendo o Plano de Gestão de Resíduo (PGR) já implantado.

Verifica-se a aplicação de aspectos de sustentabilidade em todo o ciclo de vida do edifício, porém, não de forma sistemática. Quanto ao controle de qualidade do processo, destacam-se a coordenação de projetos e fiscalização da obra e o programa de manutenção preventiva, na fase de operação.

No item comprometimento e proatividade, destacam-se a política de conservação de energia, com a implantação da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), há dois anos em funcionamento, e as inovações feitas na concepção de projeto.

Quanto aos indicadores sociais (Figura 10), os impactos sobre os trabalhadores que participaram da construção não foram mensurados, a obra foi executada por regime de empreitada, sendo realizada por diversas empresas. Cerca de 1500 operários trabalharam na edificação do EDISE, e, ao longo do período de construção, não houve casos de acidentes graves. Na fase de construção, as exigências trabalhistas foram incluídas nos contratos, assim como o atendimento às normas e regulamentações.

A Petrobras possui uma Política de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) implantada, onde consta o compromisso visível com a capacitação e treinamento nas questões de SMS para próprios e contratados. Os ganhos com a diminuição dos acidentes e gravidade dos mesmos apresentam-se nos indicadores como taxa de freqüência de acidentados com afastamento e taxa de gravidade. Nos contratos de serviços, atualmente, foram incluídos benefícios, como: planos de saúde médico-odontológicos extensivos aos familiares.

Indicadores do Empreendimento		Estágio do Ciclo de Vida do Edifício			
		Planejamento	Projeto	Construção	Operação
Sociais					
Impactos sobre os Operários	Satisfação dos Operários			Exigências trabalhistas nos contratos firmados com diversas empresas.	Treinamentos para prórios e contratados. Política de benefícios para contratados.
	Saúde, Segurança e Ambiente de Trabalho			Atendimento as Normas do MTE	Política de Segurança, Meio Ambiente e Saúde implantada.
Impactos sobre os Usuários	Qualidade Ambiente Interno	Variação de formato dos pavimentos idealizada para ventilação, iluminação e humanização.			Projeto piloto em um pav.- melhorias nos itens de iluminação, conforto térmico e acústico.
	Qualidade Ambiente Externo (amenidades e acessibilidade, contexto de transporte)		Acessos adequados e acessibilidade, áreas para lazer (jardins)		Intervenções para acessibilidade.
	Qualidade dos Serviços (manutenção do desempenho, flexibilidade e adaptabilidade, controlabilidade dos				Plano de atendimento a solicitações de serviço- pesquisa de satisfação
Impactos sobre a Sociedade	Relacionamento com a Comunidade, Clientes, Usuários Finais e Fornecedores		Melhoria do entorno do edifício.		Geração de oportunidades de negócio no entorno.
Comprometimento e Proatividade	Contribuição para a Construção de Comunidades Estáveis	Edifício integrado ao plano de revitalização do Centro do Rio de Janeiro			Envolvimento em projetos locais para melhoria da comunidade.

Figura 10 - Indicadores sociais encontrados nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação do EDISE.
Fonte: Elaborado pela autora

Verifica-se que as características principais do projeto do EDISE, quais sejam: simplicidade, funcionalidade e equilíbrios das formações “cheias e vazias”, proporcionaram a qualidade dos ambientes internos. Os formatos diferentes para os pavimentos, onde a plástica foi o resultado natural da função e da técnica, intencionaram a melhor ventilação e ocasionaram melhoria na iluminação e no convívio social dos usuários do prédio; os jardins ali construídos oferecem, aos ocupantes do edifício, locais para lazer e integração. Salienta-se que o projeto contemplou facilitar os acessos internos e externos aos usuários.

Quanto à qualidade dos ambientes externos e dos serviços, destacam-se as intervenções para acessibilidade aos portadores de deficiências às dependências do EDISE e o plano de atendimento às solicitações de serviços, que determinam prazos para o atendimento das mesmas, resultando, positivamente, na pesquisa de satisfação de cliente. Outro ponto de destaque é o projeto piloto no 6º pavimento (projeto de reforma), que trouxe melhorias na iluminação, conforto térmico e acústico para os empregados que ocupam o andar.

A construção do edifício gerou oportunidade, em seu entorno, para o desenvolvimento do comércio e a prestação de serviços. Devido às solicitações realizadas pela administração

do EDISE à Prefeitura do Rio de Janeiro e envolvimento nos projetos locais, os serviços de segurança, limpeza e conservação das áreas públicas estão sendo aprimorados, com melhoria para toda comunidade.

Indicadores do Empreendimento		Estágio do Ciclo de Vida do Edifício			
		Planejamento	Projeto	Construção	Operação
Econômicos					
Produtividade no Canteiro	Horas homem trabalhadas, custos total da obra	Obra por empreitada - licitações em cada fase da construção			Gestão de acidentes, incidentes e desvios - contratados e próprios.
Melhoria do Produto Oferecido	Custos ciclo de vida, investimentos, agregação de valor e benefícios	Utilização de materiais nacionais, somente o aço inoxidável adquirido no exterior.			Bom índice de satisfação dos clientes para serviços de manutenção
Gestão do Processo	Integração de Praticas de Controle de Qualidade ao Processo		Facilidades adequadas para as atividades de manutenção		Programa de manutenção preventiva dos sistemas e equipamentos realizado por equipes especializadas e treinadas.

Figura 11 - Indicadores econômicos encontrados nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação do EDISE.
Fonte: Elaborado pela autora

A gestão de acidentes, para empregados próprios e contratados, sempre foi acompanhado pela Companhia, tanto na fase de construção, quando a obra foi realizada por regime de empreitadas, quanto na fase de operação e manutenção (Figura 11). Os aprendizados, ao longo dos anos, e a implantação da Política de SMS fizeram o número de acidentes diminuir e as ações de prevenção ficarem mais eficazes, conforme afirmado anteriormente.

O EDISE foi edificado com a utilização de materiais de construção nacionais e de boa qualidade, visando a facilitar a manutenção e conservação; apenas o aço inoxidável foi importado. Na especificação dos materiais, não foram considerados os impactos relativos ao transporte dos mesmos, o principal objetivo foi a utilização de materiais nacionais.

A gestão do processo, já na fase de projeto, apresentou facilidades para as atividades de manutenção, vindo a se consolidar, na fase de operação, no programa de manutenção preventiva dos sistemas e equipamentos, que é realizado por equipes capacitadas e treinadas para este fim.

Na utilização do edifício, se potencializa a interferência dos usuários e gestores do edifício, assim como os relacionamentos com a comunidade da circunvizinhança. As regulamentações normativas também trazem interferências significativas, quando na adequação das instalações às exigências legais. A adoção de práticas mais sustentáveis,

durante o ciclo de vida de um edifício, é, sem dúvida, uma questão de cultura e educação de todos os envolvidos; de projetistas, construtores e incorporadores a gestores e operadores (incluindo a manutenção), abrangendo, até, os usuários finais, de forma a considerar a sustentabilidade – e seus benefícios –um dos objetivos do empreendimento.

4.2.3 Diretrizes para uma futura avaliação do EDISE

Em síntese, as ferramentas utilizadas pelo sistema de gestão ambiental abrangem da implementação de medidas de redução dos impactos negativos até auditorias e certificações ambientais. Na análise do sistema, as variáveis de sustentabilidade devem fundamentar e nortear o processo de formação dos objetivos e metas ambientais, de forma a atingir o equilíbrio socioambiental e econômico, para dar suporte á tomada de decisões e facilitar a gestão de negócios.

O sistema apresenta, na fase de implementação e funcionamento, a arquitetura de sua estrutura, com a identificação das responsabilidades, competências, documentações (registros), legislações pertinentes, planejamento da operação e a comunicação ás partes interessadas, de forma organizada e sistemática. Na fase de controle operacional, o monitoramento, as revisões, as avaliações da operação sofrem avaliações externas que apresentam as ações corretivas, em forma de planos de ação, traduzindo-se em melhorias contínuas para a gestão ambiental, conforme apresentado na Figura 12.

O nível de desempenho ambiental é o resultado da administração eficiente dos consumos de energia, de água, dos materiais e da gestão dos resíduos, com o objetivo de proporcionar qualidade de vida aos usuários.

Figura 12 - Diretrizes para Gestão Ambiental
Fonte: Elaborada pela autora

Entretanto, o desempenho ambiental passa para patamares de sustentabilidade, quando o direcionamento da gestão estiver além do cumprimento normativo e legal. Dentro deste contexto, baseado nos parâmetros da metodologia utilizada, e com o propósito de orientar os gestores do EDISE numa futura avaliação ambiental, com vistas à sustentabilidade, são apresentadas as diretrizes abaixo, na Figura 13, as quais serão detalhadas a seguir.

Diretrizes
Consumo de água
• Programa de Conservação de Água – PCA • Campanhas educativas • Captação e aproveitamento de águas pluviais • Sistemas de medição setorizada do consumo de água e de detecção de vazamentos • Sistemas de reaproveitamento e reciclagem

Consumo de energia
• Diagnóstico energético • Redução na demanda de pico na infra-estrutura • Manutenção de parâmetros de desempenho crítico sobre condições anormais • Divulgação do programa anual de conservação de energia da CICE • Campanhas educativas
Consumo de materiais
• Aquisição de materiais com selos ambientais, recicláveis e reutilizáveis • Rejeição de materiais, produtos ou processos produtivos poluidores • Revisão das especificações do projeto piloto (reforma do 6° pav.) • Uso racional dos materiais, visando a minimizar perdas por entulho ou resíduos
Gestão de resíduos
• Campanha educativa dos 4 R (reduzir, reciclar, reutilizar, rejeitar) • Reforço no treinamento de todos os envolvidos na coleta seletiva • Plano de gestão de resíduos para canteiro de obras
Gestão ambiental
• Implantação da gestão da rotina e gestão das diretrizes • Consolidação dos indicadores existentes e identificação de novos indicadores • Determinação das metas de desempenho • Utilização do ciclo do PDCA
Qualidade de Vida
• Pesquisa de satisfação do cliente interno • Comunicação e divulgação de resultados relativos à qualidade de vida

• Atuação junto aos órgãos públicos e comunidade
Método para avaliação futura
Metodologia que considere: • as três dimensões da sustentabilidade • edifícios na fase de operação • auto- avaliação • desempenho potencial e desempenho real • pontuação final baseada em práticas sustentáveis • certificação (podendo ter valor de norma)

Figura 13 - Diretrizes para uma futura avaliação ambiental do EDISE
Fonte: Elaborado pela autora

Apesar das intervenções realizadas, até o presente momento, nas instalações do EDISE, ora adequando-se para atendimento a normas e legislações, ora visando a ganhos econômicos e energéticos significativos, não se pode, ainda, afirmar que a gestão ambiental, implantada na fase de operação do edifício, esteja consistente no que tange a práticas de mercado em direção a um patamar mais sustentável.

As dificuldades em relacionar informações obtidas na escala do edifício, com as dimensões da sustentabilidade e a verificação dos ganhos energéticos nos indicadores existentes, apontam para a necessidade de intervenções, baseadas na reflexão sobre seus efeitos no longo prazo.

a) Quanto ao consumo de água:

Em relação ao consumo de água, de acordo com o documento – "Levantamento do estado da arte: Água, Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável" (FINEP, 2007), tem-se que, na indústria da construção, em especial, na fase de operação dos edifícios, a água é responsável por significativa parcela do impacto sobre o meio ambiente. As perdas de água nos sistemas prediais, devido à má qualidade de materiais e de componentes, agregado a procedimentos relacionados ao uso inadequado da água, resultam em maiores

volumes de consumo e de insumos necessários para o tratamento de água e de esgoto, além da degradação ambiental para a produção desses insumos.

No documento do Projeto FINEP, citado anteriormente, tem-se que o conjunto de ações voltadas para a gestão da oferta e da demanda de água, em edificações existentes, é denominado de Programa de Conservação de Água (PCA).

Um PCA, implantado de forma sistêmica, implica em otimizar o consumo de água, com a conseqüente redução do volume dos efluentes gerados, a partir da otimização do uso (gestão da demanda) e da utilização de água com diferentes níveis de qualidade, para atendimento das necessidades existentes (gestão da oferta), resguardando-se a saúde pública e os demais usos envolvidos, gerenciados por um sistema de gestão da água adequado.

Verifica-se que as intervenções já realizadas no EDISE, nos sistemas hidro-sanitários, foram ações de ordem econômica e tecnológica, onde a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água trouxe ganhos energéticos significativos.

Porém, existe, ainda, a necessidade de implementação de ações relativas ao comportamento do usuário, por meio de campanhas educativas e de sensibilização, voltadas para a redução de consumo, seja quanto ao uso da água nas atividades, seja na mudança de hábitos individualmente.

Outro ponto relevante está relacionado à adoção de sistemas de medição setorizada do consumo de água e de detecção de vazamentos, para as devidas correções. O programa de manutenção preventiva existente e o monitoramento dos sistemas pela automação predial favorecem a funcionalidade, porém atenção deve ser dada a redução de custos na execução, operação e manutenção, através da escolha de materiais e componentes que possuam referência técnica ou que sejam certificados.

As limpezas dos reservatórios de água e os exames realizados, após cada intervenção, garantem a potabilidade da água para consumo pelos usuários do edifício.

Entretanto, esta água deve ser usada somente para uso nobre, existindo a necessidade de construção de sistemas de coleta e de aproveitamento de água pluvial, imprescindível para a redução de consumo, tendo sua utilização na irrigação dos jardins e na limpeza de pisos em geral. Outra medida importante é a adoção de espécies no paisagismo dos jardins que necessitem de pouca rega e um sistema de irrigação eficiente, sem desperdícios.

Dentro do programa de conservação de água, é aconselhável um estudo de viabilidade (custo x beneficio), de sistemas de reaproveitamento da água e de reciclagem de água servida, que poderão constar das intervenções futuras na edificação.

b) Quanto ao consumo de energia:

Constata-se que ações de melhorias, em relação ao consumo de energia, vêm sendo implementadas ao longo dos anos no EDISE. O desenho arquitetônico do envelope incluiu proteções solares - *brises*, que permitem a regulagem, de acordo com as condições requeridas pelos usuários, visando ao conforto térmico dos ambientes e á otimização do consumo de energia, com a refrigeração dos ambientes, revertendo em ganhos energéticos significativos. Na fase de operação, melhorias em sistemas e equipamentos e adoção de energia renovável (aquecimento solar) foram realizadas com o mesmo objetivo.

Apesar das inúmeras ações e não obstante as atribuições da CICE, no que tange à elaboração, o programa anual de conservação de energia, com metas e justificativas, baseadas nas diretrizes do COMCICE, é importante para gestão ambiental do edifício, a realização de diagnóstico energético para garantir o sucesso do programa de conservação de energia. Nele, estarão apresentadas as medidas economicamente viáveis que devem ser implementadas, de forma global, evitando-se medidas estanques e levando-se em consideração a sazonalidade do consumo. É o diagnóstico energético detalhado que garantirá o aproveitamento da sinergia entre as medidas e o alcance da máxima economia possível.

Importante que os instrumentos de combate ao desperdício de energia estejam alicerçados na mudança de hábitos dos usuários e na eficiência energética, esta entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia.

No EDISE, a busca pela eficiência energética é uma constante, as manutenções periódicas e o nível de capacitação da equipe de manutenção, além das intervenções, com a substituição de equipamentos de melhor desempenho, traduzem-se em resultados positivos quanto à eficiência energética. Porém, atenção deve ser dada à habilidade para manter parâmetros de desempenho crítico sobre condições anormais, por exemplo: queda de energia; a medidas para isolar seções críticas do edifício ou sistemas por danos que possam acontecer por causas diversas; a redundância nos sistemas como sistema *back-up* para iluminação ou sistemas críticos; a medição e o monitoramento do desempenho a permitir *feedback* do sistema aos usuários e controladores do sistema, com mecanismos que detectem falhas e perdas de energia e a compra de equipamentos eficientes, com eco-selo (selos de eficiência energética), devem ser priorizados.

Medidas que visem à redução na demanda de pico na infra-estrutura, com geração de energia no local ou por sistemas de armazenamento de energia térmica, ou por energia fotovoltaica, que também pode funcionar em cogeração com a energia elétrica para suprimento da demanda, devem ser analisadas quanto à viabilidade de utilização.

A conscientização do usuário é de extrema importância para um desempenho ótimo da edificação, quando se consideram variáveis para um uso racional da energia. As mudanças de hábitos relacionam-se diretamente com economia de energia e, para que estas mudanças ocorram, é necessário que os ocupantes do edifício conheçam e participem do programa de conservação de energia, através de campanhas educativas.

Os critérios de eficiência energética estão presentes nas principais metodologias de avaliação ambiental de edificações por constituir uma das principais preocupações em todas as metodologias, tendo uma porcentagem alta em relação ao número total de créditos de cada metodologia, correspondendo a aproximadamente: de 20 a 30% (FINEP, 2007)

c) Quanto ao consumo de materiais

No EDISE, a gestão do consumo de materiais está presente no projeto e na construção dos pavimentos a serem reformados, além da manutenção e operação do edifício.

A gestão de consumo de materiais abrange a gestão de produção e de consumo de materiais. Para tanto, é necessário entender a gestão da produção, que, segundo Cardoso (1998), envolve uma pluralidade de ações, cuja natureza pode ser:

i. de quantificação, com a organização das atividades no tempo, previsão, ocupação;
ii. de organização, identificando as competências necessárias para a realização das atividades que têm que ser desenvolvidas ao longo do processo, com a previsão das respectivas interfaces dessas atividades;
iii. de condução, que implica a fixação e perseguição de objetivos e transmissão de informações;
iv. de controle, que exige a criação e a observância de indicadores para garantir a obtenção dos resultados perseguidos e corrigir desvios que possam ocorrer.

A gestão do consumo de materiais pode ser definida como as ações relacionadas ao uso apropriado dos insumos desde a concepção, passando pela produção e chegando até a utilização. Abrange o estabelecimento de referenciais para sua adequada quantificação durante a concepção, a organização das atividades desenvolvidas ao longo do processo

visando à otimização no trato dos recursos na produção e uso, o exercício do controle contínuo para perseguição das metas e correção dos desvios (perdas), atendendo essencialmente às exigências técnicas, econômicas e normativas.

Tornar efetiva a gestão do consumo de materiais é consolidar as ações ligadas ao uso apropriado dos insumos, estabelecer referenciais que balizem a concepção e a produção, e a atuação sobre cada fator gerador de consumo nas etapas do empreendimento. Os materiais que possuem selos ambientais, recicláveis e reutilizáveis devem ter preferência no processo de aquisição. Materiais, produtos ou processos produtivos poluidores devem ser rejeitados.

O consumo é visível na fase de produção e utilização, mas a fase indutora de consumo é a fase de projeto. Como os pavimentos do EDISE serão reformados, a exemplo do 6º pavimento, devem ser revistas as especificações deste projeto piloto, para que sejam adotados materiais e métodos construtivos que atendam aos aspectos de sustentabilidade.

Apesar de a maioria das metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios não analisar ou analisar superficialmente o acompanhamento do consumo de materiais, apenas avaliando a natureza dos materiais empregados e as perdas por entulho ou resíduos, a gestão do edifício deve incorporar esta prática.

d) Quanto à gestão de resíduos

No EDISE, a gestão de resíduos se constitui em duas partes:

i. resíduos gerados pela utilização do edifício por área administrativa, onde já está implantado o Plano de Gestão de Resíduo (PGR), com coleta, segregação do lixo e destinação final adequada,
ii. resíduos no canteiro de obras, quando na execução das obras de reforma do edifício.

Embora o PGR já contemple todas as interfaces na gestão de resíduos, verifica-se a necessidade de reforço nos treinamento dos profissionais envolvidos com a coleta seletiva, e desenvolvimento e implantação de campanha educativa para a coleta seletiva, com ênfase nos 4 R, que significa: Reduzir o consumo de materiais e produtos. Reciclar a maior parte dos materiais. Reutilizar os materiais quando possível. Rejeitar materiais e produtos poluentes, de forma a conscientizar os trabalhadores e usuários do edifício.

Quanto aos resíduos gerados por obras, deve-se atender à Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, com a devida modificação dada pela Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, que estabeleceu diretrizes,

critérios e procedimentos para a gestão de resíduos na construção civil, atribuindo responsabilidades aos atores envolvidos, seja na triagem dos resíduos no canteiro de obras, transporte e depósito em áreas específicas. De acordo com a municipalidade (Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil), deve-se ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Faz-se, então, necessário que, no planejamento das obras, seja incorporado o plano de gestão de resíduos para o canteiro de obras, objetivando:

i. organização do canteiro de obras e segregação dos resíduos para reduzir desperdícios, permitir a reutilização ou reciclagem, destinação adequada.
ii. atendimento aos requisitos ambientais e legislativos, agindo preventivamente, buscando soluções adequadas ao setor e assumindo atitude proativa para promover aspectos positivos.

e) Quanto à gestão ambiental

Uma das funções do sistema de gestão ambiental é prover a documentação que oriente o acompanhamento da evolução do desempenho ambiental, balizados pelos indicadores estabelecidos nos procedimentos e nos programas ambientais determinados. Os registros evidenciam a existência e o nível de eficiência alcançado pelos sistemas de gestão. Porém, para que a gestão ambiental implantada se consolide, é necessário que os gestores utilizem ferramentas para correção de desvios, sendo usual o ciclo do PDCA, tendo em vista a sustentabilidade.

Pinto *et al* (2002, p.54) apresenta, na Figura 14, um modelo de gestão, onde utiliza o ciclo do PDCA (planejar, executar, avaliar e agir), aplicado na gerência da rotina (GR), que aborda os processos normais de produção ou administração, e na gerência das diretrizes ou gerências das melhorias (GD), que rege a elaboração de novos processos.

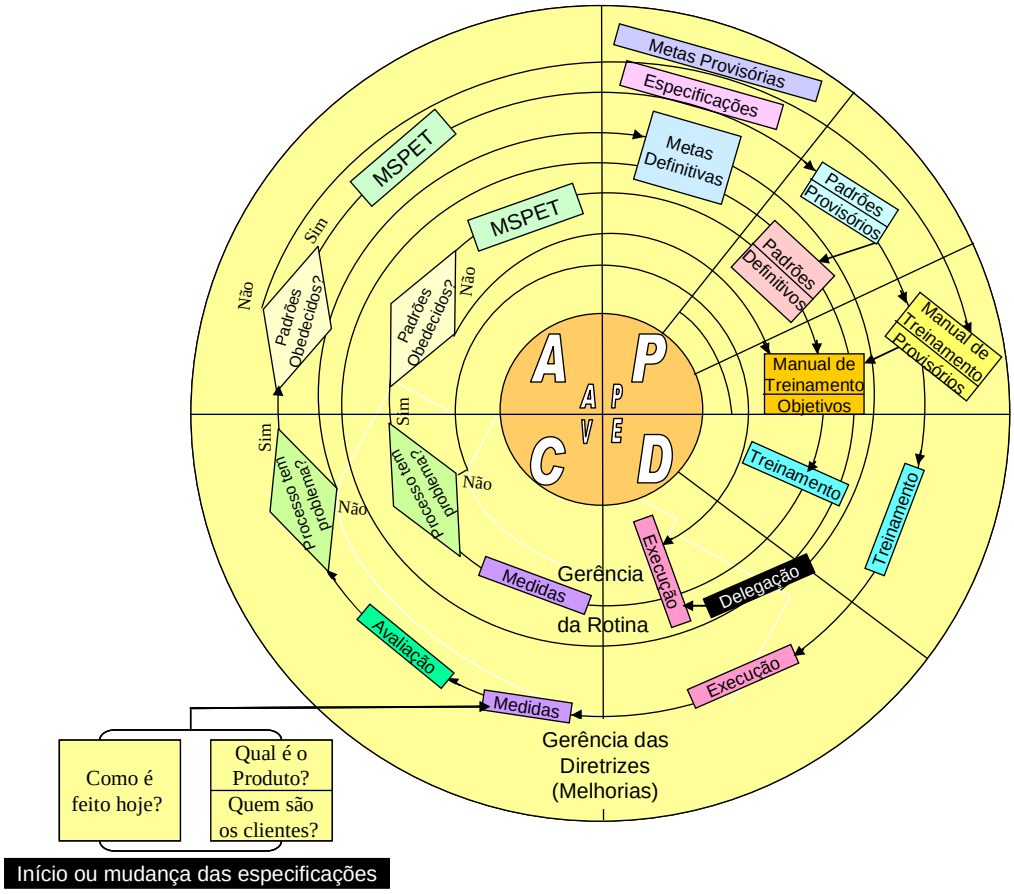

Figura 14 – O PDCA da Gerência das Diretrizes e da Gerência da Rotina

Fonte: Elaborada por Pinto *et al*

Na gerência das diretrizes, cujo círculo do PDCA é mais externo, um novo processo é produzido através de um planejamento onde são definidos padrões e indicadores provisórios, com treinamento nesses padrões, execução com base nos mesmos, avaliação dos indicadores, análise crítica dos resultados obtidos com os planejados e, implementação de ações corretivas destinadas a resolver as divergências, rodando novamente o ciclo do PDCA, até que a avaliação mostre que o novo processo está sob controle.

Uma vez que o novo processo seja aprovado, entra-se na porta da delegação, iniciando o ciclo do PDCA da gerência da rotina, quando o novo processo substitui o antigo e passa a ser gerido segundo novos padrões definitivos, promovendo melhoria contínua sem alterar substancialmente o processo implantado. O ciclo do PDCA é um instrumento que controla o processo visando a atingir o resultado esperado.

O ciclo do PDCA proporciona à gestão uma melhoria contínua. Entretanto, atenção deve ser dada aos critérios norteadores na geração dos indicadores. Uma gestão ambiental que enfatize o acompanhamento dos resultados frente às metas, comparando os resultados com

referenciais pertinentes (*benchmark*), com monitoramento da satisfação de todas as partes interessadas, obtém sucesso de forma sustentada, vindo a ter bons índices de desempenho.

f) Quanto à qualidade de vida

O paradigma da sustentabilidade não propõe soluções genericamente aplicáveis para o alcance de uma situação de equilíbrio entre desenvolvimento social, econômico e a preservação dos ecossistemas e da qualidade de vida. Define a necessidade da busca de soluções localmente adequadas, que, no caso do EDISE, transparece quando o projeto teve que atender às premissas de proporcionar o aumento da produtividade dos empregados, por meio de ambientes agradáveis e que facilitassem o convívio social, e de possuir uma arquitetura monumental integrada com a paisagem do entorno. Porém, qualidade de vida engloba questões diversas, de aspectos relacionados com o ambiente interno, ao ambiente externo e ao relacionamento com a comunidade.

Quanto a aspectos relacionados aos ambientes internos, como: iluminação, conforto térmico e ruído, estes necessitam de monitoramentos e requerem melhorias constantes por incidirem diretamente na qualidade de vida dos usuários. As condições de saúde, bem-estar e segurança devem ser pesquisados junto aos ocupantes do edifício para se conhecer o grau de percepção e satisfação dos mesmos. Ações de comunicação e divulgação de resultados, como por exemplo: resultado da análise da qualidade do ar, da qualidade da água, possibilitam aos usuários o conhecimento e os esclarecimentos das questões, aumentando o grau de satisfação.

Os aspectos relativos ao ambiente externo, como transporte público, segurança pessoal e acessibilidade, são tratados, junto aos órgãos públicos, pela gestão, onde o atendimento às solicitações feitas a estes, estão evidenciadas nas melhorias implantadas nas circunvizinhanças do prédio. Apesar de não ter responsabilidade diretamente nas questões relativas ao ambiente externo, o avanço quanto às soluções dos problemas se dará pela atuação efetiva da gestão junto à comunidade e aos órgãos públicos.

A revisão dos conceitos ou proposições sobre qualidade de vida permite identificar que a oferta de padrões equânimes constitui um dos principais desafios para o estabelecimento de padrões mais sustentáveis de desenvolvimento.

g) Quanto à escolha do método para avaliação futura

Na escolha de um método de avaliação de desempenho ambiental, os gestores devem atentar para as duas questões centrais que são: a verificação da adequabilidade do método à realidade brasileira, onde estejam contemplados os aspectos ambiental, social e econômico; e a especificação para aplicação em edifícios existentes, concentrando, os indicadores de desempenho, na fase de operação.

Nesta pesquisa, utilizou-se o Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE) para a construções das diretrizes, e constatou-se que, para empregá-lo numa avaliação de desempenho ambiental, será necessário atualizá-lo, para que seja possível a avaliação na fase de operação do edifício. O estágio em que se encontra o programa requer o atendimento a parâmetros cujos dados são históricos, e estes demandam um banco de dados extenso e abrangente a todas as fases do empreendimento; o que se apresentou como fator de dificuldade no presente estudo de caso. Portanto, para subsidiar a gestão na futura avaliação ambiental é aconselhável a busca, no mercado, por outro método de avaliação.

Quase todos os sistemas de avaliação de sustentabilidade de edifícios se adequam melhor a edifícios novos ou projetos, trabalhando no plano do desempenho potencial, poucos sistemas de avaliação estão direcionados para edifícios em operação. A maioria dos sistemas de desempenho ambiental não distingue o desempenho potencial (baseado em propriedades inerentes ao edifício) do desempenho real do edifício em operação, e estão, na maioria, vinculados a algum tipo de certificação de desempenho.

Embora não exista uma classificação formal neste sentido, os sistemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser claramente distintos em duas categorias: sistemas que promovem a construção sustentável, através de mecanismos de mercado, e métodos orientados para pesquisa, com fundamentação científica.

Na análise do histórico de desenvolvimento e das estruturas das metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios existentes, realizada por Silva (2007), destacam-se alguns pontos importantes, a saber:

i. as origens e intenções de cada sistema variam de ferramentas para uso na etapa de projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação;
ii. os métodos são naturalmente diferentes, porque as agendas ambientais variam de um país a outro;

iii. os enfoques variam devido às práticas construtivas e de projeto, o clima, o estado do estoque construído, as prioridades de regulamentações e do mercado; as mudanças e a receptividade dos mercados à introdução dos métodos;

iv. o conceito de considerar impactos ao longo de todo o ciclo de vida transparece nas estruturas de todos os sistemas de avaliação disponíveis;

v. a estrutura de avaliação e o conjunto de indicadores correspondentes (referências e metas de desempenho) incidem no sistema consensual para ponderação de resultado;

vi. a maioria concentra-se na dimensão ambiental da sustentabilidade.

Na escolha do método, deve-se, ainda, ter atenção com sistemas de certificação comercial que, em sua maioria, tendem à priorização das práticas indutoras de melhor pontuação final, em detrimento de outras práticas significativas, em termos de sustentabilidade.

Ressalta-se a importância de utilização de sistema de certificação com valor de norma e que permite a auto-avaliação, possibilitando aos gestores o efetivo acompanhamento do desempenho, provocando a elevação do padrão ambiental. O cumprimento de exigências normativas, somente, limita a garantia de um desempenho mínimo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da população mundial e da produção, associado a padrões não sustentáveis de consumo, concentram uma pressão cada vez mais intensa sobre as condições que tem o planeta de sustentar a vida com qualidade para todos. A mudança dos padrões de consumo com estímulo à eficiência no uso da energia e dos recursos naturais renováveis é condição primordial para manutenção dos sistemas produtivos, de forma a garantir sustento da qualidade de vida das gerações futuras.

Há necessidade de se desenvolver estratégias para mitigar o impacto adverso das atividades humanas sobre o meio ambiente, e o reconhecimento da relevância da questão acarretou, em nível mundial, a procura por padrões sustentáveis de desenvolvimento. O desenvolvimento sustentável deve ser visto como um conceito holístico e integrador, que procura harmonia e equilíbrio entre as três dimensões que o integram, ou seja, a dimensão ambiental, social e econômica.

A busca pela obtenção de padrões sustentáveis de desenvolvimento leva a adoção de novos critérios para a concepção, desenvolvimento de projetos construtivos e de reabilitação dos espaços edificados, visando a atingir aos limites possíveis/máximos de desempenho ambiental, com o uso mínimo de recursos naturais.

Na fase de concepção, os conceitos da arquitetura sustentável, estão fundamentados, principalmente, no conforto ambiental e no consumo de energia; aspectos como insolação e sombreamento, ventilação natural, resfriamento evaporativo, isolamento térmico, inércia térmica e aquecimento passivo, somados às características do entorno (habitat) e uso dado à edificação, são estudados com o objetivo de explorar as formas passivas de energia até a exaustão, antes de partir para as soluções de energia ativa. Todos esses aspectos, no projeto, são determinantes, também, para a geometria dos espaços internos, as cores e o projeto de aberturas, que vistos em conjunto, exercem um impacto no desempenho térmico do edifício, na integração deste com o meio ambiente e na qualidade de vida dos usuários.

As especificações dos materiais, ainda na fase de projeto, têm influência nos impactos causados ao meio ambiente pela construção da edificação. As especificações dos materiais não devem estar necessariamente ligadas àqueles classificados como “alternativos” ou “ecologicamente corretos”, o desafio está na escolha do melhor material para um determinado fim, de forma que os mesmos possibilitem menores impactos durante ciclo de vida do empreendimento. Os recursos tecnológicos envolvendo os sistemas prediais também devem

ser utilizados, quando possível, tais como: painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas para geração de energia, painéis solares para aquecimento de água, sistemas de reaproveitamento de águas cinzas e outros. Tais adventos da tecnologia, quando apropriados, devem fazer parte do desenvolvimento do projeto do edifício, desde as suas primeiras etapas de concepção para que possam contribuir para o melhor desempenho do edifício.

O desenvolvimento dos projetos construtivos requer uma gestão eficaz do canteiro de obras, onde a minimização dos impactos ambientais se relaciona diretamente com a qualidade de execução, a eliminação de desperdícios e com a gestão de recursos e insumos, traduzindo-se em desempenho ambiental. Não obstante o cumprimento das exigências legais trabalhistas e da responsabilidade quanto ao desenvolvimento social dos trabalhadores da construção civil, além da obrigatoriedade do cumprimento de leis e normas, é necessário que os trabalhadores recebam treinamentos quanto à capacitação para a tarefa e quanto às questões de saúde e segurança no trabalho.

A reabilitação dos espaços edificados é uma alternativa à demolição e à construção de novos edifícios, nos quais algum impacto ambiental é inerente. Os objetivos são: adaptar o edifício a novos usos, melhorar a qualidade ambiental dos ambientes internos, otimizar o consumo de energia no médio e longo prazos, aumentar o valor arquitetônico e econômico de um edifício. O conforto ambiental e a eficiência energética, na maioria das vezes, são conseguidos através da reabilitação tecnológica de sistemas, instalações e equipamentos energeticamente eficientes. Entretanto, a reabilitação tecnológica deve incluir o tratamento da estrutura, da envoltória, dos espaços internos e dos sistemas prediais, de uma maneira integrada.

A aquisição de recursos tecnológicos, buscando um desempenho ambiental a níveis recomendados por normas nacionais e/ou internacionais, pode incorrer em um aumento inicial do consumo de energia do edifício, se comparado à condição anterior, que era de baixo consumo, sendo necessária a avaliação de custo versus benefício, nas quais o valor da qualidade ambiental é agregado ao valor total do edifício, definindo a realização da reabilitação tecnológica e o limite para a economia de energia.

Assim, o produto final da arquitetura para a sustentabilidade ambiental resume-se entre conceitos arquitetônicos, fundamentos do conforto ambiental, técnicas construtivas, de operação predial e de eficiência energética, aplicadas no projeto de um novo edifício, ou na reabilitação tecnológica de um edifício existente. Entretanto, o desempenho ambiental do edifício, na fase de projeto, apenas apresenta o desempenho esperado. O desempenho real acontece na fase de operação, onde o gerenciamento dos sistemas prediais, juntamente com o

cumprimento dos padrões de ocupação, previamente definidos, e o comportamento e as expectativas dos usuários é que responderão pelo desempenho final do edifício. O desempenho ambiental do edifício em uso, segundo Silva (2003), resulta da combinação do desempenho potencial esperado, a partir das decisões de projeto e construção, e de padrões de comportamento dos usuários, que podem diferir – positiva ou negativamente – das expectativas assumidas nos *defaults* de projeto.

Conhecer, então, o desempenho ambiental das edificações é de grande importância para a diminuição dos impactos ambientais significativos e para atingir os limites máximos e/ou possíveis de desempenho do ambiente construído. Edificações em operação são as responsáveis pelo consumo de expressivos contingentes de matérias-primas, energia e água, pelos impactos nos recursos naturais como água e solo, e pela geração de grandes quantidades de resíduos.

Assim, as pressões para mudanças, rumo a práticas sustentáveis na gestão ambiental de edifícios, fazem repensar todos os aspectos relacionados à operação e manutenção, observando o cumprimento da legislação e considerando a possibilidade de reciclagem ou substituição de matéria prima e/ou processos para reduzir os impactos ambientais, requerendo uma gestão ambiental eficiente quanto à proatividade em sustentabilidade.

O aumento da complexidade das questões ambientais configura a razão que leva a gestão a realizar uma avaliação do desempenho ambiental no edifício. A gestão ambiental serve especialmente para a sistematização das medidas ambientais, adotando e praticando objetivos ecológicos e econômicos em atendimento à política ambiental existente.

Entretanto, é necessária a identificação de indicadores ambientais que traduzam, numa relação direta quanto ao uso de recursos, na fase de operação do edifício, o estágio atual de desempenho e que proporcionem a tomada de decisão, pela gestão, quanto às melhorias a serem implementadas e a determinação de metas ambientais que visem à sustentabilidade e à ecoeficiência.

O desempenho ambiental fundamenta-se em indicadores que possibilitam uma avaliação detalhada das características dos empreendimentos, baseada em questões essenciais para a sustentabilidade do ambiente construído, permitindo uma comparação de empreendimentos a nível internacional (*benchmark*).

Muitos países desenvolvidos, cujas agendas foram pautadas nas questões ambientais, com metas determinantes para a diminuição de impactos ao meio ambiente, como Estados Unidos, Canadá, Austrália, França, Japão e Hong Kong, possuem um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. A utilização de um desses sistemas

requer a verificação e mensuração quanto ao que sejam práticas relacionadas ao ambiente construído, condizentes com o paradigma do desenvolvimento sustentável para os países em desenvolvimento. A maioria das metodologias existentes, por ser originada de países desenvolvidos, precisa de adequabilidade para aplicação em países com realidades diferentes, por não ser capaz de refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais, além do foco estar na dimensão ambiental, uma vez as questões socioeconômicas já foram solucionadas, estando em patamares superiores de desenvolvimento.

A agenda para construção sustentável em países em desenvolvimento deve contemplar, necessariamente, as várias dimensões da sustentabilidade (dimensões ambiental, social e econômica) e a avaliação de edifícios deve estar alinhada a esta premissa, saltando da avaliação ambiental para a avaliação da sustentabilidade, passando do atendimento à legislação ambiental para obtenção de certificação ambiental.

Dentro deste cenário, com o propósito de dar apoio na gestão ambiental do EDISE, objetivando uma futura avaliação de desempenho ambiental do edifício, de forma a possibilitar o conhecimento do índice ou fator de sustentabilidade, buscou-se o desenvolvimento de diretrizes, com base na metodologia proposta pelo Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE).

O objetivo foi alcançado, a verificação de anuência aos parâmetros do programa, em cada estágio do ciclo de vida do edifício estudado, possibilitou a construção das diretrizes apresentadas no capítulo 4, que posteriormente, poderão ser utilizadas pelos gestores do EDISE. Como vantagem à implementação das diretrizes, aponta-se para eliminação de desperdícios e processos ineficientes, tornando possível a operação do edifício com a utilização de menos recursos e com menor geração de resíduos, contribuindo para um modelo de visão sobre práticas de responsabilidade social e ambiental, com uma gestão de desempenho eficaz, em patamares mais sustentáveis.

5.1 CRÍTICAS

No presente estudo, buscou-se identificar os aspectos ambientais significativos em todas as práticas e procedimentos de gestão ambiental existente, para a construção das diretrizes apresentadas no capítulo anterior. A crítica que se faz é quanto às dificuldades

encontradas na obtenção dos dados e informações. Muitas informações foram obtidas através de entrevistas com os responsáveis por projetos ou processos. É necessária a construção de um inventário, com registros que possibilitem a rastreabilidade e controle, de forma a não ocorrer perda do memorial descritivo de cada projeto, fase ou processo dos aspectos provenientes de atividades internas ou externas sobre as quais a organização pode interferir diretamente.

Faltou, ainda, o detalhamento operacional mais minucioso que possibilitasse aprofundamento na verificação da prevenção e diminuição da poluição ambiental, assim como na eliminação do desperdício, no aumento da produtividade, no uso eficiente dos recursos, na reutilização ou reciclagem, e na oferta de novos produtos e serviços.

Na gestão ambiental, ora implantada, detectou-se a insuficiência de indicadores ambientais representativos, com enfoque nas questões voltadas para a sustentabilidade, e com as respectivas metas determinadas visando à melhoria contínua do sistema. O desempenho ambiental é o resultado das medições realizadas no sistema de gestão, para desdobramentos dos objetivos ambientais.

Reconhece-se, neste trabalho, a dificuldade em relacionar informações obtidas na escala do edifício com as de outras edificações similares ao EDISE, em quaisquer das dimensões da sustentabilidade. A falta de um *benchmark* no mercado, que ofereça parâmetros reais de comparação, aponta para a necessidade de exploração do tema. A formação de banco de dados deverá acontecer quando crescer o número de avaliações de desempenho ambiental no país.

Quanto à metodologia escolhida, empregada para a formatação das diretrizes, foi, também, utilizada para uma avaliação simulada. A intenção do trabalho não era determinar o grau de sustentabilidade do edifício estudado, e, sim, utilizar a metodologia como balizadora para as diretrizes.

Entretanto, à medida que se preenchiam os requisitos do programa, constatou-se ser a metodologia extremamente voltada às questões de Planejamento, Projeto e, principalmente, Construção, sendo apenas ¼ das questões abordadas relativas à Operação do edifício, não sendo possível somente utilizar-se o módulo relativo à operação, estágio em que se encontra o edifício estudado.

Outra questão a respeito da metodologia é quanto à consideração de mesma ponderação e relevância em todas as fases envolvidas na vida útil de uma edificação.

5.2 SUGESTÕES

Considerando os resultados apresentados na presente dissertação e à luz da necessária adequação no item de delimitação do estudo, sugere-se a futuros pesquisadores, como aprofundamento do presente estudo, dentre outros, a análise das metodologias de avaliação ambiental existentes para edifícios em operação, verificando a adequação das mesmas à realidade brasileira, onde a avaliação do desempenho ambiental deve estar pautada nas três dimensões (ambiental, social e econômica), assim como na identificação de indicadores de sustentabilidade.

Outro tema proposto é a extração de indicadores relevantes para cooperação no cumprimento de metas setoriais e nacionais da Agenda 21, relativas ao ambiente construído, pautadas por atitudes mais responsáveis com base na reflexão sobre seus efeitos no longo prazo. E o desenvolvimento de inventário brasileiro para identificação de *benchmarks* de edifícios sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Sérgio Pinto. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica nas empresas: como entender, medir e relata***r*. São Paulo: Tocalino, 2004, 126p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR ISO 14001:2004** - Sistema da Gestão Ambiental - Requisitos com Orientação para uso, 2004, 2ª edição.

BRABIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2004. 328p.

BRAGANÇA, L. Princípios de desenho e metodologias de avaliação de sustentabilidade das construções. **Revista Espaços**, 2005, v.1.

BRASIL. CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 307**, de 5 de julho de 2002, –publicada DOU n º 136 17/07/2002. Disponível em: http:// www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307 Acesso em 30/05/08

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 348**, de 16 de agosto de 2004, publicada DOU n º 158 17/08/2004. Disponível em : http:// www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2004 Acesso em 30/05/08

BRUTLAND G.H. (Editor). **Our Common Future**: The World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CARDOSO, Francisco F. **A gestão da produção de vedações verticais**: alternativas para a mudança necessária. In : SABBATINI, F. H. ; BARROS, M. S. B. ; MEDEIROS, J. S. (eds.). Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios Vedação Verticais. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998. pp 187-220.

CARVALHO, N.C. **Avaliação do desempenho empresarial aplicada à manutenção**: uma abordagem sistêmica**.** 2005 Dissertação (Mestrado em Gestão do Meio Ambiente) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2005.

CHEDIEK, Edson José. Entrevista concedida a Jacira Maria Gimenez Guasti, Petrobras, em 26 de maio de 2008.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA (CREA). **Brasil 21:** uma nova ética para o desenvolvimento, 2001. In: MARTINS, Antonio. Palestra, Petrobras, 2006.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. Futuro Sustentável. **Revista Confea** nº 8 ano VI – jan. e fev./2002. Disponível em: http://www.confea.org.br/revista/materiais/edição_08/materia_05/ Acesso em:25 fev.2007.

CORAZZA, R.I. Tecnologia e meio Ambiente no debate sobre os Limites do Crescimento: Notas à Luz de contribuições Selecionadas de Georgescu- Roegen. **Revista Economia**, Brasília (DF) v.6, n.2, p.435-461, Jul./Dez. 2005

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios**: a importância da etapa de projeto arquitetônico. In: NUTAU 2002. Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

FINANCIADOR DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **Introdução e desenvolvimento do projeto.** Projeto tecnologias para a construção habitacional mais sustentável. Projeto FINEP 2386/04. São Paulo. 2007. Disponível em: **http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D1_introducao.pdf**Acesso em :mai.2008.

_____. **Levantamento do estado da arte:** Água. Projeto tecnologias para a construção habitacional mais sustentável. Projeto FINEP 2386/04. São Paulo. 2007. Disponível em: **http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D2-1__água.pdf** Acesso em :mai.2008.

_____.. **Levantamento do estado da arte**: Energia. Projeto tecnologias para a construção habitacional mais sustentável. Projeto FINEP 2386/04. São Paulo. 2007. Disponível em: **http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D2-2__energia.pdf** Acesso em :mai.2008

FLORIM, L. C. **Contribuição para a Construção Sustentável**: características de um Projeto Habitacional Eco-eficiente. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. G. Contribuindo para a construção sustentável: Características de um projeto habitacional eco-eficiente. **Engevista,** Rio de Janeiro, v.6,n.3,p.121-120. 2004.

GALVÃO, L. C. RIBEIRO; GRIMONI, J. A. BAESSO; UDAETA, M. E. MORALES. (organizadores) **Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB; UNITED NATIONS PROGRAMME, INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE – UNEP-IETEC (Editores*)*. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: a discussion document**. BOUTEK Report no. Bou/E0204. Pretoria: CIB/UNEP-IETC. 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION- ISO. Environmental management- Life cycle assessment- Principles and framework. **ISO 14.040. 1997**.

MACHADO, J. G. **Gestão Ambiental na Administração Pública**: a mudança dos padrões de consumo "começa em casa". 2002. Dissertação (Mestrado em Gestão e Política Ambiental) - Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2002.

MEADOWS, D. L.; MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W. **Limites do crescimento:** um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo, 1972.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 1992 **Agenda 21 Brasileira**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&ideEstrutura=18&idConteúdo=908. Último acesso em fevereiro de 2008.

NATIONAL RESOURCES CANADA – NRCan; CANMET ENERGY TECHNOLOGY CENTRE (Ed.). **Green Building Challenge'98:** an international conference on the Performance Assessment of Buildings. Proceedings. NRCan/CANMET, Vancouver. 1998.

NOBRE, M.; AMAZONAS, M. C. **Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito.** Brasília: IBAMA. 2002.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. OECD Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the Group on the State of the Environment. **Environment Monographs** n.83. 1993.

PEREIRA, L. F. R.. **Aspectos conceituais da ecoeficiência no contexto do desenvolvimento sustentável**. 2005. Dissertação (Mestrado em Gestão do Meio Ambiente) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2005.

PETROBRAS. **Edifício Marechal Adhemar de Queiroz***: Uma visita ao edifício-sede da Petrobras.* (2007) Coordenação: Comunicação Institucional. Rio de Janeiro. 2007

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil, São Paulo. 1999.

PINTO, A. KARDEC; CARVALHO, N. C. de; AUCURI FILHO, ROGÉRIO**. Gestão Estratégica e Avaliação do Desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002, p.54

POURCHET, Heber Pereira. Entrevista concedida a Jacira Maria Gimenez Guasti, Petrobras, em 11 de junho de 2008.

SEDREZ, M. M.. **Sustentabilidade do ambiente construído**: contribuições para a avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Civil, Porto Alegre. 2004.

SILVA, V.G.; Silva, M.G. **Análise do ciclo devida aplicada ao setor da construção civil**: revisão da abordagem e estado atual. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais ENTAC 2000, vol.1 p 09-16. Salvador: ENTAC. 2000

_____ Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. **Revista Qualidade na Construção**, n. 25,p.14-22. 2000.

_____ **Environmental assessmente of buildings***:* fowards na appropriate approach to brazilian environmental agenda. Final repost for the International Training Programme on Sustainable Building and for Housing and Urban Studies- HIS. 2001.

SILVA, V.G.; Silva, M.G. **Avaliação de sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros:** diretrizes e bases metodológicas. 2003. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil, São Paulo. 2003.

_____ **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios**: estado atual e discussão metodológica. Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável Projeto FINEP 2386/04. São Paulo, 2007. Disponível em: **http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D5_metodologia_de_avaliacao.pdf** Acesso em: mai. 2008.

TEIXEIRA, A. J. L. **Arquitetura e Sustentabilidade**: Tipologias Arquitetônicas e Eficiência Energética em Diferentes Regiões Climáticas**.** Alagoas. 2005.

UNITED NATIONS. **Earth Summit Agenda 21**. United Nations Conferences of Environment and Development - *UNCED*. Rio de Janeiro. June 1992. (versão em Português: Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992. Rio de Janeiro. Brasília: Senado Federal. 1995).

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. LEED **Green Building Rating System** TM 2.0. 2001. www.usgbc.org. Último acesso em 03/2008. 2001.

WEDDING, G.C., CRAWFORD-BROWN, D. Measuring site-level success en brownfield redevelopments: a focus on sustainability and green building. **Journal of Environmental Management,** 85(2): 483-495. 2007.

ANEXO

ANEXO A - Formulários

Figura A1. Página inicial do Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE).

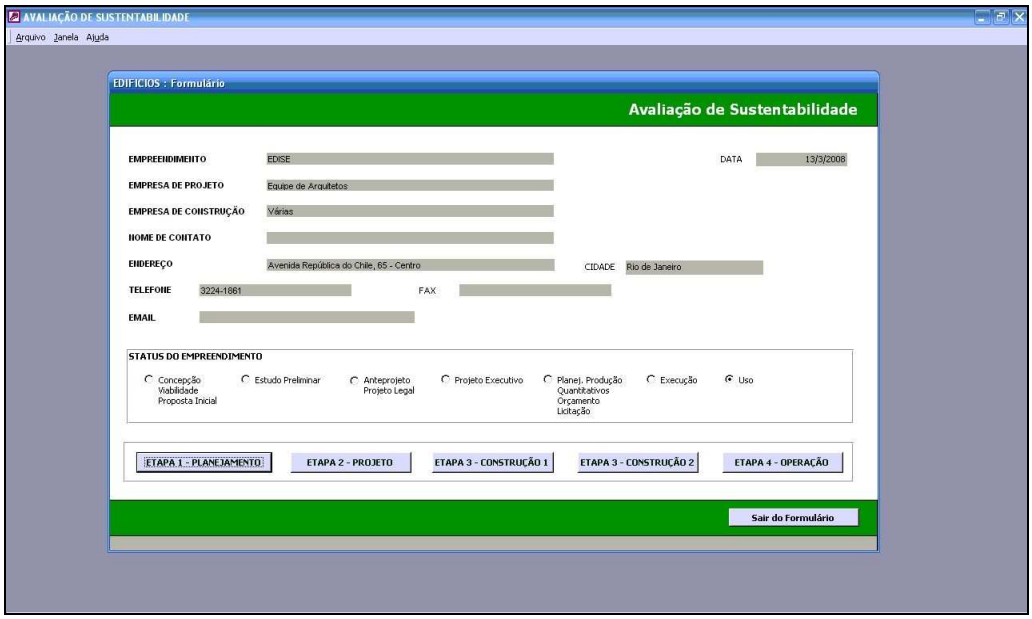

Figura A2. Formulário inicial do Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE).

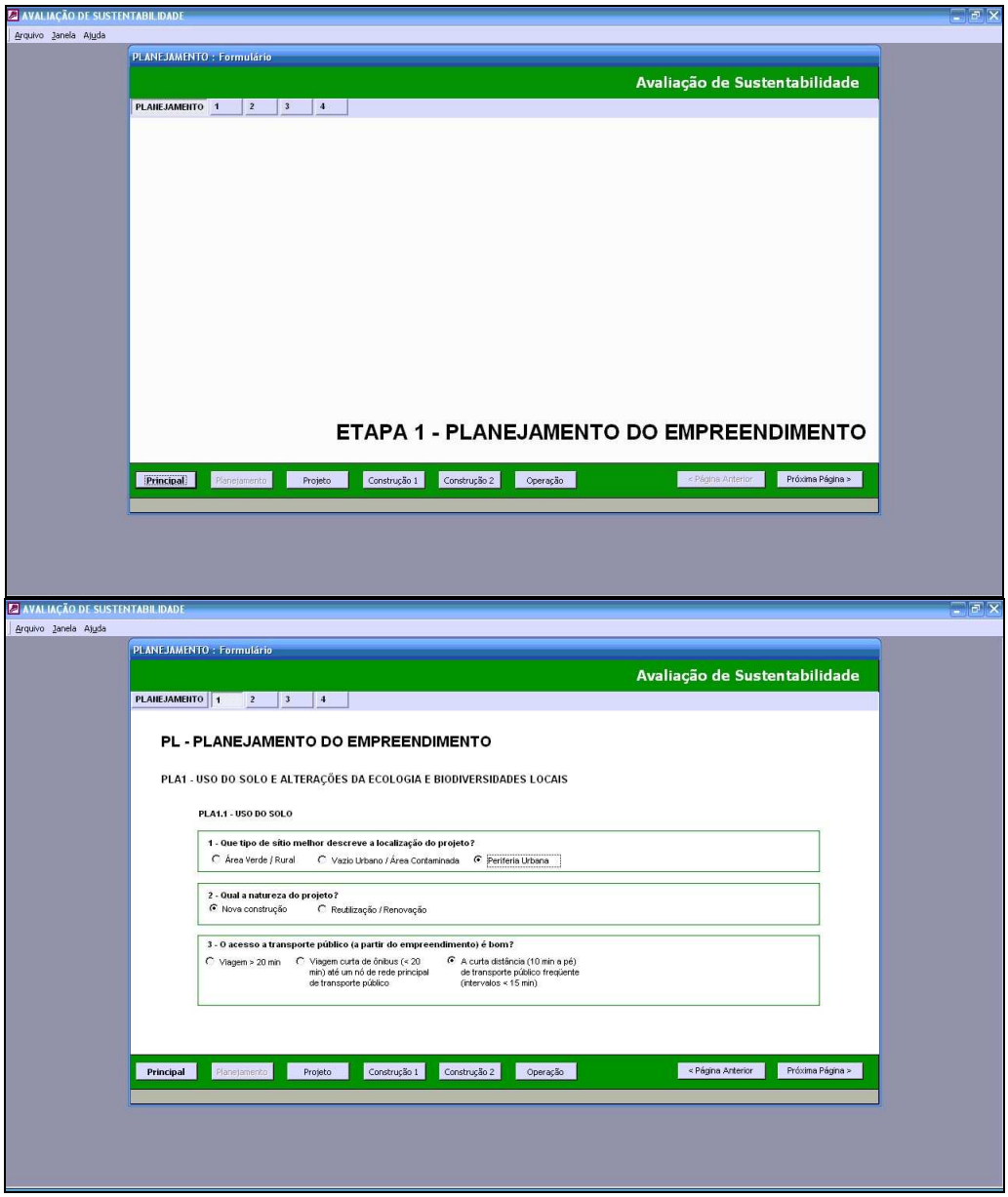

Figura A3. Exemplos de formulários da etapa Planejamento do Programa Nacional de Avaliação (BRAiE).

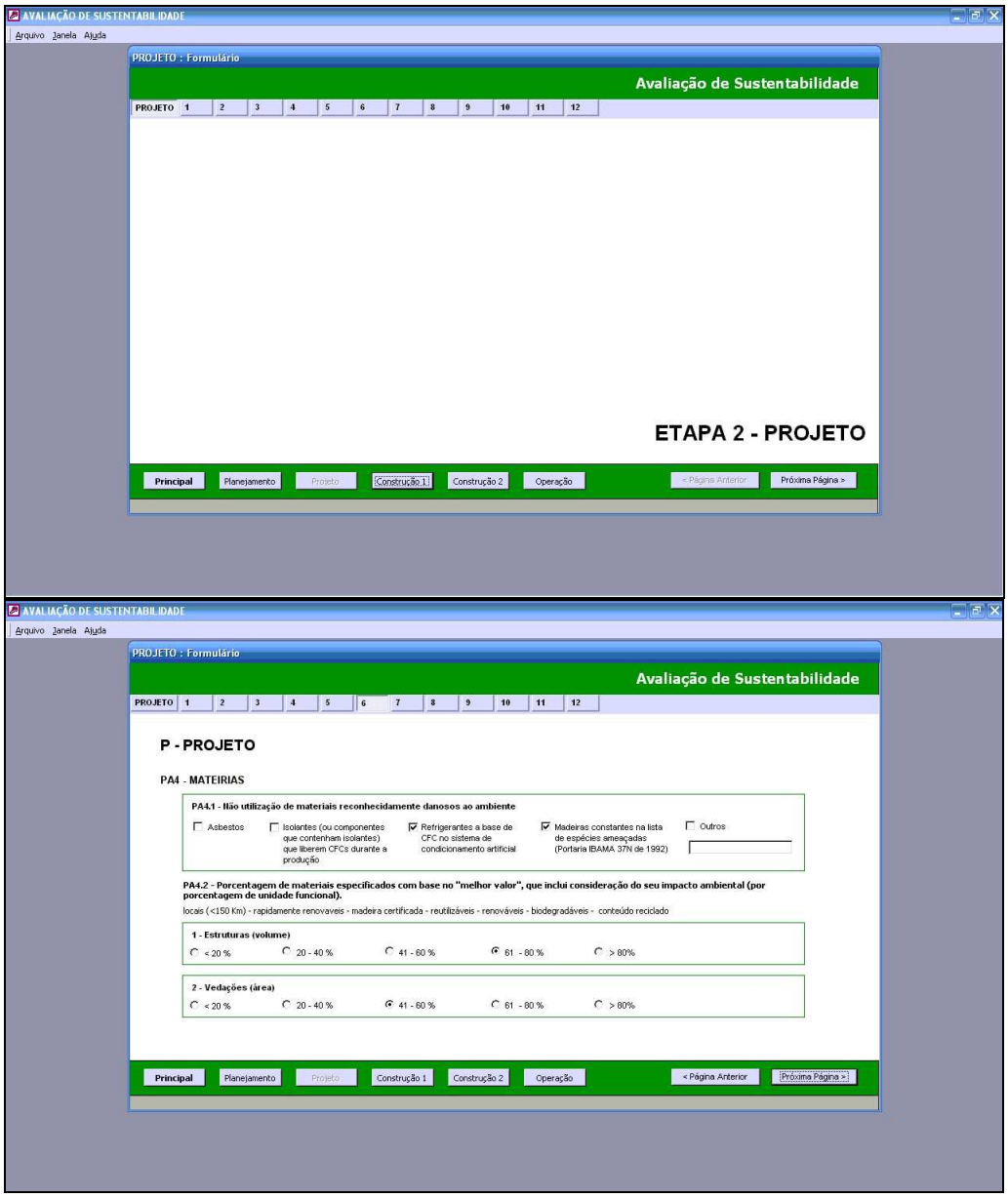

Figura A4. Exemplos de formulários da etapa Projeto do Programa Nacional de Avaliação (BRAiE).

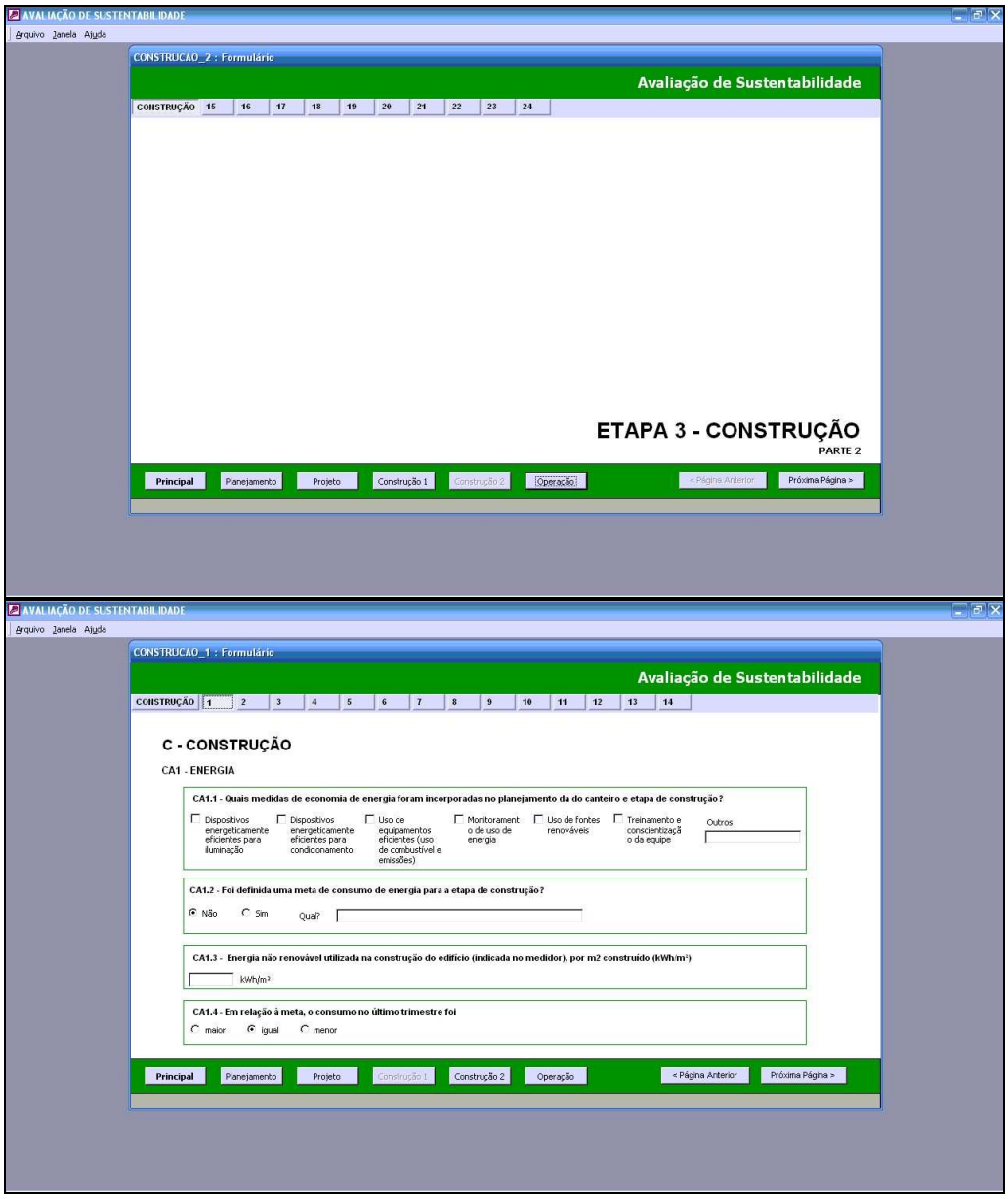

Figura A5. Exemplos de formulários da etapa Construção do Programa Nacional de Avaliação (BRAiE).

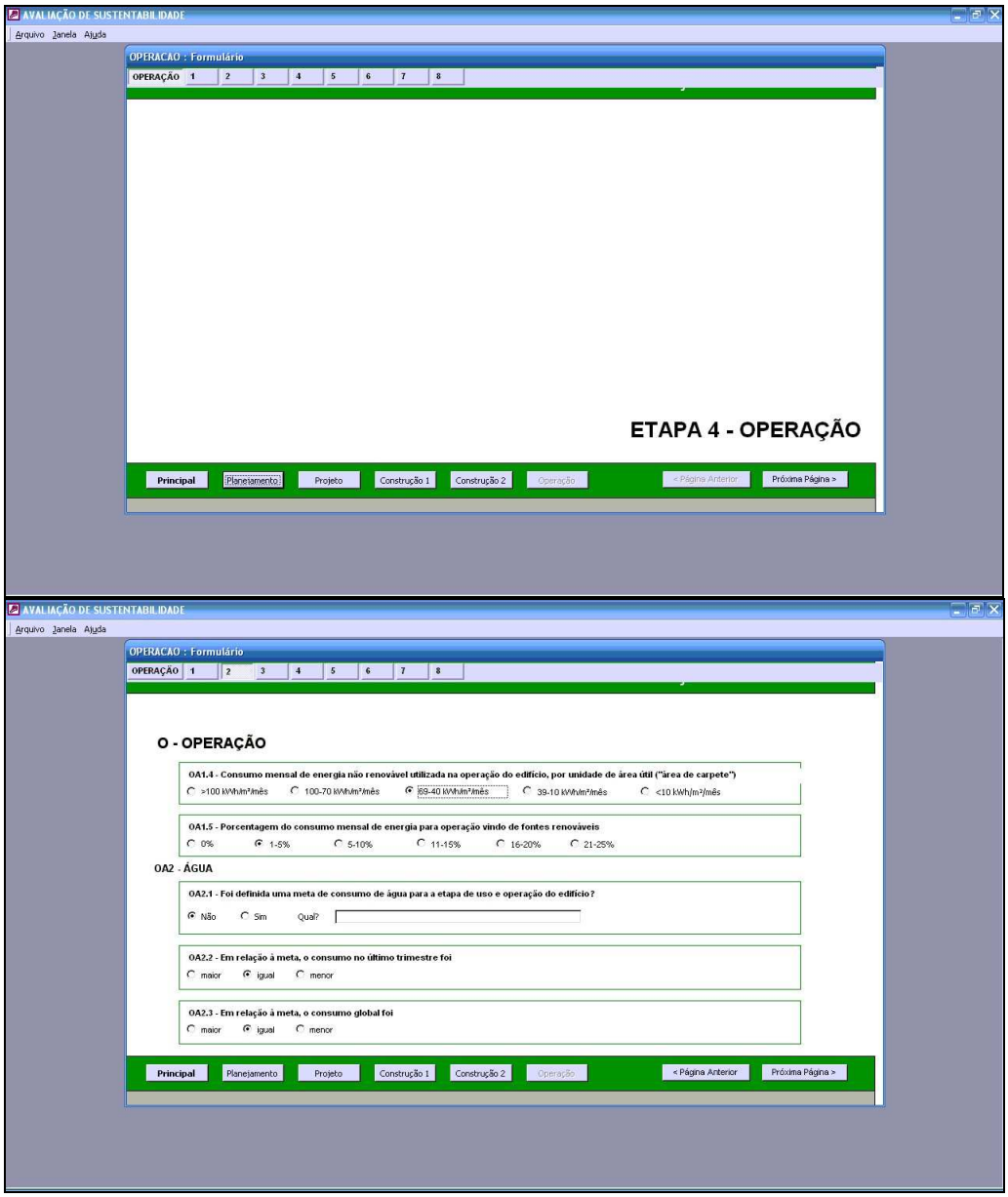

Figura A6. Exemplos de formulários da etapa Operação do Programa Nacional de Avaliação (BRAiE).

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo