



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
Área de Concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente**

Josiane da Silveira Koswoski

Custo da sustentabilidade ambiental em empreendimento habitacional unifamiliar

Orientadora: Professora Luciana Londero Brandli, Dr.^a.

**Passo Fundo
2012**

Josiane da Silveira Koswoski

Custo da sustentabilidade ambiental em empreendimento habitacional unifamiliar

Orientadora: Professora Luciana Londero Brandli, Dr.^a.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente

Passo Fundo

2012

Josiane da Silveira Koswoski

Custo da sustentabilidade ambiental em empreendimento habitacional unifamiliar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo na Área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente

Data de aprovação: Passo fundo, 16 de agosto de 2012.

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação.

Luciana LonderoBrandli, Dr.
Orientadora

Francisco Ferreira Cardoso, Dr.
Universidade de São Paulo

Miguel Aloysio Sattler, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Adalberto Pandolfo, Dr.
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo
2012

Dedico este trabalho aos meus pais Julio e Jurealda, irmãs Juliane e Joriane e padrinhos Vanda, Francisco (*in memorian*) e Marta, por dimensionar o amor da família como prova de que a felicidade existe, impulsionando-me a buscar vida nova dia após dia. Meus agradecimentos por aceitarem privar-se de minha companhia nos momentos em que a dedicação aos estudos prevaleceu, concedendo a oportunidade de me realizar ainda mais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora, que diante de tanta bondade e sabedoria, direcionaram meus caminhos para que esta pesquisa pudesse existir, vindo a difundir perante a humanidade Sua palavra de amor à natureza, a qual tem se esvaecido no mundo capitalista;

À comissão de bolsas da Universidade de Passo Fundo que acreditou em meu potencial e concedeu a oportunidade de realizar esta pesquisa, proporcionando ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia (PPGEng) se engrandecer ainda mais do conhecimento técnico-científico;

À Dr^a Luciana Londero Brandli que, como professora do PPGEng e orientadora desta pesquisa, contribuiu intrinsecamente tanto para meu desenvolvimento intelectual, quanto para meu crescimento pessoal pela grande amizade florescida entre nós;

Aos professores Dr. Adalberto Pandolfo, Dr. Juan Mascaró, Dr^a. Rosa Maria Locatelli Kalil, Ms. Marcos Leite Frandoloso e demais professores e colegas do PPEng pelo companheirismo e ajuda prestadas;

À proprietária do empreendimento estudado, arquiteta Ms. Carine Nath de Oliveira, que dedicou suas atenções e tempo transmitindo informações e verificando a veracidade dos resultados, determinante para o sucesso desta pesquisa;

A todos os demais profissionais da construção civil que pacientemente disponibilizaram seus conhecimentos;

À minha grande amiga Cilea Canola Teixeira Farias, pelo carinho e apoio dado em vários momentos de minha vida;

A todas as pessoas que amam a natureza e lutam pela sua preservação.

“A natureza pode suprir todas as necessidades do
homem, menos a sua ganância.”

Gandhi

RESUMO

A viabilidade econômica da sustentabilidade na construção civil brasileira é uma temática abordada constantemente para combater o problema cultural vivenciado no cenário atual, frente à falta de entendimento, por parte de alguns tomadores de decisão - adeptos às práticas construtivas convencionais - sobre seus benefícios. O objetivo geral consiste em identificar o custo da sustentabilidade ambiental em um empreendimento habitacional unifamiliar. Os métodos empregados envolveram entrevistas, levantamentos, análises de documentos técnicos, observação direta, aplicação da metodologia Processo AQUA - Referencial Técnico Edifícios Habitacionais e cálculos matemáticos simplificados. Os resultados da identificação dos aspectos técnicos e arquitetônicos, e da avaliação do nível de sustentabilidade das 14 categorias de preocupações ambientais nas fases de programa, concepção e realização, demonstraram a necessidade de se manter o elo entre as decisões tomadas em cada fase, para que sejam alcançados os objetivos de redução dos impactos do empreendimento. Os resultados da comparação entre os custos do empreendimento e o de construções convencionais demonstraram que a construção sustentável tende a exigir maior aporte de verba para sua idealização e realização, fato ocorrido pela consolidação do mercado dos materiais e tecnologias convencionais que induzem a valores menores quando comparados a novos sistemas. Da mesma forma, identificou o *payback* dos sistemas implantados para a economia de água e de energia elétrica no empreendimento, ao ponto de equilíbrio de 8 anos e meio na fase de operação. Por fim, tem-se a pesquisa provando e confirmando em números que a sustentabilidade nas edificações habitacionais não representa apenas um custo, mas sim um investimento com retorno socioambiental imediato e econômico a longo prazo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Custos. Habitação unifamiliar.

ABSTRACT

The economic viability of sustainability in the civil construction is a Brazilian theme which is constantly approached to combat the cultural problem experienced in the current scenario, facing a lack of understanding by some decision makers - adherents to conventional building practices - about its benefits. The the aim if this paper is to identify the cost of environmental sustainability in a single-family housing development. The used methods involved interviews, surveys, analysis of technical documents, direct observation, application of the methodology case AQUA, technical reference in buildings housing and simplified mathematical calculations. The results of the identification of technical and architectural aspects, and the evaluation of the level of sustainability of the 14 categories of environmental concerns in the stages of program, design and implementation, demonstrated the essentiality of maintaining the link between the decisions taken at each stage to achieve the goals of reducing the impacts of the development. The results of the comparison between the costs of the sustainable and conventional construction demonstrated that sustainable construction tends to require higher amount of money for its planning and execution, which occurred by the consolidation of the market for conventional materials and technologies that induce to lower values when compared to new systems. Likewise, they identified the payback of deployed systems for saving water and electricity in the venture, in the equilibrium point of eight and a half years in operation phase. Finally, researches are proving and confirming in numbers that sustainability in building housings is not just a cost but an investment with immediate environmental return, and economical return in the long term.

Keywords: Sustainability. Costs. Single family dwelling.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Eventos para a redução dos impactos no meio ambiente	21
Quadro 2: Impactos da cadeia produtiva da construção civil brasileira	28
Quadro 3: Objetivos para o controle dos impactos ambientais	41
Quadro 4: Definição de transmitância térmica, atraso térmico e fator solar	49
Quadro 5: Perfil da família e rotina de utilização da edificação	74
Quadro 6: Relatório das condicionantes físicas do ambiente natural e urbano	79
Quadro 7: Relatório das restrições do sítio.....	81
Quadro 8: Relações entre as categorias do QAE e os objetivos para o controle dos impactos do empreendimento	83
Quadro 9: Objetivos, estratégias qualitativas e resultados globais para a redução dos impactos do empreendimento	85
Quadro 10: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de programa	90
Quadro 11: Perfil de saída da QAE para a fase de programa	93
Quadro 12: Estratégias do projeto bioclimático	98
Quadro 13: Materiais estratégicos para a inserção de sustentabilidade na edificação	107
Quadro 14: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção.....	115
Quadro 15: Perfil de saída da QAE para a fase de concepção	119
Quadro 16: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção.....	121
Quadro 17: Perfil de saída da QAE para a fase de realização	123
Quadro 18: Ações para a fase de operação do empreendimento para os primeiros 5 anos	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Expectativa do consumidor brasileiro quanto à ação das empresas.....	26
Figura 2: Representação esquemática da Análise do Ciclo de Vida (ACV)	27
Figura 3: Estrutura básica da cadeia produtiva da construção civil	28
Figura 4: Desafios da sustentabilidade da cadeia produtiva da construção civil.....	29
Figura 5: Etiqueta de Eficiência Energética em Edificações.....	35
Figura 6: Interações entre SGE e QAE do AQUA	38
Figura 7: 14 categorias Alta Qualidade Ambiental (AQUA)	41
Figura 8: Exemplo de certificado AQUA – Loja Leroy Merlin de Niterói.....	43
Figura 9: Participação do selo AQUA no Brasil em fevereiro de 2012	43
Figura 10: Empreendimentos certificados AQUA	45
Figura 11: Zoneamento bioclimático brasileiro	48
Figura 12: Casa AQUA 2009	52
Figura 13: Corte transversal Casa AQUA 2009	53
Figura 14: Casa AQUA 2010	54
Figura 15: Atividades e processos em fases do ciclo de vida de edificações.....	55
Figura 16: Variações de custo ao longo do ciclo de vida de um edifício comercial em 50 anos e possibilidade de interferência nas variáveis de custo de um edifício comercial em 50 anos	56
Figura 17: Comparação entre a compra de um apartamento de empreendimento tradicional e de um empreendimento mais sustentável	61
Figura 18: Estrutura metodológica para o desenvolvimento da pesquisa	63
Figura 19: Empreendimentos apropriados para a pesquisa	65
Figura 20: Localização do empreendimento	78
Figura 21: Diagrama da trajetória solar na latitude de Florianópolis (27°60').....	94
Figura 22: Carta bioclimática de Givoni para Florianópolis	96
Figura 23: Esquema gráfico das condicionantes do terreno	97
Figura 24: Planta baixa pavimento térreo.....	100
Figura 25: Planta baixa pavimento superior	101
Figura 26: Planta de cobertura.....	102
Figura 27: Planta de situação.....	103
Figura 28: Corte transversal AA'	104

Figura 29: Corte longitudinal BB'	105
Figura 30: Volumetria e fachada frontal e lateral noroeste	105
Figura 31: Volumetria e fachada fundos e lateral sudeste.....	106
Figura 32: Sistema de aquecimento de águas por placas solares por termofissão	111
Figura 33: Sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes	112
Figura 34: O sistema tratamento de esgoto por zona de raízes, implantado no empreendimento com a planta <i>cyperuspapyrus</i>	113
Figura 35: Distribuição dos parâmetros de custos com honorários, taxas e diversos, materiais/tecnologias e mão de obra nas fases de programa, concepção e realização	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores de desempenho da construção civil – período de 2005 ao primeiro semestre de 2010.....	30
Tabela 2: Características urbanísticas do condomínio e do terreno de implantação do empreendimento	79
Tabela 3: Períodos com maior e menor necessidade de sombreamento para Florianópolis.....	95
Tabela 4: Análise dos dados climáticos horários no período de um ano para Florianópolis.....	96
Tabela 5: Especificações de lâmpadas do projeto lumintécnico	114
Tabela 6: Custos dos aspectos técnicos na fase de programa (em reais).....	127
Tabela 7: Custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos na fase de concepção (em reais).....	128
Tabela 8: Custos dos aspectos técnicos relacionados à sustentabilidade na fase de realização (em reais).....	129
Tabela 9: Custos totais dos aspectos técnicos na fase de realização (em reais).....	132
Tabela 10: Custos totais, parcelas empregadas e diferenças ente o empreendimento e convencional (em reais).....	133
Tabela 11: Parâmetros entre os custos totais, parcelas empregadas e diferenças ente o empreendimento e convencional	133
Tabela 12: Pontos relacionados ao sistema visando à economia de água	135
Tabela 13: Pontos relacionados ao sistema visando à economia de energia.....	136
Tabela 14: Leitura do consumo de energia elétrica no mês de outubro de 2011	139
Tabela 15: Leitura do consumo de energia elétrica no mês de outubro de 2011	140
Tabela 16: Custos dos sistemas de distribuição de água e de energia elétrica na fase de operação (em reais).....	142

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema de Pesquisa.....	14
1.2 Justificativa	14
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Delimitação da Pesquisa.....	17
1.5 Estrutura da Dissertação	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 Retrospectiva do Desenvolvimento Humano e os Caminhos da Sustentabilidade..	20
2.1.1 Relações em nível global.....	20
2.1.2 Relações em nível de Brasil.....	24
2.2 Contribuições sobre a Construção Civil.....	27
2.2.1 Recursos naturais, cadeia produtiva e sustentabilidade.....	27
2.2.2 O desenvolvimento do setor no Brasil	30
2.3 Construções Sustentáveis e Indicadores de Desempenho Ambiental	32
2.4 Processo Alta Qualidade Ambiental - AQUA®	37
2.4.1 Origem e definição.....	37
2.4.2 O processo de certificação.....	38
2.4.3 Estado da arte	43
2.5 Referencial Técnico Edifícios Habitacionais – Processo AQUA	47
2.6 Casa AQUA	51
2.7 Custos das Construções mais Sustentáveis.....	54
2.7.1 Relações com as fases do ciclo de vida	54
2.7.2 Relações com construções convencionais	57
3 MÉTODO DE PESQUISA	62
3.1 Caracterização da Área de Estudo.....	62
3.2 Procedimentos e Métodos	62
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	74
4.1 Histórico do Empreendimento e Sustentabilidade AQUA	74
4.1.1 Considerações iniciais.....	74
4.1.2 Estratégias para a redução dos impactos do empreendimento	82
4.1.3 Considerações sobre as fases do ciclo de vida	89
4.1.3.1 Fase de programa.....	89
4.1.3.2 Fase de concepção	94
4.1.3.3 Fase de realização.....	119
4.1.3.4 Fase de operação.....	124
4.2 Abordagem Comparativa dos Custos dos Aspectos Técnicos e Arquitetônicos do Empreendimento e de Construções Convencionais	126
4.2.1 Custos da fase de programa.....	126
4.2.2 Custos da fase de concepção	127
4.2.3 Custos da fase de realização	129
4.2.4 Custos totais e relações gerais.....	133

4.3 Cálculo do <i>Payback</i> dos Sistemas Implantados no Empreendimento, visando à Economia de Água e de Energia Elétrica	135
4.3.1 Custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos relacionados aos sistemas de água e de energia elétrica nas fases de programa, concepção e realização	135
4.3.2 Custos com água	136
4.3.3 Custos com energia elétrica	137
4.3.4 Considerações finais	142
5 CONCLUSÕES.....	143
5.1 Conclusões da Pesquisa.....	143
5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros.....	145
REFERÊNCIAS	146
APÊNDICE	157

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problema de Pesquisa

A relação estabelecida entre uma edificação e o meio ao qual está inserida é um aspecto que merece atenção. Ao mesmo tempo em que o entorno afeta a edificação, esta produz impactos ambientais, sociais e econômicos nas mais variadas escalas do meio.

Esta condição está diretamente associada à heterogeneidade existente na cadeia produtiva da construção civil, que envolve atividades humanas globalizadas e suscetíveis à economia (SOUZA *et al.*, 2009). Da ênfase pela redução de custos, os processos decorridos entre a produção e o uso das edificações no Brasil, têm repercutido impactos variados e compatíveis à sua dimensão: cerca de 50% dos recursos naturais extraídos da natureza, chegam a ser consumidos pela cadeia (SATTLER, 2008).

Mesmo sendo o setor de maior crescimento econômico – superando o Produto Interno Brasileiro (PIB) em 2,1% no ano de 2011 (OLIVON, 2012) - a construção civil continua projetando no cenário atual, índices convencionais em seu desenvolvimento qualitativo: baixa produtividade, elevados índices de patologias, desperdícios de insumos, grande incidência de retrabalhos e, por fim, produtos de má qualidade (TAVARES JR, 2001).

Tal fator está relacionado a três aspectos de caráter cultural, paradigmas convencionais que estão inadequados ao desenvolvimento sustentável para o qual o homem se encaminha (CBCS, 2011):

- a. O alto grau de incerteza do início de um empreendimento, faz com que os tomadores de decisão, numa espécie de fuga ao desconhecido, invistam o mínimo possível nas fases iniciais de uma edificação (OLIVEIRA, 2008);
- b. A busca pela redução dos custos somente na fase de realização, mesmo que isso incorra em maiores custos para os usuários na fase de operação (CIC/FIEMG, 2008);
- c. A percepção geral (pela falta de dados precisos) de que a introdução de práticas mais sustentáveis, implica aumento dos custos iniciais e redução dos ganhos econômicos (KATS, 2003a).

Para que esta questão evolua, primeiramente, se faz necessário que os tomadores de decisão, entendam os impactos socioambientais e econômicos que possam ser desencadeados por uma edificação.

Deve haver, ainda, a abordagem sobre as complexidades de uma edificação ao longo do seu ciclo de vida, visto que decisões tomadas em uma primeira instância incidem diretamente sob outras posteriores (FCAV, 2010).

Por fim, estudos técnico-científicos devem demonstrar que o aumento do custo inicial, se paga em sua vida útil e pode, inclusive, gerar ganhos econômicos em longo prazo, além dos benefícios socioambientais.

Dessa forma, esta pesquisa tem como questão: “Qual é o custo da sustentabilidade ambiental em um empreendimento habitacional unifamiliar?”.

1.2 Justificativa

Diante do crescimento econômico do setor da construção civil previsto para 2012 entre 5% e 5,2% superior a 2011 (SANTOS, 2012), e das políticas públicas atuando na redução do déficit de 5,8 milhões de moradias (ABNT, 2008), estima-se a continuidade das atividades e da realização de novos empreendimentos e serviços. Esse panorama traduz-se em aumento na compra de insumos e na contratação de funcionários (CNI, 2011).

Neste cenário, o desenvolvimento sustentável assume caráter emergencial. Promover a melhoria da qualidade de vida de seus usuários e o desenvolvimento econômico, social e cultural em âmbito local, colaborando para o alcance dos desafios sociais e ambientais de ordem mundial torna-se o objetivo maior a ser perseguido pelas edificações (RODRIGO, 2011).

Nas construções sustentáveis, há um incremento nos aspectos técnicos e arquitetônicos, os quais direcionam para um menor impacto socioambiental, e consideram a viabilidade econômica das estratégias (RODRIGO, 2011).

Para orientar essas questões, surgem os indicadores de desempenho, mecanismos eficientes que tornam possível o posicionamento do projeto a níveis de referência e verificar itens a serem melhorados nas edificações (TÉCHNE, 2011).

Nesse contexto, sistemas internacionais de certificação de sustentabilidade têm sido adaptados para a realidade brasileira, como o caso do francês *Haute Qualité Environnementale* (HQE®). O sistema baseia-se nos princípios de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92) (GREENPEDIA, 2011), através do Processo Alta Qualidade Ambiental - AQUA®.

O AQUA aborda 14 categorias de preocupações ambientais para uma edificação, visando o sítio e construção, a gestão, o conforto e a saúde. Fazem coerência com o contexto sócio-econômico-ambiental, uma vez que não prescrevem soluções pré-concebidas (SH-CDHU, 2008). A partir delas, delinea-se o perfil de desempenho almejado para o empreendimento (perfil de Qualidade Ambiental do Edifício – QAE), no qual as características técnicas e arquitetônicas deverão ser implantadas, respectivamente nas fases de programa, concepção e realização (FCAV, 2010).

Complementarmente, apresenta o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) que assume a importante função de apresentar aos intervenientes da edificação, as exigências e os objetivos destacados pelo empreendedor para que a edificação atinja o nível de desempenho estabelecido no perfil da QAE (FCAV, 2010).

O AQUA mantém uma visão ampla do empreendimento, através da leitura equilibrada das ações/decisões tomadas nas fases de programa, concepção e realização. Segundo Ceotto (2009), somente dessa forma, podem ser obtidas melhorias significativas que contribuem para o maior retorno, tanto socioambiental, quanto econômico do empreendimento.

A possibilidade desses retornos acontece quando há o direcionamento dos aspectos técnicos e arquitetônicos nas fases iniciais, absolutamente menos custosas e consideravelmente mais impactantes na fase de operação. Nesta fase, por ser a de maior tempo no ciclo de vida de uma edificação, são despendidos os maiores custos (CEOTTO, 2008).

No contexto econômico que viabiliza o emprego da sustentabilidade nas edificações, estudos técnico-científicos realizados pelo escritório de arquitetura BNIM Architects (BNIM ARCHITETS, 2002), Kats (2003a; 2003b), Matthiessen e Morris (2004; 2007), Universidade da Califórnia (FEBRABAN, 2010), World Green Building Council (WGBC) (FEBRABAN, 2010) e dados numéricos do AQUA (FINESTRA, 2012b) e da construtora *Tishman Speyer* (FEBRABAN, 2010) demonstram que os investimentos iniciais nas edificações são suplantados pelas economias geradas em médio e longo prazo.

Esta pesquisa, portanto, se propõe a abordar os aspectos técnicos arquitetônicos menos impactantes aplicados nas fases do ciclo de vida de um empreendimento habitacional unifamiliar desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável. Além disso, busca evidências do retorno econômico em médio prazo dos sistemas implantados para a economia de água e de energia elétrica. Dessa forma, intenciona demonstrar a viabilidade econômica da

sustentabilidade (consumos de água e de energia elétrica) para o setor habitacional, contribuindo com a quebra dos paradigmas convencionais presentes na cultura do cenário atual da construção civil brasileira.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar o custo da sustentabilidade ambiental em um empreendimento habitacional unifamiliar.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são definidos como:

1. Identificar e avaliar os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados em um empreendimento habitacional, desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável, tomando como base as proposições do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais - Processo AQUA.
2. Comparar os custos do empreendimento desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável aos custos de construções convencionais.
3. Avaliar o *payback* dos sistemas implantados para a economia de água e de energia elétrica no empreendimento desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável.

1.4 Delimitação da Pesquisa

A pesquisa avalia a sustentabilidade do empreendimento nas fases de programa, concepção e realização, não sendo abordadas as fases de operação e desconstrução, visto o escopo do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais - Processo AQUA utilizado como indicador de sustentabilidade.

Para a identificação e avaliação da sustentabilidade, abordam-se os aspectos técnicos e arquitetônicos referenciados na Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) do AQUA. Os aspectos de gestão são considerados de forma ambígua e apenas quando solicitados pelo

QAE, tendo em vista o fato de não terem sido produzidos documentos específicos para o empreendimento.

Os aspectos técnicos e arquitetônicos considerados nas construções convencionais, limitam-se à média empregada em edificações com a mesma tipologia habitacional, existentes dentro de um raio de 300m do sítio de implantação do empreendimento estudado.

Ao que tange a comparação entre os custos, pode-se afirmar que foi criada uma “versão convencional” do empreendimento sustentável estudado, pois a interpolação dos dados foi limitada aos aspectos técnicos e arquitetônicos característicos de sustentabilidade, sem alteração de quantidades ou locais empregados.

A avaliação do *payback* restringe-se aos sistemas implantados para a economia de água e de energia elétrica no empreendimento, em função apenas da economia gerada pelas tarifas das redes abastecedoras. Desconsideram-se demais aspectos existentes na fase de operação da edificação.

1.5 Estrutura da Dissertação

A estrutura desta dissertação está organizada em cinco capítulos. Além do presente, apresentando o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e a delimitação do estudo, tem-se:

Capítulo 2 - A revisão bibliográfica, abordando questões consideradas relevantes para o escopo da pesquisa. Identificaram-se temas referenciando sustentabilidade, construção civil brasileira, indicadores de desempenho ambiental (em especial o Alta Qualidade Ambiental - AQUA) e os custos das construções mais sustentáveis (relações com as fases do ciclo de vida e com construções convencionais).

Capítulo 3 – A metodologia, descrevendo as formas pelas quais se desenvolveu o processo cognitivo e o tratamento dos dados obtidos.

Capítulo 4 – Apresentação, análise e discussão dos resultados, expondo os resultados obtidos. Descreve os principais aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento, e avalia o nível de sustentabilidade AQUA atingido por cada uma das 14 categorias de preocupações ambientais nas fases de programa, concepção e realização. Compara os custos entre o empreendimento e construções convencionais nas fases de programa, concepção e realização para análises econômicas.

Por fim, calcula o *payback* dos sistemas implantados no empreendimento para a economia de água e de energia elétrica no empreendimento. Estabelece a diferença do custo anual das respectivas tarifas em relação às de construções convencionais.

Capítulo 5 – As conclusões obtidas, por meio da análise crítica dos resultados, em que são explicitados os objetivos alcançados pela pesquisa. Define, ainda, as recomendações para trabalhos futuros.

Finalmente são apresentadas as Referências Bibliográficas e Apêndice.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Retrospectiva do Desenvolvimento Humano e os Caminhos da Sustentabilidade

A ação do homem em seu entorno, ao longo da história da humanidade, com vistas à busca de conforto e bem estar tem causado impactos socioambientais. O crescimento desordenado, o consumo desenfreado e o uso, muitas vezes, irracional dos recursos naturais tem trazido sérias consequências. Por outro lado, desencadeou o desenvolvimento de tecnologias resultantes de pesquisas acadêmicas que buscam racionalizar e diminuir os danos resultantes da ação humana no espaço físico.

Para compreender como esse processo se deu, nesta seção da pesquisa, são tecidas discussões acerca do desenvolvimento do homem, sua relação no espaço físico e os caminhos que se abrem para uma ação sustentável no campo da engenharia.

2.1.1 Relações em Nível Global

Há séculos, anteriormente ao processo de industrialização, o homem se cercava da pobreza, do analfabetismo, da desnutrição, da falta de higiene e de acesso à água potável: a expectativa de vida não atingia os 30 anos.

A partir da Revolução Industrial, vivenciou-se o célere crescimento de diversos fatores, desde a população do planeta (6 vezes), as indústrias de manufatura (75 vezes), a produção de carvão (500%) e o produto global (mais de 50 vezes). A obtenção dos direitos humanos básicos se intensificou em praticamente todos os indicadores do bem-estar através das forças de crescimento econômico, de mudanças tecnológicas e pelo intercâmbio de ideias, bens e serviços. A humanidade jamais se apresentou em melhores condições de vida.

Entretanto, o consumo descontrolado no mundo desenvolvido iniciou o processo de degradação dos recursos renováveis, a partir do momento em que o recorde de crescimento econômico e de mudanças tecnológicas em relação ao meio ambiente não se deu de maneira equilibrada. Nas primeiras fases do desenvolvimento econômico de uma sociedade há melhora de indicadores ambientais mais críticos, enquanto outros indicadores, não menos importantes, reverterem à queda da qualidade ambiental (GOKLANI, 2002).

Há dois séculos, o economista britânico Thomas Malthus comentava sobre haver um limite para o crescimento (FEBRABAN, 2010). Somente a partir da segunda metade do

século XIX, começou-se a perceber a degradação ambiental em nível planetário e suas catastróficas consequências. Essa percepção originou estudos e as primeiras reações no sentido de se conseguirem fórmulas e métodos de redução dos impactos ao meio ambiente (Quadro 1).

Quadro 1: Eventos para a redução dos impactos no meio ambiente.

1968	Clube de Roma
1972	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, Estocolmo
1980	Publicação da Estratégia de Conservação Mundial (WCS)
1982	Aprovação da Carta Mundial para a Natureza
1983	Criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED)
1987	Relatório Brundtland
1992	Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Cúpula da Terra e ECO ou Rio 92 – adoção da Agenda 21
1997	Protocolo de Kyoto
2000	Lançamento de metas para o desenvolvimento do planeta a serem alcançadas até 2015
2002	Rio +10 Johannesburgo, África do Sul
2012	Rio + 20 - Conferência das Nações Unidas em Desenvolvimento Sustentável

Fonte: Elaborado pela autora com base em Febraban 2010, p. 6 e ONU, 2011.

O processo teve início com a criação da organização não governamental fundada em 1968, denominada Clube de Roma. Formada por cientistas, economistas, empresários, altos servidores públicos e ex-chefes de Estado, surgiu como uma premissa de se poder intervir no futuro da humanidade atuando no entendimento das complexidades expressas nas políticas, nas sociedades, nas economias, nas tecnologias, nos ambientes naturais, nas psicologias e nas culturas dos povos do mundo todo. Muniz *et al.* (2007) pontua que o Clube de Roma tem defendido a adoção de medidas limitantes para o desenvolvimento industrializado, tanto para a produção quanto para o consumo de bens.

O autor destaca a primeira cúpula mundial sobre o meio ambiente, realizada em Estocolmo no ano de 1972, que contemplou a preocupação com esse assunto já no Princípio 1

do relatório (entre 26 princípios): “O homem tem como direito fundamental a liberdade, a igualdade e condições adequadas de vida, em um ambiente de qualidade que permita uma vida digna e de bem-estar”. Uma série de reuniões discutiu a revitalização da conexão entre a humanidade e a natureza, os direitos das pessoas à alimentação adequada, à habitação, à água potável até o acesso aos meios de planejamento familiar (ONU, 2011).

Na década seguinte, em 1980, a União Internacional para a Conservação dos Recursos Naturais (IUCN) publicou a Estratégia de Conservação Mundial (WCS) que forneceu um precursor do conceito de desenvolvimento sustentável. O documento destacou que a conservação da natureza não pode ser alcançada sem que haja o envolvimento para a redução da pobreza.

Pontuou ainda a interdependência entre conservação e desenvolvimento e defendeu que o desenvolvimento depende do cuidado com a terra. A iniciativa culminou em 1982 com a aprovação da Carta Mundial para a Natureza, que afirma que "a humanidade é uma parte da natureza e da vida, e depende do funcionamento ininterrupto dos sistemas naturais" (ONU, 2011).

Já em 1983, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento relacionou novamente os fatores da pobreza quanto à satisfação das necessidades básicas de alimentação, saúde e habitação aos problemas do meio ambiente e do desenvolvimento. Enfatizou ainda a disposição de uma matriz energética privilegiando as fontes renováveis no processo de inovação tecnológica (PERON, 2010).

A partir de 1987, com o documento *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum) ou o Relatório *Brundtland*, o conceito de desenvolvimento sustentável passou a ter uma definição frente a um paradigma que inclui a necessidade de qualidade de vida social, econômica e ambiental. Sette (2010) relata que um dos trechos de maior expressão aplica uma linguagem contábil frequente no meio corporativo, talvez já com o intuito de sensibilizar os homens de negócios para estratégias ambientalmente mais adequadas:

Muitos dos atuais esforços para manter o progresso humano, atender às necessidades humanas e realizar as ambições humanas, são simplesmente insustentáveis – tanto nas nações ricas quanto nas pobres. Eles retiram demais, e a um ritmo acelerado demais, de uma conta de recursos ambientais já descobertos, e no futuro não poderão esperar outra coisa que não a insolvência dessa conta. Podem apresentar lucro nos balancetes da geração atual, mas nossos filhos herdarão os prejuízos. Tomamos um capital ambiental emprestado às gerações futuras, sem qualquer intenção ou perspectiva de devolvê-lo (BRUNDTLAND, 1991).

O conceito, por ser abrangente, depende do modo como vem a ser interpretado, porém não foge do princípio de que todas as atividades realizadas atualmente devem sofrer uma avaliação cuidadosa para determinar seus impactos ambientais (SETTE, 2010) tanto para curto, quanto para longo prazo.

Dessa forma, como uma das principais recomendações do Relatório de *Brundtland*, a realização no ano de 1992 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – a Cúpula da Terra e ECO ou Rio 92 - na cidade de Rio de Janeiro, direcionou os assuntos ambientais através da Agenda 21. Constituída de 2,5 mil recomendações para a efetivação do desenvolvimento sustentável e o plano de ações para o início do século 21, sinalizou o entendimento de que os problemas globais devem ser tratados com a participação efetiva de todos os países (FELDMANN, 2002).

Agenda 21 – Constitui um programa de ação que viabiliza o novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional. Concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. É um guia imprescindível para a construção de uma sociedade baseada nos princípios da sustentabilidade em suas múltiplas dimensões. O Documento tem o objetivo de efetivar-se como referencial fundamental nos planos dos governos e sociedades para um futuro mais digno (SETTE, 2010, p. 33).

Já em 1997, o autor destaca o marco nas tentativas de mitigação em relação às mudanças climáticas. Durante a terceira Conferência das Partes realizada em Kyoto no Japão, o Protocolo de Kyoto estabeleceu metas quantitativas de redução de emissões de gases de efeito estufa aos países participantes. Para o primeiro período de compromisso, de 2008 a 2012, fixou-se o limite mínimo de redução de emissões (diferenciado entre os 21 países) num valor 5,2% abaixo dos níveis de 1990.

Em 6 de junho de 2000, líderes de 189 países se reuniram na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), em Nova Iorque (EUA), onde foram lançados oito objetivos para o desenvolvimento do planeta a serem alcançados até 2015. Segundo Perón (2010), um dos focos foi garantir a sustentabilidade ambiental perante a constante veiculação na mídia de catástrofes ambientais ocasionadas pela insustentabilidade para a qual o planeta se encaminha. Cita-se o exemplo do terremoto no Haiti em janeiro de 2010, como uma das maiores destruições naturais registradas nos últimos tempos. A ideia da parceria mundial para o desenvolvimento foi inclusive relacionada uma vez que países pobres necessitam da ajuda de países ricos e em desenvolvimento, em situações limites como essa.

Feldmann (2002) relata que em 2002, realiza-se a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Rio+10, em Johannesburgo, na África do Sul. O evento focou para a avaliação das ações implementadas em direção ao desenvolvimento sustentável nos últimos anos, além disso, reforçou compromissos assumidos buscando novas estratégias para alcançar os objetivos iniciais.

Segundo Diniz (2002), a Rio+10 destacou-se por mencionar os problemas da globalização, além de detalhar um plano de implementação que relacionou a redução (pela metade) da proporção de pessoas sem acesso ao saneamento e à água potável até 2015. Também pontou o aumento do acesso aos serviços energéticos modernos para a redução dos subsídios do setor, a utilização de produtos químicos de forma a minimizar os prejuízos à saúde e a cooperação na diminuição da poluição do ar até 2020, dentre outros.

Para 2012, programou-se a Conferência das Nações Unidas em Desenvolvimento Sustentável - Rio + 20, com o objetivo de fazer o diagnóstico sobre os compromissos firmados ao longo dos últimos 20 anos (desde a Rio 92). Trataram-se temas como a economia verde no contexto da erradicação da pobreza (por causa de diferenças de percepção entre países desenvolvidos e em desenvolvimento) e da governança internacional para o desenvolvimento sustentável (RESK, 2011).

Esses eventos apresentados evidenciam um interessante movimento em nível mundial voltado às questões ambientais, revelam um olhar que reconhece a importância do desenvolvimento social, ao mesmo tempo em que se preservam os recursos naturais. A seguir, discute-se em que medida esse modo de pensar e agir começa a alcançar as ações sociais e políticas no Brasil.

2.1.2 Relações em nível de Brasil

Da mesma forma que o ocorrido em nível global, Serrano e Barbieri (2008) destacam que a crise ambiental no Brasil se relacionou diretamente ao contexto urbano-industrial (existência de esgoto a céu aberto, poluição da água, favelização, aterros clandestinos, ocupação de encostas, enchentes e entre outros), e às questões de menor grau hierárquico, como por exemplo, o espaço rural (desertificação e erosão de solos).

Segundo os autores, somente no final da década de 50, a questão ambiental começou a demonstrar expressividade, quando o caráter preservacionista dos recursos naturais se articulava apenas entre os setores das associações ambientalistas civis e das agências estatais

de meio ambiente. Tal bissetorialismo adquiriu um caráter multissetorial durante a segunda metade da década de 80. Agregando o socioambientalismo, as instituições científicas e o setor empresarial, tornou-se um ambientalismo engajado no conceito de desenvolvimento sustentável proposto pelo Relatório *Brundtland*.

Já no século XXI, Gomes (2006) afirma que em 10 de julho de 2001 foi promulgado o Estatuto da Cidade na forma da Lei Federal nº 10.257, Brasil (2001), cuja tramitação no Congresso durou onze anos até submergir às diretrizes nacionais. Avançando sobre a gestão democrática da cidade através de premissas e objetivos à ação pública, confere um conjunto de instrumentos de gestão integrando as políticas de planejamento urbano, política habitacional e política ambiental. Indica a obrigatoriedade de planejar frente à ordenação do parcelamento, uso e ocupação do solo urbano e a obrigatoriedade do Plano Diretor para as cidades com mais de 20.000 habitantes. Impõe-se por meio de uma série de instrumentos jurídicos e urbanísticos e afasta o discurso de que o planejamento urbano não se expressa mais como possível ou desejável, mas como uma exigência da Lei Maior.

Outro fator importante a ser destacado refere-se à ética e ao princípio pelo qual empresas, na qualidade de atores sociais, têm ativa participação no desenvolvimento sustentável de uma nação. Segundo Prahalad (2005), o empreendedorismo tem se preocupado com a sua contribuição na desestabilização da vida no planeta e vem minorando os impactos de suas ações, visto que:

Ao incorporar o respeito ao meio ambiente no negócio, a empresa reduz os insumos e, portanto, os custos. Além disso, um processo ambientalmente mais responsável gera receitas adicionais a partir de produtos melhores, permitindo criar novos negócios. Empresas inteligentes estão tratando a sustentabilidade como uma nova fronteira da inovação (VOLTOLINI, 2011).

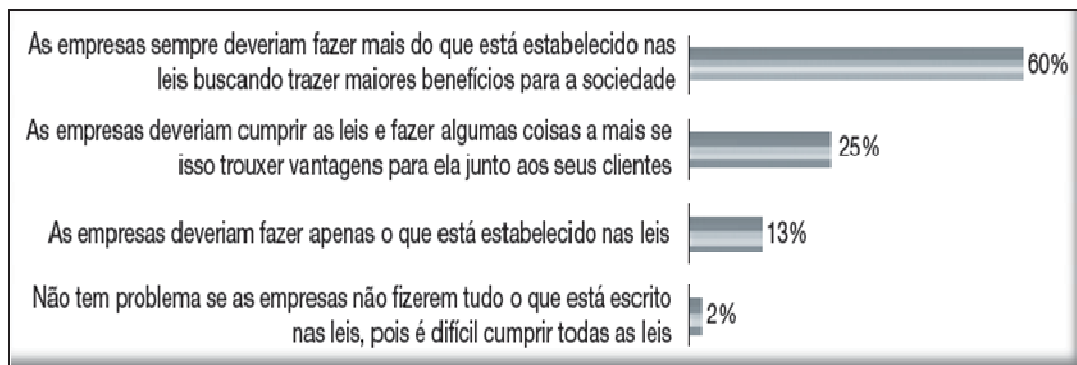
Porém Klabin (2011) relata que as empresas nem sempre têm a visão e a segurança necessárias para fazer os investimentos sustentáveis. A crítica se relaciona diretamente ao modelo tributário atual do Brasil. Em qualquer país do mundo onde a inovação se tornou motivação para os ciclos econômicos, houve modelos tributários permitindo tal situação. Dessa forma, o autor coloca a necessidade de se direcionar a atenção na luta por modelos que viabilizem a inovação.

Uma premissa na qual as empresas devem se basear para alavancar urgentemente essa luta conecta-se diretamente à necessidade do consumo consciente que vem sendo imposto pelo movimento da “geração Y” (pessoas nascidas entre meados da década de 70 e meados da

década de 90) (FEBRABAN, 2010). Uma pesquisa realizada em 2006 com o título “O consumidor brasileiro e a sustentabilidade: atitudes e comportamentos frente ao consumo consciente, percepções e expectativas sobre a Responsabilidade Social Empresarial (RSE)”, desenvolvida através da iniciativa dos Institutos Akatu e Ethos, revelaram que (a) 89% escolhem marcas associadas à sustentabilidade; (b) 74% prestam mais atenção a propagandas de marcas associadas à sustentabilidade; (c) 69% compram de estabelecimentos com marcas associadas à sustentabilidade; e (d) 66% recomendam marcas associadas à sustentabilidade (AKATU; ETHOS, 2010).

Em comparação à mesma pesquisa realizada no ano de 2010, destacou-se a manutenção em 5% do percentual de consumidores conscientes, o que significa, considerando o aumento populacional, um crescimento de cerca de 500 mil consumidores aderindo a valores e comportamentos mais sustentáveis. Outro fator importante, segundo Akatu e Ethos (2010), demonstrou que a maior parte desses consumidores tem grandes expectativas quanto ao papel a ser desenvolvido pelas empresas, conforme demonstra a Figura 1.

Figura 1: Expectativa do consumidor brasileiro quanto à ação das empresas.



Fonte: Ethos; Akatu, 2010, p. 32.

Destaca-se o percentual de 60% de consumidores que acreditam que as empresas devem ir além do que está estabelecido pela legislação, devem estar orientadas a trazer para a sociedade maiores benefícios através de suas ações e não focar apenas nos benefícios que tais ações podem trazer para a própria empresa.

Dessa forma, percebe-se que a promoção do desenvolvimento sustentável no Brasil depende de fato, da articulação entre os líderes, os gestores e as instâncias da sociedade em torno de políticas públicas que estimulem o comportamento responsável das pessoas e das organizações.

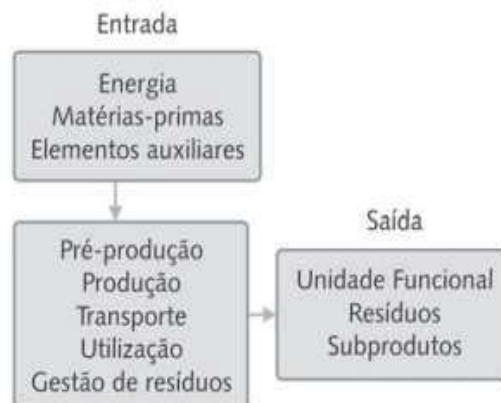
2.2 Contribuições sobre a Construção Civil

A partir desse contexto em que se delinearam alguns movimentos em nível mundial e nacional, formalizaram-se ações em defesa dos recursos naturais. A seguir, apresentam-se contribuições desse olhar para a construção civil.

2.2.1 Recursos naturais, cadeia produtiva e sustentabilidade

Os recursos naturais são caracterizados por disponibilizar ao homem a matéria e a energia necessárias para a sua evolução (PORTUGAL, 1996). Seu consumo envolve inúmeros processos nos mais diversos setores industriais, englobando um conjunto de atividades ao longo do ciclo de vida (Figura 2) que, articuladas progressivamente, compreende elos de uma corrente chamada cadeia produtiva (BRASIL, s.d).

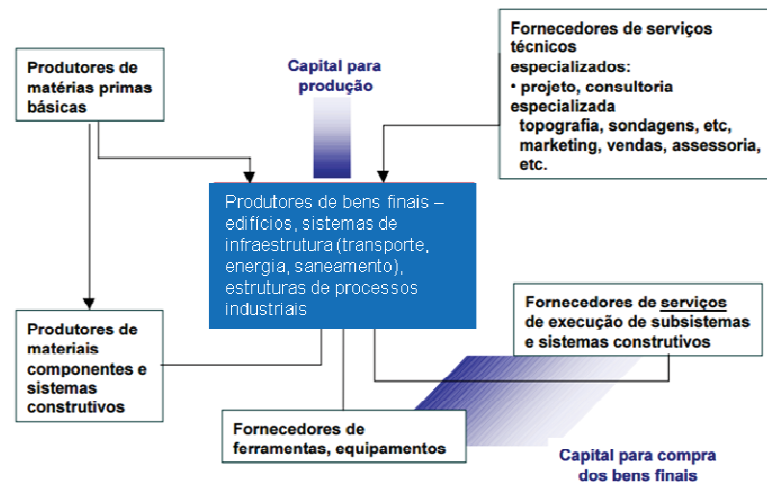
Figura 2: Representação esquemática da Análise do Ciclo de Vida (ACV).



Fonte: Soares et al., 2006, p. 99.

Na indústria da construção civil, a heterogeneidade da cadeia produtiva (Figura 3) reúne desde produtores de matérias-primas básicas, produtores de materiais componentes e sistemas construtivos, produtores de bens finais, fornecedores de serviços técnicos especializados, de execução de sistemas construtivos, de ferramentas e de equipamentos, até financiadoras, governo e o consumidor final. Dessa forma, envolve diversos sistemas como o educacional, o tributário, o trabalhista, o de normas técnicas, o de legislação ambiental, urbana e sanitária (MCT, 2000).

Figura 3: Estrutura básica da cadeia produtiva da construção civil.



Fonte: MCT, 2000.

Neste ciclo produtivo em que as atividades humanas são globalizadas e suscetíveis à economia (SOUZA *et al.*, 2009) - que busca o tempo todo a redução dos custos - efeitos danosos ao meio ambiente são desencadeados pelos processos decorridos entre a produção (extração, processamento e distribuição de produtos) e o uso (aplicação dos materiais nos locais, a vida subsequente no local e a disposição final dos produtos).

No Brasil, observa-se que, mesmo com a participação em 11% do PIB brasileiro em 2010 (EBC, 2011), a cadeia produtiva da construção civil vem repercutindo impactos ambientais variados e compatíveis à sua dimensão (Quadro 2).

Quadro 2: Impactos da cadeia produtiva da construção civil brasileira.

Efeito	Resultado	Fonte
Recursos materiais extraídos	50%	SATTLER, 2008
Geração de resíduos	65%	FEBRABAN, 2010
Consumo de energia	44,7%	BRASIL, 2007
Emissão gases efeito estufa	25%	FEBRABAN, 2010
Consumo de água potável	21%	CBCS, 2011.

Fonte: Brasil (2007), CBCS (2011), Febraban (2010), Sattler (2008).

Segundo Sattler (2008), a cadeia chega a consumir cerca de 50% dos recursos naturais extraídos da natureza. Da mesma forma, enquadra-se como grande geradora de resíduos da sociedade, chegando a ser duas vezes maior que o volume do lixo sólido urbano, em que os 65% (FEBRABAN, 2010) impactam diretamente sobre o ambiente urbano e as finanças municipais (CBCS, 2011). Outro dado importante abrange o balanço energético nacional, quando a operação dos edifícios é responsável por 44,7% do consumo total de energia

(BRASIL, 2007). Tem-se ainda o impacto de 25% dos gases de efeito estufa (FEBRABAN, 2010) e 21% do consumo total de água potável (CBCS, 2011).

Diante disso, observa-se que a expansão do ambiente construído não pode mais ser realizada a partir dos paradigmas convencionais, pois se encontram inadequados à sustentabilidade ambiental e econômica. A Figura 4 sistematiza os principais desafios sociais para a busca de soluções nesse sentido, conforme as disposições de CBCS (2011).

Figura 4: Desafios da sustentabilidade da cadeia produtiva da construção civil.



Fonte: Elaborado pela autora com base em CBCS, 2011.

Soares *et al.* (2006) destacam a necessidade de analisar as repercussões ambientais de cada atividade ou produto no sistema. Somente através de uma avaliação científica da

situação, baseada pela Análise do Ciclo de Vida (ACV) (Figura 2), em associação aos resultados de avaliação econômica e às preferências dos interessados, os impactos ambientais poderão ser comparados e as ações para a tomada de decisões mais coerentes à sustentabilidade serão aplicadas.

2.2.2 O desenvolvimento do setor no Brasil

Na última década, o setor da construção civil tem passado por importantes transformações, migrando do longo período de estabilidade com poucos investimentos, para um quadro de maior abundância de recursos, com grandes obras em andamento e fortes aplicações imobiliárias (FIESP, 2008).

Os dados gerais refletem esse crescimento de mercado. O aumento dos percentuais de diversos indicadores, oriundos do período de 2005 ao segundo semestre de 2010 apresentados pelo Ministério do Desenvolvimento na Tabela 1 (BRASIL, 2010), apontam o avanço percorrido em cinco anos e meio consecutivos. O crescimento de 1,2% da participação no PIB brasileiro, o número de pessoal ocupado pelo setor que passou de 1.176 mil para 1.671 mil pessoas e o aumento de 0,4% do total de empregos são alguns pontos destacados deste avanço no contexto nacional.

Tabela 1: Indicadores de desempenho da construção civil – período de 2005 ao primeiro semestre de 2010.

Indicadores	Linha de Base 2005/2006/2007	2008	2009	jan a jun 2010
Participação da construção civil no PIB brasileiro	4,2%	4,3%	4,4%	5,4%
Taxa de crescimento do PIB do setor de construção civil	4,9%	8,2%	-6,3%	5,5%
Taxa de utilização da capacidade instalada na indústria de material para construção civil (média do ano)	82,1% / 85,1% / 84,6%	88,4%	85,0%	ND ¹
Número de pessoal ocupado na construção civil - semana de referência - mil pessoas - Média do ano.	1.476	1.538	1.568	1.671
Número total de empregos na construção civil / Total de empregos	7,2%	7,3%	7,4%	7,6%
Investimento total das empresas de construção civil (R\$ mil)	4.861.710	8.152.646	ND ¹	ND ¹
Valor anual exportado pela indústria de materiais de construção civil (US\$ mil)	2.432.717	2.283.187	1.690.280	411.615
Valor anual importado pela indústria de materiais de construção civil (US\$ mil)	757.880	1.085.447	957.841	353.589
Saldo da balança comercial de materiais de construção civil (US\$ mil)	1.674.837	1.197.740	732.439	58.026

Fonte: Brasil (2010).

Tal situação se relaciona a diversos fatores: (a) o crescimento da taxa de urbanização, que passou de 81,25% (137.953.959 pessoas) em 2000 para 84,35% (160.879.708 pessoas) em 2010 (IBGE, 2010), inflando as cidades e tornando as obras de infraestrutura cada vez mais necessárias para a qualidade de vida da população; (b) a retomada de investimentos públicos, assim como esforços do Plano Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)

que disseminou os conceitos de gestão de qualidade (FIESP, 2008); (c) a adoção de medidas anticíclicas contribuíram para a recuperação da economia no terceiro trimestre de 2009 frente à crise mundial que eclodiu no final de 2008, com a desoneração tributária de alguns materiais de construção, a expansão do crédito para habitação, o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) e o aumento de recursos para o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) (BNDES, 2010).

No setor habitacional, desenvolver um trabalho consistente na criação de políticas públicas tem sido essencial para reduzir o déficit de moradia (ABNT, 2008). De acordo com Veja (2011), uma pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV), em estudo elaborado com base em dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) de 2009, mostra que o déficit habitacional chega a 5,8 milhões de residências, sendo 9,3% do total de famílias do país. Na comparação com os números de 2008, o déficit em termos absolutos manteve-se praticamente estável, com um aumento de 0,15%. “Esses são os primeiros resultados depois do início do Programa Minha Casa Minha Vida, que trouxe para a construção uma mudança de perspectivas”, observa o relatório da FGV de 2009.

Pelas informações, estima-se a continuidade no crescimento das atividades e de novos empreendimentos e serviços, traduzindo-se respectivamente em aumento na compra de insumos e contratação de funcionários (CNI, 2011). Segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o crescimento do setor em 2011 foi de 4,8% em relação a 2010, acima do Produto Interno Brasileiro (PIB) registrado em 2,7% (IBGE, 2011). Projeta-se em 2012 entre 5% e 5,2% em relação a 2011 (SANTOS, 2012), novamente superior ao PIB estimado de 1,9% para 2012 (OLIVON, 2012).

Todavia, Oliveira (2007) enfatiza que a construção civil brasileira, mesmo sendo o setor econômico do país com maior impacto na economia, encontra-se desorganizada sob a maioria dos pontos de vista. Há uma ineficiência generalizada traduzida pelo descontrole dos processos, má qualidade dos produtos e vícios de todas as naturezas, apresentando, segundo Tavares Jr (2001), índices convencionais em seu desenvolvimento qualitativo, como baixa produtividade, elevado índice de manifestações patológicas, grande desperdício de insumos e grande incidência de retrabalhos que levam a um ambiente propício para a geração de produtos de má qualidade.

Tal situação é refletida pela facilidade que o setor tem em absorver mão de obra desqualificada e pelos poucos recursos que lhe são destinados à pesquisa, não obstante sua importância na economia e bem-estar nacional (OLIVEIRA, 2007).

Dessa forma, para que os resultados tanto quantitativos quanto qualitativos sejam direcionados uniformemente para índices mais elevados, a atuação conjunta do setor público com a iniciativa privada torna-se fundamental (CNI, 2011). O Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES, 2010) defende a necessidade urgente de acelerar investimentos em construção civil, não só em face do elevado déficit habitacional no país, como também para superar a grande deficiência da infraestrutura e dos recursos para a qualificação dos atores envolvidos (OLIVEIRA, 2007).

Esses fatores acima pontuados revelam o crescimento do setor no país, resultado de políticas econômicas e sociais. Porém, ao mesmo tempo, sinalizam para a demanda de pesquisas e ações sustentáveis que considerem os sujeitos envolvidos e os impactos ambientais dessas construções.

2.3 Construções Sustentáveis e Indicadores de Desempenho Ambiental

Entende-se por edifício sustentável aquele que promove a melhoria da qualidade de vida de seus usuários e o desenvolvimento econômico, social e cultural em âmbito local, mas colaborando para o alcance dos desafios sociais e ambientais de ordem mundial. Para tanto, há um incremento em seu desempenho técnico, o qual leva ao menor impacto negativo no meio ambiente e considera a viabilidade econômica do desenvolvimento das soluções técnicas almejadas (RODRIGO, 2011).

Cardoso e Araújo (2007) comentam que a sustentabilidade nas construções baseia-se na definição de práticas, sejam tecnológicas ou ações de natureza gerencial, a fim de mitigar ou ao menos reduzir os impactos ambientais negativos. O entendimento das implicações de cada aspecto da escala urbana e do entorno imediato do sítio, dos desafios associados e das razões do seu destaque permite vislumbrar as soluções de intervenção.

As primeiras iniciativas atendendo às premissas de construção sustentável foram desencadeadas pela crise do petróleo nos anos 70 (SILVA, 2007). Com o foco inicial sobre a avaliação e a maximização da eficiência energética, Roaf *et al.* (2006) destacam duas casas localizadas em *Kentucky* (EUA) e em Tóquio (Japão) que utilizaram energia solar passiva e sistemas de aquecimento solar de água com leito de pedras no solo, para armazenar calor entre as estações do ano.

Entretanto, somente na década de 90 o desempenho das edificações, em especial o ambiental, passou a receber maior atenção quando a sociedade iniciou um processo de

reinterpretação da Agenda 21 nos contextos específicos das diversas agendas locais e setoriais (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

Ao reconhecer que a construção convencional não se adequava facilmente ao conceito de sustentabilidade, passou-se a avaliar alguns empreendimentos no objetivo de entender os impactos ambientais negativos e encontrar soluções para minimizá-los. Ao mesmo tempo, foram surgindo sistemas de análise do ciclo de vida de produtos e materiais, possibilitando escolhas ambientalmente mais adequadas (PINHEIRO, 2006).

Assim, o desenvolvimento de sistemas de avaliação ambiental da construção foi, em grande parte, um exercício de estruturação de uma série de conhecimentos e considerações, numa abordagem prática. Segundo o autor, em muitos casos foi constatado que os países que implementavam projetos mais sustentáveis não possuíam meios para verificar sua efetiva dimensão ambiental, surgindo situações em que estas construções ditas “ecológicas” acabavam tendo maiores consumos energéticos do que os usuais.

Logo, conseguiu-se gerar um consenso entre investigadores e agências governamentais de que a classificação de desempenho associada a sistemas de certificação cria mecanismos eficientes de demonstração e melhoria contínua provocando um crescimento qualitativo na avaliação ambiental das edificações (PINHEIRO, 2006).

Atualmente, especialistas têm destacado essa importância. Vanessa Gomes da Silva, professora doutora da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), relata que os sistemas de classificação, certificação e etiquetagem estão se tornando ferramentas muito importantes para o setor da construção, no momento em que estão se aproximando da direção do desenvolvimento sustentável estabelecido pelas políticas públicas. A partir dessas metodologias de avaliação, torna-se possível posicionar o projeto a níveis de referência e verificar itens a serem melhorados nas edificações (TÉCHNE, 2011).

A partir do momento em que a confiabilidade nos critérios e informações de uma ferramenta de avaliação parte de mensurar a realidade local, a proposição de métodos de avaliação de edificações começa a se consolidar no Brasil. As primeiras propostas visando a responder às peculiaridades do país começaram a aparecer em meados de 2005, conforme:

- a. A Comissão de Meio Ambiente do SINDUSCON-RS sugerindo a criação de uma lista de verificação nacional que pudesse ser usada como um medidor ou avaliador da sustentabilidade de empreendimentos. Com a parceria do Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL do SENAI-RS, e com apoio da Universidade Federal

do Rio Grande do Sul, o projeto se baseou em alguns conceitos como Produção mais Limpa, simplicidade e facilidade de acesso (GORON *et al.*, 2009). Definiu-se aplicável a edifícios residenciais com até 10.000 m² que, segundo as pesquisas do SINDUSCON-RS, representavam aproximadamente 70% dos empreendimentos realizados pelos seus associados no Estado.

- b. O Selo SustentaX, criado em 2007 em função de problemas ocorridos na primeira certificação de um *Green Building* na América do Sul. Integrando os requisitos não impostos pelos selos internacionais como o CRI para tapetes e carpetes, o *Floor Score* para pisos, o *Öko-Tex* para toxidade de tecidos, o *GreenSeal*, de toxidade de tintas dentre outros, tornou-se pioneiro no propósito de ajudar os consumidores na identificação de produtos, materiais, equipamentos e serviços sustentáveis. Eles são analisados pelos critérios de salubridade, qualidade, responsabilidade social e ambiental, economia, segurança, comunicação com o consumidor e regularização jurídico-fiscal (GRUPO SUSTENTAX, 2011).
- c. Scussel, ainda em 2007, adaptou o modelo Índice de Qualidade Ambiental do Espaço Residencial de Socco (2002). O método oferece como resultado uma avaliação da qualidade do espaço residencial, em termos de três índices: índice QER (Qualidade do Espaço Residencial), índice QER Ajustado e índice QER Ampliado (SCUSSEL, 2007).
- d. Souza (2008) apresentou a proposta preliminar de uma ferramenta para avaliação de edifícios brasileiros, denominada ASUS – Versão Zero/SBTool. O objetivo principal era elaborar uma ferramenta livre, passível de ser utilizada por profissionais, especialmente projetistas e arquitetos, servindo como um instrumento auxiliar na tomada de decisão na fase de operação, sem almejar a certificação. O limite da avaliação foi definido pela fase de operação. Além disso, como as pesquisas sobre o tema no país ainda se encontram em fase inicial, considerou-se importante a avaliação do estoque construído, para que se pudesse iniciar o desenvolvimento de um banco de dados de referência da prática construtiva, em especial, referente à realidade local. Frente à carência de dados desse tipo, relativos à construção civil no país, essa iniciativa mostrou-se de grande relevância. Dessa forma, foram mantidos como base referencial os sete temas da SBTool: seleção do sítio, planejamento e desenvolvimento do empreendimento, consumo de energia e recursos, cargas ambientais, qualidade do ambiente interno, qualidade dos serviços, aspectos sociais e econômicos e aspectos culturais e

o Selo Casa Azul (CAIXA, 2011) destinado aos empreendimentos imobiliários que financia e que adotem procedimentos e tecnologias sustentáveis. Como uma forma de o banco reconhecer e divulgar ao público os projetos de empreendimentos habitacionais mais sustentáveis, não assume caráter de certificação. É aplicável a todos os empreendimentos habitacionais construídos no âmbito dos programas, financiamentos e repasses operacionalizados pelo banco. Empresas construtoras, prefeituras, entidades organizadoras como associações e cooperativas, e companhias de habitação podem propor projetos ao Selo. Abrange seis categorias: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, gestão da água, conservação de recursos materiais e práticas sociais.

Bueno (2009) enfatiza ainda a adaptação de sistemas internacionais de certificação para a realidade brasileira, como o caso do *Green Building Council Brasil* (GBC BRASIL), que optou por disseminar no mercado o sistema de certificação LEED® (*Leadership in Energy and Environmental Design*®). Presente em 115 países, o sistema envolveu desde 2001, mais de 75 mil profissionais no mundo Febraban (2010) e apresentou pelo período 5 anos (2005 a 2010) a evolução de mais de 1.800% em metros quadrados registrados para certificação (GBC BRASIL, 2011).

Neste cenário, o Brasil ocupou o quinto lugar quanto ao número de pedidos dentre as categorias adaptadas para a realidade brasileira: LEED NC - Novas construções e grandes projetos de renovação; LEED CI – Projetos de interiores e edifícios comerciais; LEED CS - Projetos da envoltória e parte central do edifício e; LEED EB_OM – Operação e manutenção de edifícios existentes. O *Leed® For Homes* é uma meta a ser alcançada nos próximos anos, com relação às habitações.

Apesar da evolução das certificações LEED® registrar um crescimento expressivo no decorrer dos anos, seu total não chega a significar 1% do volume de obras em andamento no país (FEBRABAN, 2010, p.9). Segundo GBC Brasil (2011), o processo de adaptação tem encontrado dificuldades perante alguns fatores sociais do país, como a mudança de paradigmas, a forte visão de curto prazo do setor gerando a falta de visão holística de todo o processo e a falta de conhecimento da metodologia do sistema. Esses fatores fomentam a mudança de padrão dos materiais e tecnologias em busca do aumento de seu desempenho e dos custos adicionais dos certificados (de 2 a 7% do total da obra).

Outro sistema internacional de certificação que tem buscado se adequar às necessidades brasileiras e vem ganhando grande destaque é parte do sistema francês *Haute Qualité Environnementale* (HQE®) através do Processo Alta Qualidade Ambiental - AQUA®. O item a seguir intensifica a análise desse sistema, tendo em vista sua aplicação nesta pesquisa.

2.4 Processo Alta Qualidade Ambiental - AQUA®

2.4.1 Origem e definição

O Processo Alta Qualidade Ambiental (AQUA) consiste na adaptação do processo francês de certificação para construções sustentáveis *Haute Qualité Environnementale* (HQE®), baseado pelos princípios de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92) (GREENPEDIA, 2011).

O HQE é uma certificação francesa que surgiu na década de 90. Hoje, ela é muito conhecida pela população e recebe total apoio do governo, pois foi criada para atestar a responsabilidade ambiental de uma moradia e contribuir para a gestão ambiental em todas as fases de uma obra (FCAV, 2011a, p.).

O trabalho de adaptação fora desenvolvido pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV), um organismo brasileiro de sistema de gestão acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) para conceder certificados de conformidade de Sistemas da Qualidade baseados nas normas ISO 9001. Realizou-se com a cooperação técnica de entidades internacionais como a *Certification Qualité Logement* (CERQUAL), organismo francês de certificação de empreendimentos habitacionais, e a CERTIVÉA, subsidiária do *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB), instituto francês referência mundial em pesquisas na construção civil e responsável pela certificação de edifícios do setor de serviços (FCAV, 2010).

O AQUA é uma metodologia que respeita diretrizes recomendadas por referências internacionais que definem uma agenda ambiental consistente para se alcançar uma construção sustentável (RODRIGO; CARDOSO, 2010).

O professor Manuel Carlos Reis Martins, coordenador executivo do Processo AQUA no Brasil, caracteriza-o de maneira sintética como um processo de gestão do projeto visando a obter a qualidade ambiental de um empreendimento. Sua função consiste em avaliar o nível

de sustentabilidade de uma edificação nova ou em reabilitação nas fases de programa, concepção e realização, diante de objetivos interpolados. Propõe a redução dos impactos ambientais frente à envolvente e ao ambiente imediato (respondendo aos principais contextos e prioridades ambientais de proximidade que vêm a ser identificados na análise do local) e a seguridade do conforto e da saúde dos usuários do empreendimento em questão (INMETRO, 2009).

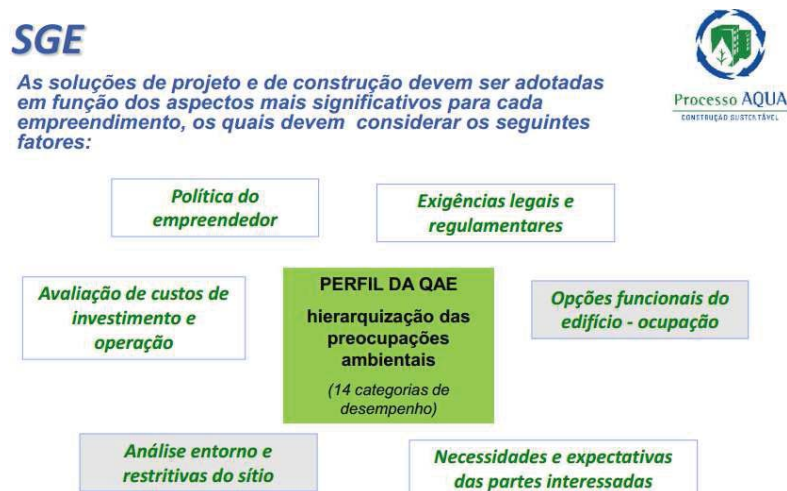
Neste contexto, cabe ao empreendedor implementar um sistema de gestão ambiental a fim de gerenciar suas funções internas e as dos agentes envolvidos, bem como estimular os compradores e os usuários a adotarem práticas mais eficientes em termos de respeito ao meio ambiente (FCAV, 2010).

2.4.2 O processo de certificação

O primeiro passo para a certificação consiste em atender parâmetros dispostos pelos referenciais técnicos de certificação específicos para cada tipo de empreendimento, utilizados pelos agentes desde a decisão de realizá-lo até a sua entrega. Adaptado para a realidade brasileira tem-se: Edifícios do setor de serviços: escritórios e edifícios escolares, Edifícios do setor de serviços: renovação, Edifícios habitacionais e Bairros e loteamentos.

Segundo FCAV (2010), os referenciais técnicos são estruturados em duas partes, o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e a Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), nas quais se avalia o empreendimento de maneiras complementares (Figura 6).

Figura 6: Interações entre SGE e QAE do AQUA.



Fonte: FCAV, 2011a.

Entende-se que a inserção do empreendimento no sítio envolve diversos intervenientes atuando em nome do empreendedor, por isso, o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) assume a importante função de apresentar a estes intervenientes as exigências e os objetivos para que a edificação atinja o nível de desempenho almejado (perfil de QAE, abordado no item posterior). Consiste em organizar as atividades para o trabalho conjunto, para que se decidam pelas ações corretas nos momentos corretos, melhorando regularmente a eficácia do sistema (FCAV, 2010).

A busca pelo caminho da maior sustentabilidade (...) é um trabalho coletivo (em rede) onde todos devem fazer sua parte, e ao mesmo tempo incentivar os demais a fazê-lo. As decisões devem ser resultado de uma ação orquestrada com os demais projetistas, gerenciadores, consultores, fornecedores, executores e usuários, na medida em que esta escolha pode condicionar ações a serem efetivadas pelos demais (SICILIANO *et al.*, 2007, p. 55).

Segundo Rodrigo e Cardoso (2010), a concepção do SGE sofreu forte influência das normas internacionais ISO da família NBR ISO 9000, em especial da NBR ISO 9001 (ISO, 2008a). O sistema diferencia-se por cobrar somente as funções e processos com relação direta ao empreendimento e as funções externas que se encontram em empresas fornecedoras contratadas, e não a empresa como um todo.

O SGE orienta as ações a serem tomadas nas fases de programa, concepção e realização e prevê a elaboração de documentos que facilitam a efetiva obtenção dos desempenhos ambientais de um empreendimento após sua entrega, visto que a fase de operação não faz parte do escopo. A documentação organiza-se em quatro estruturas (FCAV, 2010):

- a. Comprometimento do empreendedor, no qual são descritos os elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento e as exigências para formalizar tal comprometimento;
- b. Implementação e funcionamento, no qual são descritas as exigências em termos de organização;
- c. Gestão do empreendimento, no qual são descritas as exigências em termos de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da QAE e de correções e ações corretivas;
- d. Aprendizagem, em que são descritas as exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento.

O SGE dá ao empreendimento uma dimensão sistêmica. Ele reforça o papel do empreendedor e seu controle do empreendimento e incentiva a realização de estudos e projetos nas fases iniciais (análise do local do empreendimento, previsão de custos). A implementação do SGE demanda um certo investimento em tempo (sobretudo quando a cultura e as práticas do empreendedor não integrem estes aspectos), rigor e uma boa capacidade de reação. O SGE traz como resultado um empreendimento melhor gerenciado e com maiores chances de se alcançar os objetivos definidos (FCAV, 2010, p. 11).

A Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), segundo instrumento da estrutura metodológica para certificação AQUA, tem a função de delinear o perfil de desempenho almejado para o empreendimento onde as características técnicas e arquitetônicas irão implantá-lo nas fases de programa, concepção e realização (FCAV, 2010).

No Processo AQUA, a QAE baseia-se nas normas internacionais ISO do grupo TC59 SC17 e nas normas europeias CEN do grupo TC350, que recomendam preocupações para as metodologias de avaliação da sustentabilidade. Além disso, o projeto *Methodology Development towards a Label for Environmental, Social and Economic Buildings* (LEnSE) da *European Commission* (EC) também estrutura uma lista de questões próprias e que foi a base de um estudo comparativo da *United Nations Environment Programme Sustainable Building & Construction Initiative* (UNEP SBCI) para a construção sustentável. Nesse contexto, o Processo HQE® obteve uma posição de grande valia em comparação a outras metodologias em uso no mercado mundial (LOWE; PONCE, 2010 *apud* RODRIGO; CARDOSO, 2010).

A proposta é caracterizar o perfil de desempenho do empreendimento a partir de 14 categorias de preocupações visando ao sítio e construção, à gestão, ao conforto e à saúde, pois são coerentes com o contexto sócio-econômico-ambiental do empreendimento, uma vez que não prescrevem soluções pré-concebidas (SH-CDHU, 2008). Conforme a Figura 7, as categorias enfatizam o gerenciamento dos impactos sobre o ambiente exterior e a criação de um espaço interior sadio e confortável.

Figura 7: 14 categorias Alta Qualidade Ambiental (AQUA).



Fonte: FCAV, 2010, p. 8.

No decorrer das fases, o perfil poderá ser ajustado às oportunidades e restrições que não puderam ser identificadas anteriormente. Porém, deve estar em conformidade com o perfil mínimo colocado, e o empreendedor se responsabiliza por tais alterações.

Para o lançamento das exigências do empreendimento, tanto quantitativas quanto qualitativas, em busca do controle dos impactos, FCAV (2010, p.94) coloca que cada categoria deve fazer relação aos objetivos destacados no Quadro 3:

Quadro 3: Objetivos para o controle dos impactos ambientais.

Objetivos para o controle dos impactos ambientais

Preservar os recursos energia, matérias primas e água
 Reduzir a poluição do ar, água e solo
 Reduzir resíduos
 Reduzir incômodos de ruídos e odores
 Melhorar o conforto
 Preservar a saúde

Fonte: Adaptado de FCAV, 2010, p. 94.

O nível de detalhe dessas exigências para cada categoria está associado diretamente ao nível de desempenho almejado pelo empreendedor (FCAV, 2010).

Com todas as ações organizadas, torna-se possível priorizar aquelas com maior retorno para o empreendimento. Ressalta-se que a definição, tanto do retorno ambiental, social e econômico da ação, deve ser feita pelo empreendedor juntamente com sua equipe, pois diferentes tipos de projetos e sistemas de construção implicam diferentes materiais, tecnologias e serviços frente aos impactos e aos respectivos custos das ações concretas. Fica a

critério do empreendedor ou da empresa a adequação dessa ferramenta à realidade de cada um de seus projetos e empreendimentos (CIC/FIEMG, 2008).

Por fim, a avaliação pelo Processo AQUA é realizada por auditorias presenciais pela Fundação Vanzolini - um organismo independente de terceira parte - que realiza uma avaliação presencial com o empreendedor. A emissão do certificado (Figura 8) ocorre (ARCOWEB, 2009):

1. Na fase de programa, em que se estabelece o programa de necessidades, o perfil de sustentabilidade com os níveis de desempenho que o edifício pronto deverá apresentar e o sistema de gestão do empreendimento, no intuito de viabilizar o controle total do projeto garantindo o alcance dos objetivos. O empreendedor realiza a autoavaliação observando a coerência e a viabilidade dos objetivos propostos e submete a documentação à Fundação Vanzolini, que verifica o atendimento às normas e emite o certificado para esta primeira fase do empreendimento.
2. Na fase de concepção, que consiste no desenvolvimento do projeto executivo apresentando os detalhes de como será o empreendimento e em acordo com o sistema de gestão escolhido para garantir o seu controle. Ocorre ainda uma autoavaliação mais aprofundada a fim de demonstrar como o projeto desenvolvido atenderá aos critérios propostos anteriormente nos objetivos da fase de concepção. A Fundação Vanzolini realiza a auditoria e, segundo a conformidade dos processos, concede-se o certificado da segunda fase.
3. Na terceira e última fase, a de realização do empreendimento, a obra feita segue de acordo com o sistema de gestão e com os projetos concretizando o perfil proposto. Novamente se realiza a autoavaliação, porém ao final da construção e, em seguida, passa pela última auditoria que verifica se o projeto implantado tem seus resultados conforme o perfil estipulado nas fases de programa e concepção. Estando de acordo com as condições, o certificado da terceira fase é emitido pela Fundação Vanzolini.

Figura 8: Exemplo de certificado AQUA – Loja Leroy Merlin de Niterói.



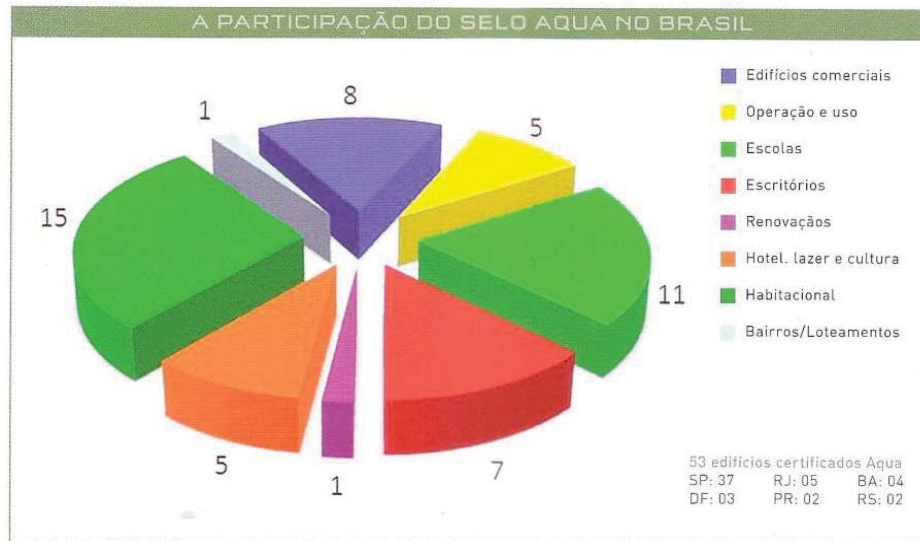
Fonte: Martins, 2009.

2.4.3 Estado da arte

Na II Conferência Internacional Processo AQUA, realizada durante a Feicon Batimat – Salão Internacional da Construção em 2011, representantes das entidades se reuniram aos empreendedores da construção civil brasileira que tiveram experiências com a certificação. No encontro, Xavier Daniel, diretor de desenvolvimento da Cerqual, destacou o panorama da das certificações HQE na França, salientando a existência, na época, de 2 milhões de unidades de edifícios multifamiliares e moradias em processo de certificação e 800 mil certificadas, abrangendo mais de 50 milhões de metros quadrados.

No Brasil, até fevereiro de 2012, 53 edifícios foram certificados pelo Processo AQUA. Os dados são apresentados pelas Figuras 9 e 10.

Figura 9: Participação do selo AQUA no Brasil em fevereiro de 2012.



Fonte: Finestra, 2012b.

Figura 10: Empreendimentos certificados AQUA.

Empreendimento	Empreendedor	Referencial	Programa	Concepção	Realização	Prog. da Op.	Operação
Air Offices	Clavi Incorporações Ltda	Escritórios e Edifícios Escolares					
Aliança Francesa - RJ	Aliança Francesa - Rio de Janeiro	Escritórios e Edifícios Escolares					
Base Ambiental Gênese	Gênese Desenv. Imobiliário	Escritórios e Edifícios Escolares					
Casa Natura	Natura	Escritórios e Edifícios Escolares					
CEU Bonsucesso	Prefeitura Municipal de Guarulhos	Escritórios e Edifícios Escolares					
CEU Continental	Prefeitura Municipal de Guarulhos	Escritórios e Edifícios Escolares					
Cidade Jardim Corporate Center	JHSF Incorporações S.A.	Escritórios e Edifícios Escolares					
Clavi Campesina Offices	Clavi Incorporações Ltda	Escritórios e Edifícios Escolares					
Complexo Tour Geneve	TWS Brasil Imobiliária I.P.S. Ltda	Escritórios e Edifícios Escolares (Escritório), Comércio e Habitacional					
Condomínio Reserva Anauá	Casol Desenv. Imobiliário	Edifícios Habitacionais					
Credicitrus Nova Sede Bebedouro	Coop. de Crédito Credicitrus	Escritórios e Edifícios Escolares					
Damha Golf Club	Damha Urbanizadora e Construtora Ltda.	Bairros					
Eco House	Eco House	Edifícios em Operação e Uso					
Edifício Eólis	Auxiliadora Predial Ltda.	Edifícios em Operação e Uso					
ESCAS - Campus Natura	IPÊ - Inst. de pesq. Ecológicas	Escritórios e Edifícios Escolares					
Escola Bairro da Luz - FDE	FDE	Escritórios e Edifícios Escolares					
Escola Jaguaré - FDE	FDE	Escritórios e Edifícios Escolares					
Escola Vila Brasilândia - FDE	FDE	Escritórios e Edifícios Escolares					
Espaço Imensitá (C. E. Nortel)	Mori Adm. e Participação Ltda.	Hotéis, lazer, bem-estar					
Evolution	Ecomundo Incorporadora	Edifícios Habitacionais					
Horizon Residence Premium	Brookfield São Paulo Empreend.	Edifícios Habitacionais					
Igreja Universal - Curitiba	Igreja Universal do Reino de Deus	Hospedagem, lazer, bem estar					
Infinity	Ecomundo Incorporadora	Edifícios Habitacionais					
Instituto EcóAnama	Construtora Ipês Ltda.	Escritórios e Edifícios Escolares					
Leroy Merlin - Matriz	Leroy Merlin CIA.	Renovação					
Leroy Merlin Curitiba	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Leroy Merlin Jacarepaguá	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Leroy Merlin LM Anhanguera	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Leroy Merlin LM Taguatinga	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Leroy Merlin Londrina	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Leroy Merlin Niterói	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Leroy Merlin São Leopoldo	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Leroy Merlin Sorocaba	Leroy Merlin CIA.	Comércio					
Park One Ibirapuera	Odebrecht Realizações Imobiliárias	Edifícios Habitacionais					
Parque Eco Tecnológico Damha	Damha Urbanizadora e Construtora Ltda	Bairros					
Parque Imigrantes	Fundação Kunito Miyasaka	Hospedagem, lazer, bem estar					
Parque Madureira	Secretaria Municipal de Obras Públicas da Prefeitura da Cidade	Hospedagem, lazer, bem estar					
Polo Verde da Ilha do Bom Jesus	Governo do Estado do Rio de Janeiro	Bairros					
Prédio do Kurensho e Alojamento	Sukyo do Brasil	Hospedagem, lazer, bem estar					
Riomar Shopping - Recife	JCPM	Comércio					
Santa Rita - FDE	FDE	Escritórios e Edifícios Escolares					
Sede SINDUSCON - BA	Sindicato da Ind. Da Constr. Do Estado da Bahia - SINDUSCON - BA	Escritórios e Edifícios Escolares (Escritório)					
Shopping ECIA	ECIA Américas	Comércio					
Spa		Hotéis, lazer, bem-estar					
Syene Corporate	Syene Empreendimentos	Escritórios e Edifícios Escolares					
True Chácara Klabin	Even Const. E Incorp. Ltda.	Edifícios Habitacionais					

Fonte: FCAV, 2012.

Dentre estes, o complexo comercial Cidade Jardim *Corporate Center*, apesar de ter sido construído seguindo os padrões da certificação LEED Brasil, optou pela certificação AQUA, pois, segundo Júlio Cezar Aria Saez, gerente de engenharia da incorporadora responsável, o sistema AQUA encontra-se mais adaptado ao mercado e às condições ambientais do Brasil (SUSTENTABILIDADE, 2010).

A Incorporadora Ecomundo foi a primeira empresa a obter a certificação AQUA no Brasil para dois empreendimentos residenciais que se encontram em fase de construção na orla de Salvador na Bahia (*Infinity Ecologic* e *Evolution Ecologic Residence*). Seu diretor executivo Julio Sanzana explicou que desde o desenvolvimento do projeto, as auditorias presenciais realizadas pela Fundação Vanzolini apresentaram diretrizes para que a empresa adquirisse um canteiro de obra com menor impacto ambiental. Para isso, considerou-se preservação do entorno, uso da ventilação natural, reaproveitamento da água de chuva, acessibilidade para os usuários, estudos e controle da qualidade do ar, indicação de materiais sustentáveis, entre outros itens. Outro fato importante destacado foi o de que cerca de 53% das pessoas que adquiriram os imóveis tiveram como motivo principal para a escolha a questão do empreendimento oferecer menor impacto ambiental, antes, durante e depois da obra (FCAV, 2011b).

A diferença entre a certificação pelo Processo AQUA e outras existentes no mercado é que ela prioriza a concepção do empreendimento. Assim, o processo flexível permite ao empreendedor traçar o perfil ambiental pretendido e definir as soluções de projeto para chegar aos objetivos traçados, estabelecendo a organização, os métodos, os meios e a documentação necessária para atender ao proposto.

Além disso, no AQUA, a avaliação e auditoria são presenciais, enquanto que em outros sistemas o empreendedor apenas envia um relatório do que fez à instituição competente (FCAV, 2011a).

Logo, os benefícios para o empreendedor englobam desde o aumento da velocidade de vendas e locação, mantimento do valor do patrimônio ao longo do tempo e melhora do relacionamento da empresa com os órgãos ambientais e comunidades.

Para o usuário, há economia direta de água e energia refletindo menores custos de condomínio, melhora das condições de conforto, saúde e estética, além de maior valor patrimonial ao longo do tempo.

Ao que tange os benefícios socioambientais, tem-se menor demanda sobre a infraestrutura energética e dos recursos hídricos, redução das emissões de gases efeito estufa, poluição e resíduos. Além disso, é possível a gestão de riscos naturais bem como um maior aproveitamento da infraestrutura local com menores impactos à vizinhança, agregando valores para uma melhor qualidade de vida para todos os envolvidos (FCAV, 2011a).

2.5 Referencial Técnico Edifícios Habitacionais – Processo AQUA

Ao analisar o Referencial Técnico Edifícios Habitacionais, disponibilizado no mercado brasileiro em fevereiro de 2010, observa-se uma semelhança às exigências dos edifícios comerciais e de serviços, porém, com peculiaridades próprias da habitação, tais como, temperatura, ruído e conforto visual. O referencial destaca os sistemas que podem ser adotados em uma edificação residencial sustentável como o reaproveitamento de água, a automação com vistas à redução de consumo de energia e ao conforto ambiental e à utilização de energia solar. Também pontua sobre a adoção de produtos como a madeira certificada e materiais recicláveis como pisos, telhas entre outros. A questão de determinados detalhamentos também é enfatizada (FCAV, 2010):

- a. Nas cozinhas, deve haver a previsão das dimensões mínimas para pia, fogão, geladeira e altura da bancada;
- b. Nas áreas externas dos empreendimentos devem estar previstos locais para coleta de resíduos;
- c. A produção de água quente precisa obedecer aos requisitos de distância (10 m) entre a fonte de calor e pontos de alimentação, para que haja eficiência e economia;
- d. As caixas de descarga têm de ter capacidade de seis litros ou menos, além de dispor de mecanismos de duplo acionamento e de interrupção;
- e. Os metais sanitários necessitam contar com componentes economizadores de água;
- f. Os medidores de consumo de água devem ser individualizados e com determinadas características presentes na norma;
- g. A instalação de produção coletiva de água por aquecimento solar deve ser precedida de estudo técnico detalhado com a garantia dos resultados;

Outro ponto explícito pelo referencial destacado por Manuel Carlos Reis Martins (AEC WEB, s. d) engloba a questão da acessibilidade, visto que as disposições de cozinhas e

banheiros remetem à NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ABNT, 2004). Também exige-se o uso de equipamentos como os de água, de iluminação, de aquecimento e resfriamento de ar a partir do programa de etiquetagem Procel, permitindo ao consumidor escolher o lhe convém. Em conforto térmico, acústico e visual o referencial enfatiza a NBR 15220 (ABNT, 2003) e a NBR 15575 (ABNT, 2008), que vem ao seu encontro por considerar como mínimo o nível regulamentar e normativo.

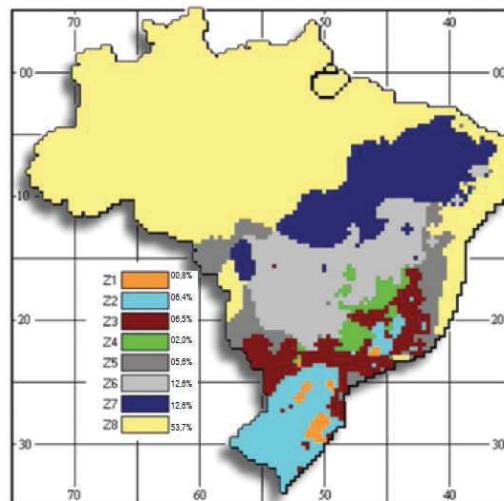
NBR 15220: Desempenho Térmico de Edificações

A NBR 15220-3 (ABNT, 2005c) apresenta o Zoneamento Bioclimático Brasileiro e as Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. De acordo com esta classificação, o Brasil foi subdividido em oito zonas, cujas exigências climáticas se assemelham (Figura 11).

As diretrizes construtivas são específicas para cada zona bioclimática e a avaliação é prescritiva, realizada com base na verificação do atendimento de cada parâmetro identificado pela norma, a saber:

- a. Tamanho das aberturas para ventilação (expressas como percentual de área de piso);
- b. Proteção das aberturas;
- c. Vedações externas, parede externa e cobertura, informando o tipo de vedação (leve ou pesada, refletora ou isolada);
- d. Estratégias de condicionamento térmico passivo.

Figura 11: Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: ABNT, 2005c.

Embora a norma faça referência à habitação de interesse social, as recomendações e diretrizes que expressa visam à otimização do desempenho térmico e são fundamentadas em estratégias de adaptação da edificação ao clima. Portanto, a NBR 15220-3 é uma importante referência normativa para a prescrição de estratégias bioclimáticas a serem incorporadas no projeto de edificações. As estratégias de condicionamento ambiental recomendadas pela NBR 15220-3 são baseadas na carta bioclimática de Givoni (1992) e nas planilhas de Mahoney (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977).

A classificação de cada cidade em uma determinada zona depende das estratégias bioclimáticas, que são definidas previamente, tendo sido utilizadas as planilhas de Mahoney para a definição dos limites das propriedades térmicas dos elementos construtivos (paredes e coberturas): transmitância térmica, atraso térmico e fator solar (ABNT, 2005a), conforme definições no Quadro 4. Também são indicados percentuais de área de piso relativos às aberturas para ventilação, classificando-as em pequenas, médias ou grandes.

Quadro 4: Definição de transmitância térmica, atraso térmico e fator solar.

Transmitância térmica (U)	É uma propriedade dos componentes construtivos relacionada à permissão da passagem de energia, medida em W/m ² K. Está relacionada à espessura do componente e à condutividade térmica dos seus materiais constituintes, e representa sua capacidade de conduzir maior ou menor quantidade de energia por unidade de área e de diferença de temperatura.
Atraso térmico (φ)	Indica o tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo. Por exemplo: o tempo transcorrido entre o pico de temperatura máxima do ar externo e a temperatura máxima do ar em um ambiente interno.
Fator solar (FS _o)	Em componentes opacos, representa o quociente da taxa de radiação solar transmitida através do componente pela taxa da radiação solar total incidente sobre a sua superfície externa.

Fonte: Adaptado de ABNT, 2005.

NBR 15575: Edificações habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho

A norma lançada em 2008 engloba diversos requisitos, de modo que a avaliação da edificação contempla os diversos sistemas que a compõem. Em seu escopo abrangente, são apresentados requisitos de desempenhos mínimos obrigatórios para alguns sistemas de edificações, conforme as necessidades dos usuários e as condições de exposição da edificação, ao longo de uma vida útil mínima obrigatória.

O desempenho térmico é um dos requisitos qualitativos de desempenho. Os critérios de avaliação são os valores máximos de temperatura interna no verão e os valores mínimos de

temperatura interna no inverno. Pode ser classificado e deve ser atendido pelos sistemas de vedações verticais internas e externas e de cobertura.

A norma estabelece três procedimentos de avaliação: prescritiva (semelhante à NBR 15220-3); simulação computacional e medição. Quando se utiliza a medição, a temperatura do ar é monitorada nas edificações ou protótipos construídos, considerando-se os dias típicos de projeto de inverno e verão, específicos de cada local (ABNT, 2008). A classificação dos níveis de desempenho é feita de acordo com a adequação do projeto aos critérios estabelecidos pela norma, em três categorias: nível M (mínimo), I (intermediário) ou S (superior).

Com relação às fachadas, a norma define apenas os requisitos mínimos que devem ser atendidos, referentes à classificação de nível de desempenho mínimo: as propriedades termofísicas transmitância e capacidade térmica, de acordo com a absorvância da superfície externa.

Para as coberturas, são indicados parâmetros para classificação do nível de desempenho como mínimo (M), intermediário (I) e superior (S), determinado de acordo com a transmitância térmica, em função da absorvância. A norma também recomenda que elementos com capacidade térmica maior ou igual a $150 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ não sejam empregados sem isolamento térmico ou sombreamento.

Com relação às áreas de abertura, as recomendações da norma só se aplicam aos ambientes de longa permanência: salas, cozinhas e quartos. É obrigatória a existência de dispositivos de sombreamento nas janelas dos quartos, de forma a permitir o controle do sombreamento, ventilação e escurecimento, a critério do usuário, como por exemplo, venezianas. Nesses casos, a norma recomenda aberturas médias, com área efetiva de ventilação equivalente a 8% de área de piso dos ambientes, no mínimo.

A norma apresenta, ainda, os procedimentos de medição e de simulação. O procedimento de medição consiste na medição da temperatura de bulbo seco no centro dos quartos e salas, a 1,20m do piso, no dia considerado dia típico de projeto, no verão e no inverno. Esses dias são determinados em função da temperatura máxima e da temperatura mínima típicas da localidade onde será feita a medição. A NBR 15575 apresenta valores de temperatura a serem considerados como referência para a seleção do dia típico das capitais brasileiras, obtidos a partir das Normais Climatológicas.

A classificação do desempenho é efetuada quando se comparam os valores máximos e mínimos das temperaturas internas e externas registradas nos dias típicos de verão e de inverno, respectivamente (ABNT, 2008).

2.6 Casa AQUA

A Casa AQUA surgiu em setembro de 2008 através da iniciativa entre a FCAV e a *Inovatech* Engenharia, com o apoio da Missão Econômica da França no Brasil e da *Reed Exhibitions*. No início de 2009, foi viabilizado o primeiro modelo o qual teve pré-lançamento em Paris, durante o Seminário Brasil Sustentável, organizado pelo *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB), referência mundial em pesquisas na construção civil. Logo, foi apresentada durante a Feicon 2009, feira da construção civil realizada em São Paulo (FINESTRA, 2010).

O projeto arquitetônico de uma Casa AQUA deve levar em conta a análise do local de implantação, condições climáticas do local, índice de chuvas médio, ventos predominantes, declividade do terreno, entre outros (CASA AQUA, 2011).

Considera, ainda, os materiais de construção e tecnologias disponíveis no local da obra. Busca-se evitar longas distâncias de transporte de materiais de construção, além de observar a procedência dos materiais de construção, que devem seguir a rigorosos critérios de sustentabilidade.

Características de operação e como se consome água e energia, bem como a geração de resíduos ao longo de sua utilização, devem ser trabalhadas de maneira integrada com o projeto arquitetônico.

Quanto aos critérios de conforto ambiental, cada projeto apresenta soluções específicas conforme as condições locais e o tipo de usuário.

Segundo Luiz Henrique Ferreira, diretor da *Inovatech*, a Casa AQUA de cem metros quadrados (Figura 12) teve um objetivo mais conceitual de apresentar o propósito e demonstrar as referências do AQUA (COSTA, 2010). O objetivo foi o de mostrar como a construção sustentável tem influência na qualidade de vida dos usuários, na redução do uso de energia e água e na diminuição dos custos operacionais e dos impactos no meio ambiente (FINESTRA, 2010).

Figura 12: Casa AQUA 2009.



Fonte: Casa AQUA, 2011.

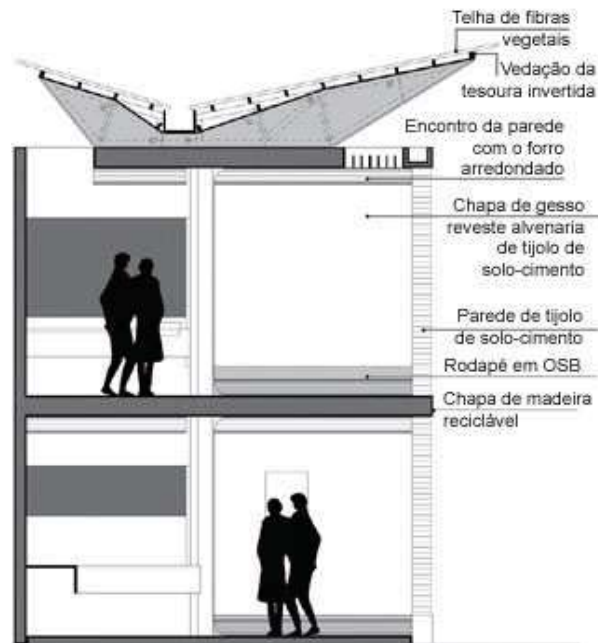
Desde a proposta arquitetônica até os sistemas e materiais empregados, a casa dispõe de mecanismos que permitem o aproveitamento de água das chuvas, a redução do consumo de eletricidade, a utilização de energia solar e de produtos e materiais recicláveis. Apresentou sistemas de ventilação cruzada, sombreamento através de *brises soleil*, platibandas e vegetação, que protegem as faces expostas à maior incidência de luz solar (FINESTRA, 2010).

O telhado com tesouras invertidas (Figura 13) cumpre três funções: promover o sombreamento, captar a água das chuvas e colaborar com a ventilação natural, uma vez que entre ele e a laje da cobertura há um espaço que forma um colchão de ar. O calor que passa pela cobertura segue conduzido para fora através da corrente de ar.

A água pluvial segue direcionada para um único coletor e, depois é levada para um reservatório que dispõe de filtros para remoção dos sólidos. Passa por um sistema de cloração para eliminar resíduos, mesmo não sendo para consumo humano. O ângulo de inclinação do telhado é de 33 graus podendo variar de acordo com a região em que a casa for implantada.

Dentre as soluções utilizadas para reduzir o impacto ambiental tanto na fase de realização, como na de operação, encontram-se painéis solares para aquecimento de água (reduzindo a conta de energia elétrica), sistema construtivo *wood frame* (que chega pronto ao canteiro e elimina a geração de resíduos), sistema de automação (gerenciando o uso de energia), madeira certificada e telhas de material reciclado.

Figura 13: Corte transversal Casa AQUA 2009.



Fonte: Finestra, 2010.

O desenvolvimento do projeto de uma Casa AQUA com os padrões apresentados leva cerca de quatro meses. A construção dá-se entre três e seis meses, dependendo do sistema escolhido e dos aspectos do terreno.

Temos no Brasil uma cultura de começar a construir o quanto antes e depois o projeto vem correndo atrás da obra. Não é o caso da Casa AQUA. O projeto foi pensado e repensado em todos os detalhes. Antes de iniciarmos a execução, passamos uma semana discutindo a estratégia das etapas de construção, transporte de material etc. Se planejada corretamente, uma residência desse padrão pode ser erguida em seis meses (FINESTRA, 2010).

Todas as ações foram feitas em parceria com as empresas que participaram do projeto. A escolha dessas empresas considerou suas ações de sustentabilidade, tanto nos processos produtivos, quanto no desenvolvimento de produtos que reduzem os impactos ambientais. Teve-se como foco a ação integrada com vistas à eficiência (FINESTRA, 2010).

Logo, em 2010, outro projeto de uma casa térrea de 40m² custando R\$ 40 mil (ECO BUILDINGS, 2010) foi desenvolvido estrategicamente para demonstrar que a preocupação com a sustentabilidade e a certificação de um projeto não são necessariamente dispendiosos. Buscou-se, conseqüentemente, aumentar a demanda pelas construções mais sustentáveis por meio de ações de conscientização dos consumidores e de governos financiando projetos habitacionais de interesse social (Figura 14). Sua principal característica envolveu a

possibilidade de ser inteiramente adaptada aos climas locais, apresentando a maleabilidade da certificação AQUA (COSTA, 2010).

Figura 14: Casa AQUA 2010.



Fonte: Casa AQUA, 2011.

Uma obra que equilibra soluções construtivas de baixo impacto ambiental, é barata, confortável, bonita e coerente com o entorno urbano. Basicamente é isso o que pode tornar uma construção sustentável, acessível à população de baixa renda - e certificada com o processo AQUA (ECO BUILDINGS, 2010).

2.7 Custos das Construções mais Sustentáveis

A adoção de medidas sustentáveis ainda esbarra na resistência de muitos empresários da construção civil e até de compradores de imóveis, quanto à viabilidade e às vantagens do negócio (BLANCO, 2008). A percepção geral, pela falta de dados precisos, é de que a introdução das práticas mais sustentáveis implica aumento dos custos iniciais e redução dos lucros (KATS, 2003a). Não há uma resposta única que sirva para todos os casos para tratar da questão: muitos empreendimentos conseguem adotar práticas mais sustentáveis dentro do seu orçamento original ou com pequenos custos adicionais.

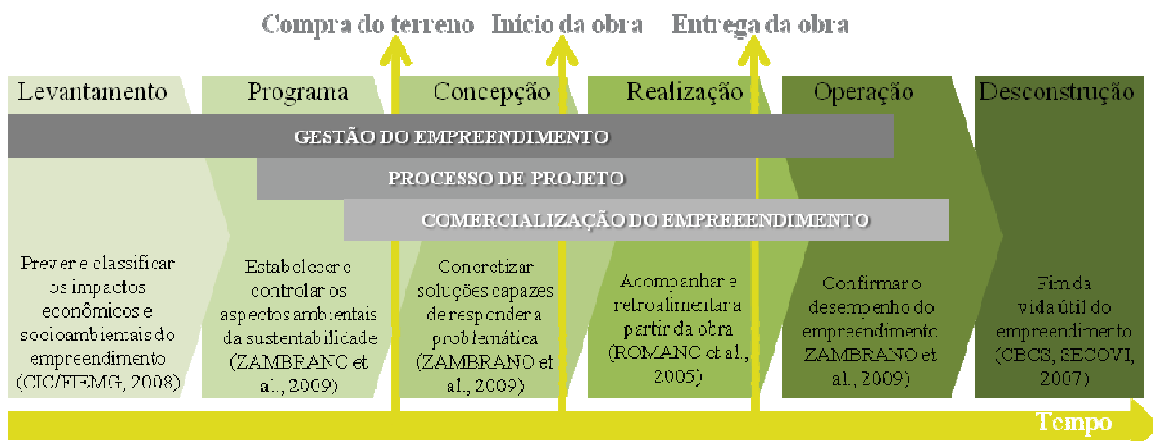
2.7.1 Relações com as fases do ciclo de vida

A norma NBR ISO 12006/2001, Construção de Edificação: Organização de Informação da Construção (ABNT, 2001), estabelece a nomenclatura do ciclo de vida completo da construção. Denomina as etapas de: projeto, produção, uso e manutenção, decomissionamento e demolição, tanto em edificações quanto em obras de infraestrutura. O Desmonte e a Desconstrução são etapas do fim de vida, preferencialmente após mais de um ciclo completo do empreendimento.

Sendo assim, o ciclo de vida de um empreendimento abrange todas as fases pelas quais passa um objeto construído ao longo do tempo. Yagi *et al.*, (2007) coloca que a sequência não deve ser lida como uma série de momentos estanques, em que a conclusão de uma atividade determina o início de outra, mas em um processo com sobreposições e interrelações diretas, visto o fato de que muitas das atividades têm seus processos concomitantes temporalmente.

Na Figura 15, observa-se que as decisões tomadas em uma fase produzem efeitos nas seguintes: a gestão do empreendimento inicia pelo levantamento de dados e se estende à fase de realização (FCAV, 2010); o processo de projeto começa a ser delineado durante o programa, finalizando na fase de realização (ROMANO *et al.*, 2005); e a comercialização do empreendimento pode ter início com o andamento de alguns itens da fase de programa e se estender até a fase de operação (YAGI *et al.*, 2007).

Figura 15: Atividades e processos em fases do ciclo de vida de edificações.

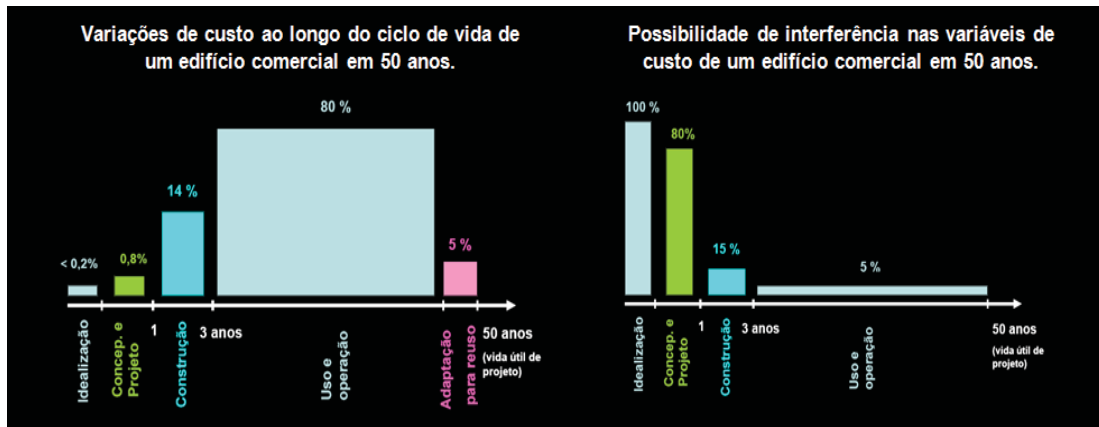


Fonte: Elaborado pela autora, com base em CIC/FIEMG, 2008; FCAV, 2010; Romano *et al.*, 2005; Yagi *et al.*, 2007; Zambrano *et al.*, 2009.

A duração e o entrelace das fases possui variáveis que dependem do perfil do empreendimento e diferem em função de seu uso, escala e localização, dentre outros aspectos (YAGI *et al.*, 2007).

Logo, as ações a serem realizadas em cada fase apresentam significativas variantes em relação aos custos (CIC/FIEMG, 2008). Dados levantados por Ceotto (2008) explicitam como acontecem essas variações e evidenciam, ainda, a possibilidade de interferência nessas variáveis em um edifício comercial, com ciclo de vida de 50 anos (Figura 16).

Figura 16: Variações de custo ao longo do ciclo de vida de um edifício comercial em 50 anos e possibilidade de interferência nas variáveis de custo de um edifício comercial em 50 anos.



Fonte: Ceotto, 2008a, p.5 e p.6.

Ao analisar a Figura 16, percebe-se que as fases iniciais de um empreendimento, absolutamente menos custosas, são consideravelmente mais impactantes na fase de operação, apresentam custos extremamente maiores e se revelam como “chaves” para o sucesso (OLIVEIRA, 2008) em busca da sustentabilidade do empreendimento (CIC/FIEMG, 2008).

Porém, sabe-se da existência de um problema cultural do setor (CIC/FIEMG, 2008), com relação à atenção às fases iniciais de uma obra. Isso porque as fases de programa e concepção seguem negligenciadas e o alto grau de incerteza do início de um empreendimento faz com que os agentes que detêm o poder de decisão, numa espécie de fuga ao desconhecido, invistam o mínimo possível nas fases iniciais (OLIVEIRA, 2008).

Isso é o reflexo da existência de uma grande parcela de perda causada por problemas relacionados a projetos deficientes (TAVARES JR, 2001). Uma quantificação simbólica desenvolvida por Marca e McGowan (1988) destaca que uma alta porcentagem de erros ocorre durante uma análise ou projeto, cujo custo aumenta, em tempo e dinheiro, para identificar e corrigir, à medida do seu desenvolvimento. Na fase de programa, gastam-se duas vezes menos do que na fase de concepção e 100 vezes mais durante a fase de operação.

Portanto, defende-se que o projeto deva ser encarado como investimento (OLIVEIRA, 2008), visto que:

- Embora contabilize menos de 1% do custo total do produto (CEOTTO, 2008), o projeto influencia em 70% dos custos (ROMANO, 2003);
- Um percentual igual ou superior a 80 ou 90% do custo do ciclo de vida do produto é determinado durante a etapa de projeto (ROMANO, 2003);

- c. 80% da produtividade pode ser determinada no estágio de projeto (CEOTTO, 2008).

Outro problema cultural, segundo CIC/FIEMG (2008), relaciona-se diretamente à busca pela minimização de custos, por parte das empresas, observada somente na fase de realização, mesmo que isso incorra em maiores custos (na fase de operação) para os usuários.

2.7.2 Relações com construções convencionais

No estudo pioneiro *Building for sustainability*, o escritório de arquitetura *BNIM Architects* propôs uma matriz complementada por um relatório de sustentabilidade (BNIM ARCHITETS, 2002). Esses estudos foram desenvolvidos com o objetivo de se considerarem metas ambientais no desenvolvimento da então sede da fundação *David and Lucille Packard*. A matriz resume pontos importantes relacionados a parâmetros de sustentabilidade, e analisa como eles se modificam à medida que o projeto vai sendo adaptado para atender aos diferentes níveis de certificação do LEED™.

Analisaram-se as plantas arquitetônicas, consumo de energia, poluição relacionada ao uso da edificação, custos construtivos e custos ao longo do ciclo de vida (*lifecyclecosts* – LCC). Os autores utilizaram a primeira abordagem para comparar os custos de um empreendimento sustentável com o seu orçamento inicial.

O “custo verde” apresentou uma variação de 1% a 21% e as economias, ao longo de 30 anos, diferenças de 13% a 19% conforme o nível de certificação LEED™. Os autores concluíram que, levando-se em consideração os custos ao longo do ciclo de vida, os investimentos iniciais em um empreendimento mais sustentável foram dramaticamente suplantados pelas economias geradas por ele.

Kats (2003a; 2003b) analisou 33 empreendimentos certificados pelo LEED™ nos Estados Unidos entre 1995 e 2004. Eles foram escolhidos pela disponibilidade de dados de custos relacionados ao seu projeto convencional base (sem “atributos verdes”) e a sua versão “mais verde”. Igualmente ao estudo realizado no *Building for sustainability*, o autor utilizou a primeira abordagem para comparar os custos de um empreendimento sustentável com o seu orçamento inicial.

O “custo verde” médio encontrado para os empreendimentos analisados apresentou o percentual de 2 com alguns empreendimentos reportando ao “custo verde” nulo. Esse aumento nos custos iniciais resultou em uma economia média ao longo do ciclo de vida de

20% do total dos custos construtivos, o que representa mais de 10 vezes o investimento inicial (KATS, 2003a; 2003b). A maioria dos custos adicionais estava relacionada ao aumento das horas trabalhadas de arquitetos e engenheiros, gastas no processo de integração de práticas construtivas mais sustentáveis ao projeto base (KATS, 2003a; 2003b).

Matthiessen e Morris (2004; 2007) adotaram uma abordagem diferente para a determinação do “custo verde”: comparar o custo de empreendimentos desenvolvidos visando a alguma certificação LEED™ (LEED™ *seeking* – L) com o custo de construções similares que não buscavam certificação LEED™ (non-LEED™ *seeking* – NL). Apesar disso, obtiveram resultados semelhantes aos encontrados nos dois estudos apresentados anteriormente. Foram listados os custos de “empreendimentos verdes” e convencionais de função semelhante, em que os autores concluíram a inexistência de diferenças significativas, ou seja, o “custo verde” nulo (*nulgreenpremium*). Isso pode ser justificado pelo fato de que, mesmo sem levar em consideração *atributos verdes*, havia uma grande variação de custos entre as edificações convencionais.

Apesar da possibilidade de que alguns dos empreendimentos convencionais tivessem sido desenvolvidos observando parâmetros de sustentabilidade (o que poderia invalidar a análise realizada) isso não ocorreu para a maioria deles. Os “empreendimentos verdes” mais bem sucedidos foram aqueles que tinham metas claras estabelecidas desde o início e que integraram os *atributos verdes* ao projeto nas fases iniciais de seu desenvolvimento (MATTHIESSEN; MORRIS, 2004; MORRIS; LANGDON, 2007). Os empreendimentos que apresentaram maior “custo verde” foram aqueles que consideraram os “atributos verdes” como itens adicionais ao escopo original do empreendimento (MATTHIESSEN; MORRIS, 2004).

Outra pesquisa enfatizando a “construção verde” realizada pela Universidade da Califórnia comparou 100 empreendimentos construídos a partir das disposições do LEED a outros 100 empreendimentos convencionais. O estudo demonstrou que, nos projetos sustentáveis, há a possibilidade de se reduzir o consumo de energia em 30% e o consumo de água de 30% a 50%, impactando diretamente sob os custos operacionais do empreendimento. Outro ponto colocado destacou a redução de 50% a 60% na geração de resíduos e a emissão de CO2 em 35% (FEBRABAN, 2010).

Em termos de negócios, um estudo realizado pelo *World Green Building Council* (WGBC) e a editora *McGraw Hill* demonstrou os benefícios econômicos da “construção verde” nos mercados americano e europeu: 8% a 9% dos entrevistados indicaram a redução

no custo operacional; 7,5% de crescimento no valor de revenda; 6,6% de crescimento da taxa de retorno; 3,5% de crescimento da taxa de ocupação e 3% de crescimento do valor de aluguel (FEBRABAN, 2010).

No Brasil, a partir da entrada da era da certificação de “edifícios verdes” com o LEED em 2007 e o AQUA em 2008, a demanda pela arquitetura sustentável cresceu consideravelmente e o custo da “construção verde” vem sendo reduzido periodicamente. Comparado a obras convencionais, no início do processo, a sustentabilidade se apresentava de 10% a 15% mais custosa, sendo que atualmente não tem ultrapassado 5%. Um dos principais fatores responsáveis pela queda foi o aumento na oferta de produtos que atendem aos requisitos das certificações (SUSTENTABILIDADE, 2012).

Convém pontuar sobre o custo da certificação AQUA. Diante da média mundial de custo adicional de uma construção sustentável, em relação a uma construção convencional, incluindo o estudo mais detalhado nas fases de programa e concepção, os cuidados maiores na fase realização e também o valor do processo de certificação que atinge cerca de 5% do custo da obra, o valor da certificação pode chegar a 0,15% do custo da construção (incluídos nestes 5%) (FCAV, 2011a).

Esse é um valor médio previsto, pois, além da certificação AQUA requerer desempenho e não soluções pré-estabelecidas, uma obra sustentável, em função das opções de projeto, pode custar menos do que uma obra convencional. Se as questões de conforto, saúde e desempenho ambiental forem resolvidas, de acordo com os conceitos de arquitetura bioclimática, com a adoção das soluções passivas, o AQUA em si não impõe custos adicionais (MARTINS, 2009).

Somente soluções como o uso de energia solar, aproveitamento de água de chuva e de águas cinza e grandes aberturas com vidros especiais entre outras, necessitam de maiores investimentos. Mesmo assim, resultam em economia adicional durante a fase de operação (FINESTRA, 2012b).

Em geral, os empreendimentos certificados AQUA tiveram custos adicionais entre 2,8% como o True Chácara Klabin e Reserva Anauá e 8% da loja Leroy Merlin de Niterói destacado ainda por apresentar o *payback* de 6 anos (FINESTRA, 2012b).

A média mundial do tempo de retorno direto desses eventuais 5% de investimento adicional é de dois a cinco anos, principalmente devido à economia de água, energia, manutenção e gestão de resíduos. Há ainda um retorno quanto à melhor manutenção do valor

patrimonial e um retorno significativo para a sociedade, pois um edifício sustentável irá gerar menos resíduos, menos emissão de carbono, menos consumo de água e de energia, além de propiciar melhor integração com o bairro e maior aproveitamento da infraestrutura local (FCAV, 2011a). Porém, Martins defende que esse cálculo envolve mais do que números, envolve uma reflexão por parte da empresa:

(...) a comparação de uma obra mais sustentável, portanto, ‘melhor’, usa como referência uma construção entre ‘pior’. Até quando a convencional – ou, ‘pior’ - vai ser referência? À medida que a construção evoluir, a referência também muda. Vejamos o caso da unidade da Leroy Merlin de Niterói, em que o custo da obra foi 8% superior às convencionais, com *payback* de seis anos. O mesmo cálculo para as novas lojas, já não terá por base aquilo que faziam antes, porque nunca mais irão construir no patamar não sustentável. É uma decisão empresarial (AEC WEB, s.d).

De acordo com informações de Casa AQUA, para uma família de quatro pessoas que gasta R\$300,00 em contas de água e energia em uma construção convencional, estima-se que essa despesa possa ser reduzida em 50% pela eficiência energética e pelo reaproveitamento de água. Ao final do período de um ano, a economia pode chegar a R\$1800,00. Ferreira sugeriu um cálculo que pode viabilizar o financiamento de 20 anos, pois, no final desse período, a família terá economizado R\$ 36 mil em contas de luz e água. Essa despesa poderia ser usada para cobrir parte das prestações (COSTA, 2010).

Conforme Casa AQUA (2011), “se o projeto for bem executado e racionalizado, o custo da construção sustentável pode ser similar ao de uma edificação convencional, sem aumento de custo na construção”. Tais informações vêm a corroborar a ideia da viabilidade de uma obra sustentável.

Por fim e, comprovando que a construção sustentável no Brasil pode ser lucrativa, apresentam-se os dados numéricos fornecidos por uma das maiores operadoras de investimentos imobiliários de alto padrão internacional, a *Tishman Speyer*. Os dados lançados a partir da comparação entre a compra de um apartamento de um edifício tradicional e de um sustentável demonstraram que no modelo sustentável pagam-se R\$ 120,00 a mais por mês, mas que, dentro de 20 anos, há uma redução de R\$ 180,00/mês na taxa do condomínio. Dessa forma, o comprador chega a economizar R\$ 60,00/mês (Figura 17).

Figura 17: Comparação entre a compra de um apartamento de empreendimento tradicional e de um empreendimento mais sustentável

CONSTRUÇÃO TRADICIONAL R\$ 360.000,00	ENTRADA R\$75 mil	CUSTO MENSAL: Condomínio + luz + água = R\$ 960		50 anos	
	FINANCIAMENTO R\$285.000,00 – 20 anos	PRESTAÇÃO 240 X R\$ 3.030 20 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Apto de 120m² (3D, 2S...) • Preço de Venda R\$ 3 mil/m² • Custo de construção R\$ 1,5 mil/m² • Financiamento 20 anos a 1% am • Custo operacional R\$ 8/m² 		
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL R\$ 370.800,00	ENTRADA R\$75 mil	ECONOMIA MENSAL DE R\$ 180		50 anos	
	FINANCIAMENTO R\$295.800,00 – 20 anos	PRESTAÇÃO 240 X R\$ 3.030 20 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Custo adicional na Construção 5% • Economia operacional R\$ 1,5/m² 		
S		240 X R\$ 120			
	R\$ -10.800	GANHO MENSAL 240 X R\$ 60 – 20 anos POUPANÇA R\$ 54	GANHO MENSAL 360 X R\$ 180 - 30 anos		

Fonte: Febraban, 2010, p. 11.

Observa-se, portanto, que o investimento ambiental integrado e sustentável na cadeia produtiva da construção civil vem a ser de fundamental importância para a obtenção de fontes de receita fixa e líquida, em médio e longo prazo (FEBRABAN, 2010).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Na discussão que ora se apresenta, explicita-se a metodologia que orientou a realização desta pesquisa. Inicialmente, caracteriza-se a área de estudo, a seguir, pontuam-se os procedimentos e métodos utilizados nesta trajetória.

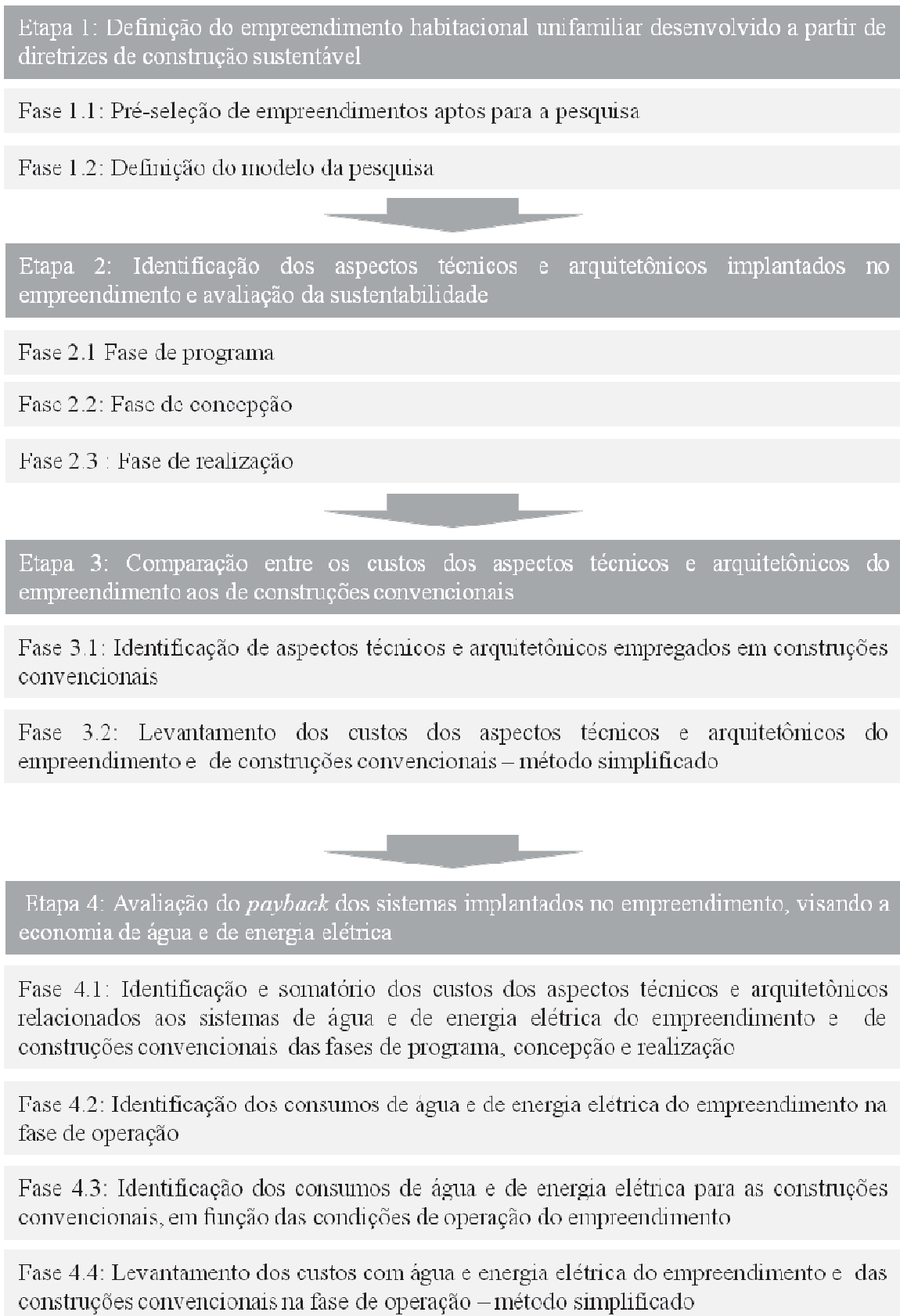
3.1 Caracterização da Área de Estudo

A cidade de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, localizada entre os paralelos de 27°10 e 27°50 de latitude sul e entre os meridianos de 48°25 e 48°35 de longitude oeste (ELETROSUL, 2011), caracteriza-se por ter 97,23% do seu território situado na Ilha de Santa Catarina. Banhada pelo Oceano Atlântico, apresenta uma área de 672km² e uma população de 421.203 habitantes segundo o Censo de 2010 (IBGE, 2010).

3.2 Procedimentos e Métodos

O processo cognitivo da pesquisa teve a estrutura metodológica desenvolvida em seis etapas conforme o fluxograma da Figura 18.

Figura 18: Estrutura metodológica para o desenvolvimento da pesquisa.



Etapa 1: Definição do empreendimento habitacional unifamiliar desenvolvido a partir de metodologias de construção sustentável

Fase 1.1: Seleção de empreendimentos apropriados para a pesquisa

A pesquisa referencia o estudo de caso de um empreendimento habitacional unifamiliar de padrão médio de construção (CUB/SC), desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável.

A partir da explanação de Yin (2001, p.107), de que a coleta de dados primários pode se basear em evidências colocadas por entrevistas, cinco arquitetos atuantes na cidade de Florianópolis relataram suas participações em projetos e obras habitacionais unifamiliares envolvendo o tema sustentabilidade.

Identificados cinco empreendimentos, estabeleceu-se o contato via telefone com os respectivos proprietários para averiguar sua disponibilidade em contribuir para com o conhecimento técnico-científico proposto. Para tanto, explanou-se a importância desta pesquisa a fim de agregar valores para a economia, sociedade e meio ambiente. Além disso, esclareceram-se os procedimentos necessários para o levantamento de dados, uma vez que se necessitaria da participação dos proprietários, que dispõem ou não sua habitação para o estudo.

Três proprietários concordaram com as disposições e o primeiro contato com cada empreendimento pôde ser estabelecido. Através de entrevistas aos usuários, levantaram-se dados referentes ao perfil da família, à rotina de utilização da edificação e suas opiniões sobre os pontos positivos e negativos da infraestrutura.

Pela observação direta Yin (2001) e registro fotográfico (Figura 19), foram observadas as singularidades de cada empreendimento e de seu entorno imediato. Essas informações foram complementadas posteriormente por relatos de profissionais que estiveram envolvidos nas fases de programa, concepção e realização de cada empreendimento.

Figura 19: Empreendimentos apropriados para a pesquisa.



Fase 1.2: Definição do empreendimento da pesquisa

A sequência metodológica a seguir delineou a confiabilidade das fontes para com o propósito da pesquisa, atendendo à disposição de Ghauri e Gronhaug (1995) que recomendam cautela na definição de modelos em razão de possíveis distorções que a interpretação inicial possa causar.

Assim, partiu-se para a análise de dados considerando a primeira estratégia de Yin (2001) que propõe averiguar as proposições teóricas implantadas em cada empreendimento.

Durante entrevista, cada um dos profissionais envolvidos nas fases de programa, concepção e realização de cada empreendimento foi indagado sobre as bases teóricas que condicionaram a aplicação da sustentabilidade. Após análise, verificou-se o empreendimento “A” atendendo de forma mais adequada ao perfil pretendido pela pesquisa, visto que:

a. As considerações que nortearam a tomada de decisão por ações menos impactantes ao meio ambiente (aspectos de natureza técnica e arquitetônica) foram baseadas pelas disposições do primeiro Referencial Técnico do Processo AQUA existente na época de sua elaboração (2008), que coordenava ações para Edifícios do Setor de Serviços (FCAV, 2007). Posteriormente, em 2010, este referencial serviu de base para o desenvolvimento do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais (FCAV, 2010), que é aplicado nesta pesquisa;

b. A escolha pelos materiais e componentes da edificação foi complementada teoricamente pelo estudo acadêmico-científico, dissertação de mestrado intitulada “O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações” apresentada na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2009, de autoria da responsável pelo empreendimento;

c. As considerações bioclimáticas para estudos de conforto térmico foram embasadas na metodologia aplicada na “Casa Eficiente”, construída com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes na construção civil visando ao uso racional da energia elétrica e menor impacto ambiental (ELETROSUL, 2011).

Outros dois pontos justificam a escolha pelo empreendimento “A”:

a. O fato de a responsável pelo empreendimento ser a própria arquiteta, empreendedora e usuária da edificação. Seu interesse em contribuir para a pesquisa, propiciaria facilidade no levantamento de dados, além de favorecer a veracidade das informações coletadas;

b. A facilidade no levantamento de informações quanto às relações do sítio e de seu entorno urbano e ambiental, considerando que o empreendimento está inserido em um condomínio horizontal construído em 2004 e que a construtora responsável pelo programa, concepção e realização, disponibilizaria a documentação técnica necessária para os estudos.

Etapa 2: Identificação dos aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento e avaliação da sustentabilidade

A pesquisa enfatiza o estudo de caso de um empreendimento habitacional desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável, por isso, esta etapa foi destinada a verificar os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados e a avaliar o nível de sustentabilidade da obra. Isso se deu através de um indicador de desempenho ambiental.

Após analisar diversos sistemas brasileiros que avaliam a sustentabilidade de edificações, a estrutura metodológica apresentada pelo Referencial Técnico Edifícios Habitacionais - Processo AQUA (FCAV, 2010), mostrou-se apropriada à pesquisa. Isso porque esse referencial tem seu foco na tipologia.

Outro fator condicionante para sua escolha foi o de que, neste empreendimento, as considerações que nortearam a tomada de decisão por ações menos impactantes ao meio ambiente foram baseadas pelas disposições do primeiro Referencial Técnico do Processo AQUA que coordenava ações para Edifícios do Setor de Serviços (FCAV, 2007). Posteriormente, em 2010, servira de base para o desenvolvimento do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais (FCAV, 2010).

Diante da metodologia AQUA, esta pesquisa avalia os aspectos técnicos e arquitetônicos referenciados nas 14 categorias de preocupações ambientais da Qualidade

Ambiental do Edifício (QAE), de cada fase abrangida em seu escopo: programa, concepção e realização.

São abordadas questões de caráter qualitativo e de caráter quantitativo de maneira simplificada, como fora inserido no empreendimento. Alguns pontos do AQUA fazem referência ao condomínio, sendo esses avaliados também de forma simplificada e dentro do alcance da pesquisa. No item 5.2, são apresentadas recomendações para a realização de trabalhos futuros quanto a cálculos específicos das questões quantitativas não avaliadas.

Primeiramente, e considerando a segunda estratégia para a análise de estudos de caso colocada por Yin (2001, p.133), desenvolveu-se uma estrutura descritiva, ou seja, o histórico do empreendimento, identificando os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados (YIN, 2001, p.107), conforme roteiro a seguir:

- a. Para a fase de programa, durante a qual se trabalha o programa de necessidades, os dados foram levantados diante de entrevista à responsável pelo empreendimento;
- b. Para a fase de concepção, durante a qual se elaboram os projetos e se definem as técnicas a serem empregadas em função do programa de necessidades, os dados foram obtidos da análise de documentação técnica;
- c. Para a fase de realização, durante a qual há a construção do empreendimento em função dos projetos e das técnicas estipuladas, as informações foram coletadas a partir de entrevista e observação direta.

Em seguida, os dados de cada fase foram tabulados e analisados (YIN, 2001, p.131) segundo as 14 categorias da QAE, o que permitiu dar início ao procedimento de avaliação da sustentabilidade de cada categoria em cada fase.

Etapa 3: Comparação entre os custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos do empreendimento aos de construções convencionais

Fase 3.1: Identificação de aspectos técnicos e arquitetônicos de construções convencionais

Segundo Yin (1990), o método de estudo multicaso evidencia maior robustez nas informações coletadas e maior abrangência de resultados. A partir dessa perspectiva, primeiramente foi realizado um levantamento das edificações, com a mesma tipologia habitacional, inseridas dentro do raio de 300 metros do empreendimento, pela observação

direta. Cinco unidades foram identificadas e cada proprietário, informado sobre as condições do levantamento e o propósito da pesquisa, disponibilizou-se em contribuir com informações.

Conforme o escopo da pesquisa, elaborou-se uma planilha identificando apenas os aspectos técnicos e arquitetônicos característicos da sustentabilidade do empreendimento, limitando os itens a serem levantados nas construções convencionais. Assim, deliberou-se o termo “convencional similar” para a pesquisa, considerando que a interpolação entre os dados para verificação dos custos foi limitada apenas às condições de sustentabilidade do empreendimento, sem alterações de quantidades ou locais empregados.

Cada edificação passou a ser analisada segundo documentos técnicos (projetos e memoriais), observação direta com registro fotográfico e entrevistas aos usuários e alguns profissionais (arquitetos, engenheiros civis e mestres de obra) que estiveram envolvidos com as fases de programa, concepção e realização.

Isso permitiu levantar uma grande quantidade de informações. A determinação por cada item convencional a ser aplicado partiu da análise da maior média encontrada nos cinco casos.

Fase 3.2: Levantamento dos custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos do empreendimento e de construções convencionais – método simplificado

Para se identificarem os custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos do empreendimento e dos convencionais similares, o primeiro passo consistiu em realizar o levantamento quantitativo de cada item do empreendimento. Isso se deu através da análise da documentação técnica (projetos de arquitetura, hidrossanitário, elétrico e luminotécnico) e de medições *in loco* no empreendimento. Logo, as mesmas quantidades foram atribuídas para os convencionais similares.

Elaboraram-se tabelas distintas para cada fase do ciclo de vida, abordando informações referentes a honorários profissionais, taxas e diversos, materiais/tecnologias e mão de obra, e as respectivas quantidades. As fases foram assim distinguidas:

- a. Fase de programa: Honorários de sondagem do solo, de levantamento planialtimétrico e de serviço de consultoria para a sustentabilidade (empreendimento).
- b. Fase de concepção: Honorários de projeto arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico/luminotécnico, de segurança do trabalho e de canteiro de obra, além de taxas da prefeitura municipal, vigilância sanitária e CREA- SC e despesas diversas.

c. Fase de realização: Materiais/tecnologias e mão de obra segundo macroitens de obra de Cardoso (2009): serviços preliminares, estrutura, elevações, conforto térmico, cobertura, instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias, aberturas, pisos, revestimentos, pinturas, diversos e obras externas.

Em seguida, pesquisas de mercado, abrangendo um raio de 20 Km do empreendimento, apontaram os custos tomando como referência o mês de março de 2012. Para cada item identificado em cada fase, levantaram-se de 3 a 5 valores e, ao final, gerou-se a média de custo que veio a ser aplicada na pesquisa. Os dados obtidos foram:

- a. Honorários: através de entrevistas a profissionais das áreas da arquitetura, engenharia ambiental e engenharia civil e consulta às tabelas das entidades de classe de Santa Catarina/SC;
- b. Taxas e diversos: consulta ao Órgão Municipal, Vigilância Sanitária e CREA/SC; diante das informações da planilha simplificada dos custos da obra disponibilizada pela responsável pelo empreendimento;
- c. Materiais e tecnologias: consulta a fornecedores que puderam ser identificados na planilha simplificada. Para demais pontos, através da observação direta dos produtos de fornecedores (raio de 30 Km) para garantir que fossem consideradas as referências exatas e do programa Planilha Eletrônica de Orçamentos (PLEO);
- d. Mão de obra: entrevistas a profissionais das áreas da arquitetura, engenharia civil e pelo programa PLEO;

Logo, calcularam-se os custos totais das fases de programa e de concepção, a partir do somatório dos custos de cada item identificado no empreendimento e nos convencionais similares.

Os custos identificados no cálculo do custo total da fase de realização enfatizaram apenas os aspectos técnicos e arquitetônicos característicos de sustentabilidade do empreendimento e dos convencionais similares. O empreendimento aplicou aspectos técnicos convencionais (materiais e mão de obra) em itens que não foram levantados. Para a obtenção desses dados, realizaram-se os seguintes procedimentos:

1. Cálculo do somatório dos custos de cada item característico de sustentabilidade do empreendimento e dos custos de cada item convencional similar, apresentando o primeiro custo parcial da fase;

2. Referência ao item característico da fase de realização: honorários de execução e administração de obra. Atribuiu-se o custo médio de mercado após entrevista a cinco profissionais, igualmente para o empreendimento e o convencional similar, identificando assim o segundo custo parcial da fase;
3. Referência aos aspectos técnicos convencionais (materiais e mão de obra) empregados no empreendimento: diante do orçamento final dos 181,50m² construídos demonstrado pela planilha simplificada dos custos (de dezembro de 2009) fornecida pela responsável, separaram-se as parcelas empregadas em materiais e mão de obra. Em seguida, os custos foram convertidos para os valores de março de 2012, conforme o padrão médio de construção do CUB/SC;
4. Cálculo para encontrar o custo dos materiais e mão de obra convencionais empregados no empreendimento: reduziu-se o custo total do empreendimento (março de 2012) do custo total dos itens característicos de sustentabilidade. Para a comparação, os valores foram atribuídos igualmente ao convencional similar. Identificou-se então, o terceiro e último custo parcial da fase;
5. O somatório dos três parciais identificou o custo total da fase de realização do empreendimento e do convencional similar.

Por fim, o somatório das fases de programa, concepção e realização, identificou o custo total do empreendimento e do convencional similar. Elaborou-se uma tabela apresentando os custos totais de cada fase, as parcelas empregadas em honorários, taxas/diversos, materiais/tecnologias e mão de obra, bem como as respectivas diferenças entre os custos.

Os cálculos permitiram estabelecer duas relações: a primeira tendo como base o custo total do empreendimento; a segunda, inversamente, tendo como base o custo total do convencional similar. Tomando-se como base a primeira relação, foram estabelecidos os parâmetros de custos do empreendimento e do convencional similar. Elaborou-se um gráfico comparativo para as análises.

Etapa 4: Avaliação do *payback* dos sistemas implantados no empreendimento, visando à economia de água e de energia elétrica

Conforme o escopo da pesquisa, a avaliação do *payback* restringe-se aos sistemas implantados no empreendimento visando à economia de água e de energia elétrica,

desconsiderando demais aspectos existentes na fase de operação de uma edificação (tarifa de esgoto e despesas com manutenção, por exemplo). O cálculo relaciona a economia gerada pelas tarifas das redes abastecedoras, em função da diferença entre os consumos do empreendimento e do convencional similar.

Fase 4.1: Identificação e somatório dos custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos relacionados aos sistemas de água e de energia elétrica do empreendimento e de construções convencionais das fases de programa, concepção e realização

Primeiramente, elaborou-se uma tabela identificando apenas os aspectos técnicos e arquitetônicos relacionados aos sistemas de água e de energia elétrica do empreendimento e de construções convencionais, das fases de programa, concepção e realização respectivamente. Em seguida, realizou-se o somatório dos custos para cada caso. Por fim, identificou-se a diferença de custos existentes, reduzindo-se os custos totais de cada caso.

Fase 4.2: Identificação dos consumos de água e de energia elétrica do empreendimento na fase de operação

Para identificar os consumos de água e de energia elétrica do empreendimento, levantaram-se dados dos consumos médios em relação à leitura anual (12 meses), identificados nas faturas (outubro 2011) das redes abastecedoras, conforme:

a. Água: o histórico demonstrado pela CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) apontou a média de consumo mensal de 7m³, com o mínimo de 4m³ até máximo de 10m³.

b. Energia elétrica: : o histórico demonstrado pela CELESC (Central Elétrica de Santa Catarina) apontou a média de consumo mensal de 195 kWh, com o mínimo de 127kWh em julho e pico de 353kWh em fevereiro (pela necessidade da utilização do ar condicionado).

Fase 4.3: Identificação dos consumos de água e de energia elétrica para as construções convencionais, em função das condições de operação do empreendimento

Devido à indisponibilidade de consulta às faturas de água e de energia elétrica das cinco edificações convencionais levantadas, o procedimento para a coleta de dados tomou rumos distintos.

Para a água, consultou-se a média de consumo para residências considerada pelo AQUA (FCAV, 2010, p.62), respectivamente 180 litros/pessoa/dia (340 dias). O cálculo mensal para 2 usuários apresentou a média de consumo em torno de 11m³.

Para a energia elétrica, diante do fato de a pesquisa considerar as maiores médias encontradas em edificações convencionais enfatizando aparelhos e lâmpadas, tornou-se necessário realizar o cálculo verificando o consumo médio/mensal (kWh). Posteriormente comparou-se ao consumo médio/mensal (kWh) do empreendimento.

Dessa forma, a partir do registro da rotina dos usuários quanto à utilização do empreendimento durante o mês de outubro de 2011, identificando o número de dias de uso e a média de utilização de horas/dia dos aparelhos e de lâmpadas, dois processos foram adotados:

1. Em relação ao empreendimento, enfatizou-se o levantamento da potência média (watts) de cada aparelho e lâmpada, segundo manuais dos fabricantes e observação direta. Cada potência, multiplicada pelo número de horas e dias, dividido por mil, apresentou o consumo médio mensal (kWh) unitário. Logo, o somatório final identificou o consumo médio mensal de 162 kWh.
2. Em relação ao convencional similar, substituiu-se cada aparelho e lâmpada do empreendimento pelos identificados nas construções convencionais. Da mesma forma, levantaram-se as potências médias (watts) unitárias, e os cálculos efetuados apresentaram o consumo médio/mensal de 342,18 kWh.

Posteriormente e no intuito de se averiguar a consistência do resultado atingido pelo empreendimento, consultou-se a fatura da CELESC de novembro de 2011, que apresentou em outubro de 2011 o mesmo resultado de consumo de energia elétrica de 162 kWh encontrado pelo cálculo da pesquisa.

Entendendo que o kWh para o mês de outubro de 2011 consiste em 1/12 da leitura anual, para encontrar o real consumo médio mensal do empreendimento, foi realizado o somatório dos kWh de novembro de 2010 a outubro de 2011 (apresentados pela fatura da CELESC) divididos por 12 (meses). Teve-se então, o resultado de 195 kWh.

Para o convencional, atribui-se o cálculo pela distribuição linear, que apontou o consumo médio mensal de 411,88 kWh, conforme:

$$\frac{342,18 \text{ kWh (convencional similar out/11)} \times 195 \text{ kWh (anual do empreendimento)}}{162 \text{ kWh (empreendimento em out/11)}}$$

Fase 4.4: Levantamento dos custos com água e energia elétrica do empreendimento e das construções convencionais na fase de operação – método simplificado

Para se identificarem os custos com água e energia elétrica do empreendimento e das construções convencionais para a fase de operação, consultaram-se os valores das tarifas cobradas pelas redes abastecedoras no mês de março de 2012, respectivamente:

a. Água: a CASAN apresentou a tarifa de R\$ 25,79/mês para consumos até 10m³ (empreendimento) e R\$ 4,7270/m³ para consumos a partir de 11m³ (convencional);

b. Energia elétrica: a CELESC apresentou a tarifa de R\$ 0,39/kWh para os primeiros 150 kWh, e o restante em R\$ 0,47/kWh.

Efetuaram-se então, os cálculos dos custos finais para o empreendimento e para o convencional, segundo as condições das tarifas em função das médias dos consumos mensais.

Logo, os custos finais encontrados no empreendimento, reduzidos dos custos finais encontrados no convencional, demonstraram a diferença de custos anuais das tarifas, apontando uma economia anual do empreendimento.

Por fim, essa economia anual do empreendimento, em função da diferença do custo dos aspectos técnicos e arquitetônicos relacionados aos sistemas de água e de energia elétrica do empreendimento apresentados na fase 4.1, apontou o ponto de equilíbrio (anos) para o *payback* dos sistemas.

A discussão encadeada nesta seção buscou apresentar a metodologia que orientou esta pesquisa. Explicitaram-se as fases e os procedimentos que possibilitaram o levantamento dos dados e o tratamento dessas informações a fim de que se responda à questão a que se propõe este trabalho. A seguir, apresentam-se e analisam-se os dados coletados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Atendendo aos objetivos estipulados, a fundamentação teórica disposta pela revisão da literatura e a estrutura metodológica para o desenvolvimento da pesquisa, os resultados obtidos são dispostos no presente capítulo.

4.1 Histórico do Empreendimento e Sustentabilidade AQUA

As disposições a seguir descrevem os principais aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados ao programa, concepção e realização do empreendimento. Ao final, avalia-se o nível de sustentabilidade AQUA atingido em cada uma das fases.

4.1.1 Considerações iniciais

A dimensão do empreendimento

Cardoso (2009) explica que o projeto de uma edificação se estrutura em baseia em torno de três variáveis efetivas. A primeira relaciona-se à sua dimensão, a ação inicial consistiu em caracterizar o perfil dos usuários e a rotina de utilização da edificação (Quadro 5).

Quadro 5: Perfil da família e rotina de utilização da edificação.

Perfil da família e rotina de utilização da edificação				
Usuário	Idade	Profissão	Rotina	
			Durante a semana	Final de semana
Esposa	32	Arquiteta e empresária	Sai para trabalhar às 9h e retorna entre 19h30min e 21h30min. Retorna para almoço entre 2 e 3 dias na semana.	Em casa: 1 vez no mês Viagem: 1 vez no mês
Marido	35	Produtor cultural	Geralmente trabalha em casa pela da manhã. À tarde não mantém rotina, às vezes trabalha em casa, outras fora. Utiliza notebook para as tarefas. Almoço entre 2 e 3 dias na semana.	Recebem visitas: 2 vezes no mês

Construção de um empreendimento habitacional unifamiliar para atender 4 pessoas (casal e dois filhos).

Fonte: Elaborado pela autora com base em entrevista à responsável pelo empreendimento.

De acordo com Moreira e Kowaltowski (2009), o próximo passo tomado para a elaboração do empreendimento consistiu em realizar a revisão da literatura especializada e a análise de projetos que possuíam afinidades com a tipologia habitacional. Almejada a inserção

do tema “sustentabilidade” ao empreendimento, outra questão abordada foi a de como aspectos técnicos e arquitetônicos repercutiriam ações menos impactantes ao meio ambiente.

Partiu-se, então, para a revisão da literatura, a fim de conhecer pesquisas comprovando a consolidação de metodologias que avaliam a sustentabilidade em edificações no Brasil. Essas pesquisas permitem posicionar o projeto a níveis de referência e verificar itens a serem melhorados (TÉCHNE, 2011).

Segundo a arquiteta, empreendedora e usuária da edificação, “dos sistemas analisados, a metodologia do Processo AQUA, ao relacionar 14 categorias de preocupações ambientais (QAE) a objetivos ambientais para o controle dos impactos do edifício e as soluções técnicas e arquitetônicas propostas, demonstrou-se uma ferramenta de aplicação facilitada e coerente às peculiaridades locais.” Cabe enfatizar que esta consideração foi colocada diante do primeiro referencial técnico AQUA que coordenava ações para edifícios do setor de serviços (FCAV, 2007). Este era o único existente na época da elaboração do empreendimento (em 2008).

Outra ação tomada foi a avaliação pós-ocupação de habitações unifamiliares que inseriram o tema, averiguando tópicos referentes a: tecnologias para a redução dos consumos de água e de energia elétrica; qualidade dos ambientes internos, enfatizando estratégias passivas de conforto e salubridade; qualidade do ambiente externo, referenciando o aproveitamento das condições naturais e urbanas locais e implantação em função do entorno imediato; materiais, tecnologias e processos construtivos com menor impacto ao meio ambiente, abordando vidas úteis, aspectos de manutenção, redução, reciclagem e reutilização de resíduos. Também foram realizadas visitas a canteiros de obras averiguando aspectos técnicos para a redução dos impactos na fase de realização. Segundo a responsável pelo empreendimento, essas avaliações se tornaram essenciais para que posteriormente, ao se definir o local de implantação e a partir dos principais contextos e prioridades ambientais de proximidade, pudessem ser lançadas as estratégias para a redução dos impactos do empreendimento.

Em seguida, passou-se para a verificação da viabilidade técnica e econômica global do empreendimento, em paralelo ao orçamento disponível (CAMBIAGHI; AMÁ, s.d). Tomando por base o valor de padrão médio de acabamento para a tipologia residencial expressa pelo CUB-SC, pôde-se estimar a construção de uma área de 200m².

A escolha do sítio: levantamento de aspectos da escala urbana e do entorno imediato de terrenos elegíveis

Como a sustentabilidade do empreendimento realça a escolha adequada do sítio Zambrano *et al.* (2009), um levantamento em nível de escala urbana iniciou o processo de busca por terrenos apropriados para o empreendimento.

Através do Plano Diretor Municipal, verificaram-se as zonas urbanas que comportavam o uso residencial e as respectivas restrições de uso do solo, taxas de ocupação e índices de aproveitamento, gabaritos de altura, alinhamentos, recuos e afastamentos. A partir disso, três áreas urbanas foram identificadas como apropriadas para o empreendimento.

Profissionais da área da corretagem de imóveis foram contatados posteriormente para observações *in loco*. Também foram interrogados sobre o potencial de valorização em função do produto pretendido, as características e valores de produtos similares nas localidades e a possibilidade de restrições contratuais de compra e venda de cada terreno em questão, conforme ensina Cambiaghi e Amá [s.d].

Reduzindo da escala urbana para as variáveis do entorno imediato, a responsável pelo empreendimento, dispondo dos conhecimentos necessários Zambrano *et al.* (2009) iniciou a análise das características positivas e das restrições de cada terreno (FCAV, 2010, p. 29). Em seguida, identificou os pontos positivos e as restrições do empreendimento como consequência dessas características (FCAV, 2010, p. 30). Os aspectos considerados envolveram:

1. Condicionantes físicas do ambiente natural:
 - a. Hidrografia existente no entorno e sua influência sob cada terreno, considerando aspectos legais de Proteção Ambiental, através de observação direta e consultas públicas.
 - b. Topografia, inicialmente pela observação direta, tanto a do entorno quanto aquela presente em cada terreno, prevendo possíveis movimentações de terra. Posteriormente, para o terreno selecionado, contratou-se serviço terceirizado para o levantamento das curvas de nível, necessário para o desenvolvimento do projeto arquitetônico.
 - c. Natureza do solo, subsolo e sua permeabilidade. A princípio, o conhecimento desse aspecto deu-se através da observação direta e entrevistas com a vizinhança. Buscou-se relatar possíveis riscos de desmoronamentos e inundações, proximidade

do lençol freático junto à superfície e existência de vertentes d'água, além do escoamento e da infiltração pluvial. Logo, para o terreno escolhido, realizou-se a sondagem do solo por contratação de empresa terceirizada, o que serviu de base para o projeto estrutural do empreendimento.

- d. Aspectos sanitários dos terrenos em foco, visando ao nível de salubridade existente no ar, água e solo em prol da saúde dos futuros usuários, pela observação direta do entorno e entrevistas aos vizinhos e aos proprietários.
 - e. Fatores do clima, verificando a rota solar e os ventos incidentes nas três áreas, através da observação direta e entrevistas à vizinhança.
 - f. Chuvas e temperaturas incidentes, através de publicações e estudos acadêmicos que dispunham de dados para cada região em observação.
 - g. Ecossistemas fauna e flora, atentando à preservação e aos riscos à saúde dos usuários quanto a vegetações alergênicas, através de leis de Proteção Ambiental e consultas a publicações e estudos acadêmicos.
2. Condicionantes físicas do ambiente urbano:
- a. Natureza da vizinhança residencial, focando às tipologias arquitetônicas, métodos construtivos e aos possíveis incômodos visuais para os futuros usuários, através de levantamento por observação direta.
 - b. Natureza da vizinhança industrial, observando possíveis influências quanto à contaminação e/ou poluição sobre o meio natural (água, ar, solo e subsolo) e níveis de ruídos por possível aumento no trânsito de veículos (incômodos sonoros e vibratórios).
 - c. Natureza da vizinhança de edifícios de uso especial, quanto à proximidade de escolas, igrejas, hospitais, policiamento, praças e parques, averiguando facilidades para os futuros usuários.
 - d. Infraestrutura da rede viária, destacando, além de níveis de ruídos e volume de trânsito de veículos (incômodos sonoros e vibratórios), facilidades e dificuldades de acesso para cada terreno em observação.
 - e. Distribuição das redes elétrica e de água, observando desde a fluência no abastecimento, até aos riscos à saúde frente à existência de ondas eletromagnéticas, sendo estas verificadas através de consultas às concessionárias e entrevistas aos usuários da região.

- f. Natureza dos recursos locais, quanto à existência de prestadores de serviços, fornecedores e reaproveitamento de materiais (visando tanto à fase de concepção e realização da obra, até o período de operação do empreendimento) e de áreas para disposição de resíduos (verificando a menor distância no transporte para a fase de realização).

A partir dos dados coletados, produziu-se um relatório Cambiaghi; Amá (s.d) permitindo vislumbrar as especificidades físicas de cada terreno, o modo e a intensidade com que as atividades do empreendimento influenciariam no ambiente e à saúde em geral (CARDOSO; ARAÚJO, 2007). Assim, foi possível comparar as vantagens e inconvenientes em conformidade às adversidades e potencialidades apresentadas por cada um (ADEME, 2002), tornando possível decidir pelo sítio mais apropriado para o empreendimento.

O sítio de implantação do empreendimento

Conforme se observa na Figura 20, o terreno eleito para a implantação do empreendimento localiza-se em um condomínio residencial horizontal, a 15 km do centro de Florianópolis que adentra o bairro 2 km a partir da rodovia que interliga as praias do norte da ilha. As características urbanísticas do condomínio e do terreno são apresentadas na Tabela 2.

Figura 20: Localização do empreendimento.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2011 e dados fornecidos pela construtora do condomínio.

Tabela 2: Características urbanísticas do condomínio e do terreno de implantação do empreendimento.

Características urbanísticas	
Condomínio	Terreno
Área total: 25.528,30m ²	Área total: 592,66m ²
Área de preservação: 11.346,68m ²	Dimensão frente/fundos: 18,00m
Área urbanizada: 14.181,68m ²	Dimensões laterais: 32,92m
Área de circulação: 3.370,93m ²	Taxa máxima de ocupação: 30%
Número de lotes: 25 unidades	Índice de aproveitamento: 0,30
Dimensões dos lotes: mín 486,00m ² / méd 540,00m ² / máx 900,00m ²	Fachada: Norte

Fonte: Elaborado pela autora com base na documentação técnica do condomínio e da residência.

Logo, o relatório das condicionantes físicas do ambiente natural e urbano (Quadro 6) e das restrições do sítio (Quadro 7) produzido anteriormente para a escolha entre terrenos pôde ser complementado com informações mais específicas.

Quadro 6: Relatório das condicionantes físicas do ambiente natural e urbano.

Condicionantes físicas do ambiente natural e urbano	
1. Meio físico	
Hidrografia	Na porção da ilha de Santa Catarina onde se localiza a área, formam-se pequenas bacias hidrográficas costeiras que drenam as áreas das encostas e pequenas planícies costeiras adjacentes. Essas bacias são caracterizadas por terem rios de pequeno porte, que nascem nas vertentes superiores das encostas, formando um curso principal, na parte mais baixa do terreno. Há um curso d'água que drena da vertente próxima ao condomínio, localizada no extremo leste seguindo na direção norte, que confere mais de 30 metros de recuo conforme estipulado pela lei ambiental.
Topografia	A hidrografia existente caracteriza a topografia com uma forte declividade nas nascentes, passando para um escoamento lento na planície até desembocar no mar. No caso do condomínio, a topografia a leste caracteriza-se por um morro por onde escoam as águas da nascente e que comporta uma das duas Áreas de Preservação Permanente (APP) que garante a estanqueidade do solo pela vegetação nativa existente, evitando riscos de desmoronamentos. Em direção a oeste, a topografia remete a uma suave inclinação (onde se localiza a parte urbanizada), verificando a mínima ou nenhuma predisposição a movimentações de terra pra quaisquer lotes inseridos. Na divisa oeste encontra-se a segunda APP, com a mesma topografia suave e que igualmente garante a estanqueidade do solo. A divisa sul que confere os confrontantes urbanos já existentes não oferece riscos quanto à topografia.
Natureza do solo, subsolo e sua permeabilidade	Apresenta-se em um ambiente de transição entre as Unidades Geomorfológicas, Serras do Leste Catarinense e Planícies Costeiras, compreendendo uma granulometria com fração argilosa.
2. Aspectos sanitários	
Ar, água e solo	Encontram-se preservados, visto que o local do condomínio antes de ser implantado, compunha a área de floresta nativa e seus confrontantes são basicamente APP's. Além disso, o aspecto do entorno é composto por construções habitacionais simples na divisa sul, localizam-se em topografia abaixo daquela do condomínio, não havendo a probabilidade de que o solo ou o curso d'água no sítio estejam contaminados. Outro fator engloba a existência mínima de estradas na região. O acesso se dá por uma única rua, restrita apenas aos condôminos e às residências vizinhas, tem pouco trânsito e, consequentemente, menor contaminação do ar. As APP's favorecem a qualidade do ar da região.

Fonte: Elaborado pela autora com base em entrevista a responsável pelo empreendimento, documentação técnica do condomínio e Eletrosul, 2011.

Quadro 6: Relatório das condicionantes físicas do ambiente natural e urbano – continuação.

3. Clima	
Sol	O número de horas de insolação anual de Florianópolis varia entre 2.200 e 2.400 horas conforme a região (ELETROSUL, 2011). O terreno eleito apresentou sua fachada principal orientada a nordeste (ponto positivo) e sua lateral esquerda a noroeste (ponto negativo que precisava ser trabalhado no projeto bioclimático).
Temperatura de Bulbo Seco	Tem-se 2°C para a temperatura mínima de 36,4°C para a temperatura máxima. O mês de fevereiro registrou a maior temperatura média e com valores mais próximos da média. Porém, janeiro apresentou a temperatura mais elevada. O menor valor de média mensal da temperatura de bulbo seco ocorreu em julho, no entanto, agosto e junho apresentaram as menores temperaturas mínimas. Agosto também apresentou a maior variação térmica mensal entre a mínima e a máxima, quando a máxima se aproxima da temperatura máxima anual. Em relação ao ano climático de referência, as menores amplitudes térmicas diárias médias ocorreram em setembro e os maiores valores em maio. O maior valor da temperatura média máxima diária, calculado no período analisado por GOULART (1993), foi de 29,0°C, e ocorreu em fevereiro, o qual foi eleito o mês mais quente do ano. O menor valor da temperatura média das mínimas diárias foi de 13,0°C, e ocorreu em julho. Também foi neste mês que ocorreu a menor temperatura média das máximas, com o valor de 21,1°C, indicando ser o mês mais frio do ano. O aspecto mais importante destas médias das temperaturas máximas é que, durante todo o ano, elas apresentam valores acima de 20°C e, mesmo a média das mínimas, não atinge valores menores que 13 °C, confirmando a amenidade do inverno (ELETROSUL, 2011).
Ventos	A velocidade média anual dos ventos demonstra um comportamento variável. Os meses de janeiro, maio e agosto apresentam velocidades máximas inferiores aos demais, sendo o mês de maio o de ventos mais fracos. Os ventos no mês de outubro apresentam as velocidades mais elevadas, tanto médias quanto máximas. Com relação à frequência dos ventos em relação à direção, a direção Norte é predominante para todos os meses do ano. A segunda maior frequência de ocorrência ocorre na direção sul na maior parte do ano, exceto nos meses de março, julho e dezembro. O maior percentual para ausência de ventos ocorre durante os meses de abril e maio. Para todos os meses do ano, os ventos mais fortes (acima de 9,0 m/s) ocorreram na direção sul. Observando os dados de frequência de ocorrência dos ventos por direção, tem-se uma indisponibilidade de ventos predominante à noite e na madrugada. Tem-se que no período da tarde o vento sul apresenta maior frequência, demonstrando um maior potencial de aproveitamento no verão, uma vez que os ventos deste quadrante são caracteristicamente mais frios (ELETROSUL, 2011).
Chuvas	Florianópolis caracteriza-se pela sua homogeneidade quanto à pluviometria. Apresenta um índice de precipitação anual de 1600 mm no norte da ilha e 1400 mm no sul, apresentando uma média de 140 dias de chuvas por ano. As chuvas de verão costumam ser diárias e de curta duração, e as chuvas de inverno, provocadas pela ação direta das frentes polares, costumam ser intermitentes durante dois ou mais dias. Essas frentes polares invadem o território em qualquer época do ano, sendo responsáveis por mudanças bruscas do tempo (ELETROSUL, 2011).
Nebulosidade	O valor da nebulosidade média anual é de 6,2 (parcela do céu coberta por nuvens: entre uma escala de 1-10, portanto maior que 50%). O céu tende a ser mais encoberto durante setembro a novembro. Maio é o de menor nebulosidade, pois foi o único que apresentou nebulosidade menor que 50%, podendo-se observar que os meses de inverno apresentam menores nebulosidades que os meses do verão (ELETROSUL, 2011).
Umidade relativa do ar	Todos os meses apresentam a umidade relativa do ar máxima de 100%, com médias mensais superiores a 80% e a média da umidade relativa anual se apresenta em 82,7%. A umidade relativa média é elevada de maneira uniforme durante todo o ano. O mês de maior umidade relativa média foi registrada em setembro (cerca de 85%), sendo também o mês que apresentou a menor amplitude média de temperatura (ELETROSUL, 2011).

Fonte: Elaborado pela autora com base em entrevista a responsável pelo empreendimento, documentação técnica do condomínio e Eletrosul, 2011.

Quadro 6: Relatório das condicionantes físicas do ambiente natural e urbano – continuação.

4. Ecossistemas fauna e flora
Protegidos pelo zoneamento das APP's conforme o Plano Diretor Municipal. A cobertura vegetal da área encontra-se sob domínio da Mata Atlântica, tendo a formação vegetal de Floresta Pluvial de Encosta. A área urbanizada do condomínio apresenta espécies arbóreas exóticas (<i>pinus sp.</i> e <i>Eucaliptusssp.</i>) e remanescentes.
5. Ambiente construído e humano
Revela a natureza da vizinhança residencial, constituída por habitações de classe média alta dentro do condomínio e no exterior, de habitações de classe média baixa dos nativos. Não há a existência de instalações industriais em um raio de cinco quilômetros do sítio. O bairro apresenta edifícios de uso especial distantes a pelo menos dois quilômetros do condomínio.
6. Infraestrutura dos acessos
Revela a natureza da vizinhança extremamente residencial, constituída por habitações de classe média alta dentro do condomínio e no exterior, de habitações de classe média baixa dos nativos. Não há a existência de instalações industriais em um raio de cinco quilômetros do sítio. O bairro apresenta edifícios de uso especial distantes a pelo menos dois quilômetros do condomínio.
7. Redes
As redes elétricas e de água são abastecidas pelas concessionárias locais e sua infraestrutura se encontra adequada às condições locais, sem apresentar riscos. A distribuição interna no condomínio das instalações elétricas, telefônicas, de comunicação de dados e de gás natural é subterrânea, permitindo uma paisagem preservada. Quanto à rede de esgotos, o condomínio possui um sistema de tratamento de efluentes por zona de raízes, reduzindo a poluição do solo e das águas subterrâneas.
8. Recursos locais
Não existem serviços e fornecedores convenientes para a diminuição do transporte de insumos para a obra, devido à característica residencial do entorno. Também não há áreas para disposição dos resíduos em um raio de quinze quilômetros do sítio. O fato de a população do entorno ter caráter econômico de classe média baixa, aumenta a possibilidade de reaproveitamento de materiais por catadores da região. O condomínio dispõe de zona para compostagem e lixeiras para a separação do lixo doméstico.

Fonte: Elaborado pela autora com base em entrevista a responsável pelo empreendimento, documentação técnica do condomínio e Eletrosul, 2011.

Quadro 7: Relatório das restrições do sítio.

Restrições do sítio
1. Aspectos legais
Plano Diretor Municipal, lei nº 2183/85 decretou a viabilidade para implantação de condomínio de casas residenciais com Taxa de Ocupação de 50%. Proteção Ambiental: Código Florestal estabelecido pela Lei 4771/65 e a Lei 6938/81 e Medida 2.166-67/01 encabeçam os demais decretos e Resoluções incidentes sob o terreno. O artigo 4º do Decreto Federal 750 de 10 de fevereiro de 1993 apresenta a Resolução Conjunta Nº 01/95 do decreto 750/93 que dispõe sobre o corte, exploração e supressão de vegetação primária ou estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina. A Resolução CONAMA nº 004, de 4 de Maio de 1994 e a Resolução CONAMA nº 13 de 06 de dezembro de 1990 também se inserem no processo de viabilização do condomínio.
2. Incômodos
Incômodos para os futuros usuários, sonoros, vibratórios e visuais podem acontecer no momento em que as construções dos terrenos vizinhos ao empreendimento se efetivarem ao longo do tempo. Incômodos olfativos de qualquer natureza foram descartados.
3. Poluição
Sobre o meio natural frente ao solo, subsolo e lençol freático são descartados fatores de poluição visto que a infraestrutura do condomínio contém o sistema de tratamento de efluentes por zona de raízes, compostagem e coleta seletiva de lixo.
4. Riscos
O ar externo poluído, as ondas eletromagnéticas e vegetações alergênicas não oferecem riscos à saúde dos futuros usuários. Portanto, não constituem restrição ao empreendimento. Eventos naturais como desmoronamentos e inundações também foram descartados.
5. Restrições
Relacionadas aos edifícios já existentes no terreno ou nas proximidades não foram fatores característicos da área. Relacionadas aos serviços preliminares também não se incluem.

Fonte: Elaborado pela autora com base em entrevista à responsável pelo empreendimento.

4.1.2 Estratégias para a redução dos impactos do empreendimento

A partir dos principais contextos e prioridades ambientais de proximidade identificados na análise do local, partiu-se para o lançamento das estratégias para a redução dos impactos ambientais e socioeconômicos do empreendimento.

As características técnicas e arquitetônicas traduzidas pelas 14 categorias de preocupações ambientais presentes na QAE do Referencial Técnico Edifícios do Setor de Serviços (FCAV, 2007) serviram de base teórica para aplicar a sustentabilidade à edificação. Para as estratégias lançadas, não se efetuaram registros documentando sua aplicação. A fim de apresentar as informações obtidas a partir da entrevista feita com a responsável pelo empreendimento, os dados foram tabulados diante das disposições do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais (FCAV, 2010), conforme o escopo da pesquisa. Considera-se que as relações só puderam ser estabelecidas pelo fato de que o Referencial Técnico Edifícios do Setor de Serviços (FCAV, 2007) serviu de base para o desenvolvimento do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais (FCAV, 2010).

Preocupações ambientais e objetivos para o controle dos impactos

No primeiro momento, buscou-se demonstrar as relações estabelecidas entre as 14 categorias e subcategorias de preocupações ambientais, aos objetivos para o controle dos impactos da edificação. Para tanto, utilizou-se o “Documento de apoio 1” (FCAV, 2010, p. 94-95), adaptado com objetivos sociais e econômicos - além dos ambientais propostos - pois foram considerados no empreendimento (Quadro 8).

Quadro 8: Relações entre categorias de QAE e os objetivos para o controle dos impactos do empreendimento.

Preocupações ambientais	Objetivos para o controle dos impactos da edificação													
	AMBIENTAIS										SOCIAIS		EC	
	PRESERVAR RECURSOS			REDUZIR POLUIÇÃO			REDUZIR RESÍDUOS	REDUZIR INCÔMODOS		MELHORAR CONFORTO	PRESERVAR A SAÚDE	PREVENÇÃO RISCOS	INSERÇÃO SOCIAL	REDUÇÃO DE DESPESAS
	ENERGIA	MATÉRIAS PRIMAS	ÁGUA	AR	ÁGUA	SOLO		RUIDOS	ODORES					
a) Local e construção														
1. Relação do edifício com o seu entorno														
1.1 Consideração do contexto	X		X		X	X				X	X			X
1.2 Implantação no terreno	X			X			X			X	X	X	X	X
2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos														
2.1 Adaptabilidade e durabilidade		X					X			X	X	X	X	X
2.2 Escolhas processos construtivos							X			X		X	X	X
2.3 Escolhas produtos de construção	X	X		X	X	X	X			X	X		X	X
2.4 Fim da vida do edifício		X					X							
3. Canteiro de obras														
3.1 Produção dos resíduos, identificação, gestão dos resíduos	X	X	X			X					X	X	X	
3.2 Incômodos e poluição					X	X		X			X	X		
3.3 Recursos: consumo água /energia	X		X											X
b) Gestão														
4. Energia														
4.1 Energia primária não-renovável	X									X	X	X		X
4.2 Incômodos e poluição				X					X		X			
5. Água														
5.1 Economia de água potável			X											X
5.2 Gestão águas pluviais no terreno			X									X	X	X
5.3 Esgotamento sanitário					X	X								X
6. Resíduos do uso e operação do edifício														
6.1 Controle da produção dos resíduos						X	X		X		X	X	X	
6.2 Adequação coleta interna e externa									X		X			
6.3 Controle da seleção dos resíduos									X		X			
6.4 Otimização sistema de coleta interna									X		X			
7. Conservação e manutenção														
7.1 Otimização da manutenção		X					X							X
7.2 Controle dos efeitos ambientais e à saúde humana da manutenção				X		X				X	X	X		X
7.3 Facilidade de acesso manutenção					X	X	X	X	X					X
7.4 Equipamentos para manter o desempenho em uso e operação	X		X							X		X		X
c) Conforto														
8. Conforto higratérmico														
8.1 No inverno e na meia-estação	X									X	X			X
8.2 No verão	X									X	X			X
9. Conforto acústico														
9.1 Disposições arquitetônicas espaciais								X		X				
9.2 Isolamento acústico	Não aplicou, pois considerou que as atividades exercidas no empreendimento e o contexto do entorno (distanciamento das edificações confrontantes e da rodovia) não implicariam interferências acústicas consideráveis													
9.3 Correção acústica dos ambientes														
9.4 Efeitos dos ruídos na vizinhança														

Fonte: Adaptado de FCAV, 2010, p. 94-95.

Quadro 8: Relações entre categorias de QAE e os objetivos para o controle dos impactos do empreendimento – continuação.

Preocupações ambientais	Objetivos para o controle dos impactos da edificação													
	AMBIENTAIS										SOCIAIS		EC	
	PRESERVAR RECURSOS			REDUZIR POLUIÇÃO			REDUZIR RESÍDUOS	REDUZIR INCÔMODOS		MELHORAR CONFORTO	PRESERVAR A SAÚDE	PREVENÇÃO RISCOS	INSERÇÃO SOCIAL	REDUÇÃO DE DESPESAS
	ENERGIA	MATÉRIAS PRIMAS	ÁGUA	AR	ÁGUA	SOLO		RUÍDOS	ODORES					
c) Conforto - continuação														
10. Conforto visual														
10.1 Consideração da iluminação natural	X	X				X	X			X	X			X
10.2 Iluminação artificial	X	X								X	X			X
10.3 Relação visual com o exterior		X									X			
10.4 Iluminação artificial áreas exteriores	X													
11. Conforto olfativo														
11.1 Fontes de odores desagradáveis				X					X	X	X			
11.2 Sensações olfativas desagradáveis				X					X	X	X			
d) Saúde														
12. Qualidade sanitária dos ambientes														
12.1 Tratamento do ambiente interior das superfícies									X		X			
12.2 Condições específicas de higiene					X	X	X				X			
13. Qualidade sanitária do ar														
13.1 Fontes de poluição				X					X		X			
13.2 Efeitos dos poluentes do ar na saúde	X	X	X	X	X				X		X			
14. Qualidade sanitária da água														
14.1 Manutenção da qualidade da água											X	X		
14.2 Controle de acessos às redes coletivas	Não foram considerados, pois compete ao condomínio.													
14.3 Controle da qualidade da água proveniente de rede de água não potável											X	X		

Fonte: Adaptado de FCAV, 2010, p. 94-95.

Estratégias e resultados globais em função dos objetivos estipulados

Em seguida, elaborou-se o Quadro 9 apresentando, de forma geral, as estratégias técnicas e arquitetônicas (qualitativas) e os resultados globais para que os objetivos relacionados fossem alcançados. Essas considerações nortearam a aplicação da sustentabilidade no empreendimento, respectivamente nas fases de programa, concepção e realização.

Quadro 9: Objetivos, estratégias qualitativas e resultados globais para a redução dos impactos do empreendimento.

LOCAL E CONSTRUÇÃO			LOCAL E CONSTRUÇÃO		
1. Relação do edifício com o seu entorno			1.2 Implantação no terreno		
OBJETIVO	ESTRATEGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATEGIA	RESULTADO
1.1 Considerações do contexto: algumas das ações de controle dos impactos externos (urbanos, de maior escala) já se inseriram no sítio, no momento da construção do condomínio. Desta empreendimento, consideram-se:			1.2 Implantação no terreno		
Preservar a saúde	Projeto bioclimático para maior aproveitamento de iluminação natural, barreiras para a contaminação da luz solar e dos ventos e garantir a ventilação higiénica para os ambientes	Utilização de ambiente agradável e livre de doenças	Inserção social	Observação da tipologia das construções adjacentes	Interferência mínima na paisagem existente
Melhorar o conforto		Redução do consumo da rede abastecedora	Reduzir a poluição do ar		Redução de transporte
Preservar o recurso energia	Sistema de aquecimento d'água por placas solares auxiliado por sistema a gás	Redução de despesas na etapa de operação	Prevenção de riscos	Otimização do partido arquitetónico para a melhor localização em relação à topografia existente	Minimização da movimentação de terra
Preservar o recurso água	Lâmpadas externas de baixo consumo conforme programa de etiqueta em ímetro	Redução de despesas na etapa de operação	Reduzir a geração de resíduos		Redução de despesas na etapa de execução
Reduzir a poluição da água e do solo	Captação de águas pluviais e reuso em vasos sanitários e torneira de jardim	Redução da poluição do lençol freático e do solo	Preservar a saúde	Otimização do partido arquitetónico para a melhor localização em relação às edificações adjacentes	Evitar interferências na implantação
	Respeitamento sanitário com tratamento por zona de raízes e reuso de águas cinza		Preservar o recurso energia		Redução do consumo da rede abastecedora
			Melhorar o conforto	Projeto bioclimático otimizando o partido arquitetónico para a melhor localização em relação às condições naturais	Redução de despesas na etapa de operação
					Criação de ambiente saudável com ventilação higiénica e iluminação natural

LOCAL E CONSTRUÇÃO			LOCAL E CONSTRUÇÃO		
2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos			2.3 Escolha dos produtos de construção		
OBJETIVO	ESTRATEGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATEGIA	RESULTADO
2.1 Adaptabilidade e durabilidade do edifício			2.3 Escolha dos produtos de construção		
Preservar o recurso matérias primas	Flexibilidade da planta baixa para futuras ampliações	Evitar grandes intervenções na estrutura existente	Preservar o recurso matérias primas	Manter os materiais que possibilitam o reciclagem no final da vida útil	O consumo responsável
Reduzir a geração de resíduos		Escolha de produtos de construção de fácil conservação	Redução de despesas com manutenção		Salubridade ao empreendimento
Melhorar o conforto	Adotar produtos, sistemas e processos construtivos que estejam em conformidade ao TBQP-H, ímetro ou fabricantes que não pratiquem a informalidade	Reduzir a aplicação de novos materiais na edificação	Reduzir a poluição da água e do solo	Conformidade com o TBQP-H, ímetro ou fabricantes que não pratiquem a informalidade	Ambientes com temperaturas dentro da zona de conforto no inverno e verão
Inserção social		Contratação de mão de obra local qualificada	Redução de despesas para a manutenção		Fácil conservação e manutenção
Prevenção de riscos	Consulta às normas técnicas específicas	Evitar o descarte de materiais de baixa qualidade	Preservar o recurso energia	Escolhas que existem e seguem o ciclo dos recursos naturais - recicláveis	Redução do consumo da rede abastecedora
Preservar a saúde		Seguir as recomendações para o mobiliário conforme a NBR 13077 (ABNT, 2008)	Garantir segurança		Controle quanto a toxicidade
		Adaptabilidade para o envelhecimento	Reduzir a geração de resíduos	Melhor desempenho térmico	Preservar a saúde do município
			Reduzir a poluição do ar		Produtos locais ou no raio até 300km da obra
			Inserção social		
2.2 Escolha dos processos construtivos			2.4 Fim de vida do edifício/desconstrutibilidade e reciclabilidade		
Melhorar o conforto	Atualização quanto às tecnologias disponíveis e impactos ambientais	Redução do impacto do edifício na natureza	Preservar o recurso matérias primas	Utilização de produtos que possibilitem o reuso ou o reciclagem no final da vida útil	Consumo responsável
Inserção social		Observação das tradições do entorno imediato	Interferência mínima na paisagem existente		Reduzir a geração de resíduos
Reduzir a geração de resíduos	Flexibilidade para futuras ampliações	Redução de despesas com mão de obra			
Prevenção de riscos		Sondagem do solo	Evitar o descarte de materiais		
		Garantir segurança			

Fonte: Elaborado pela autora com base no relato da responsável pelo empreendimento e FCAV, 2010.

Quadro 9: Objetivos, estratégias qualitativas e resultados globais para a redução dos impactos do empreendimento – continuação.

LOCAL E CONSTRUÇÃO			3. Canteiro de obras			
OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	
3.1 Produção de resíduos, identificação e gestão de resíduos			3.2 Infortúnios e poluição			
Preservar os recursos energia, matérias primas e água	Contratação de pessoal apto à inserir os objetivos ambientais	Redução de despesas	Preservar a saúde	Limpeza periódica do terreno	Consciência ambiental	
Prevenção de riscos		Desaproveitamento de materiais	Reduzir a poluição do solo		Planejamento das atividades ruidosas	Ambiente de trabalho saudável
Preservar a saúde		Evitar desperdício	Prevenção de riscos	Praticar a formalidade nas atividades		Respeito à vizinhança
Reduzir poluição do ar		Minimizar a interferência do projeto na topografia existente	Dinâmica da produção		Reduzir ruídos	Manejo do barulho adequado às necessidades sanitárias
Reduzir resíduos	Triagem e identificação dos resíduos da construção civil (RCC) a partir das diretrizes da Resolução 307 do CONAMA -	Redução de transporte	Reduzir odores	Atendimento às exigências do condomínio - informação para as atividades da obra		
Reduzir odores		Doação para entidades locais que reutilizam os materiais reciclados em artesanato, gerando economia para o bairro	Ambiente saudável		Inserção social	
Inserção social	Recolhimento periódico do RCC		3.3 Recursos – consumo de água e energia			
3.4 Economia de água potável			5.2 Gestão das águas pluviais no terreno			
Preservar o recurso água	Produtos com dispositivos de redução de consumo como torneiras e misturador a descarga com duplo acionamento	Redução do consumo da rede abastecedora	Preservar o recurso água	Estudo das condições pluviométricas incidentes na região para estudo da viabilidade de coleta de águas pluviais	Redução do consumo da rede abastecedora	
	Produtos de marcas procedentes	Redução de despesas na etapa de operação	Prevenção de riscos		Captação de águas pluviais e reuso de águas cinza	Redução de despesas na etapa de operação
	Reutilização de águas cinzas nos vasos sanitários, tanque e tomada de jardim	Evitar desperdício	Inserção social	Redução da área não permeável		Infiltração no solo
		Garantia de vida útil			Plano drenático	Redução de águas no escoamento da cidade
5.1 Regimento sanitário			5.3 Regimento sanitário			
Reduzir a poluição da água e do solo	Regulamentação sanitária com tratamento e zona de raízes	Redução da produção do lençol freático do solo	Reduzir a poluição da água e do solo	Reuso das águas cinza	Redução do consumo da rede abastecedora	
		Redução de despesas na etapa de operação				
6. Resíduos do uso e operação do edifício			6.2 Adequação entre cultura interna e externa			
6.1 Controle da produção dos resíduos			6.3 Controle da seleção de resíduos			
Reduzir poluição do solo	Separação de materiais com possibilidade de reaproveitamento de destinação à comunidade que foram reutilizados para produção de artesanato e outros	Facilitar a coleta externa	Reduzir odores	Seguir normas do condomínio quanto à separação do lixo doméstico	Facilitar a coleta externa	
Reduzir a permeação de resíduos		Consciência ambiental	Preservar a saúde		Analisar se o hábito rotina de coleta no banheiro	Consciência ambiental
Reduzir odores		Evitar o descarte de materiais	Prevenção de riscos	Disposição de lixeiras separando os materiais a serem descartados		Contribuição com o bem-estar geral
Preservar a saúde		Limitar desperdício	Inserção social			
6.4 Otimização do sistema de coleta interna			6.4 Otimização do sistema de coleta interna			
Reduzir odores	Criação de zona de compostagem no quintal para o lixo orgânico	Consciência ambiental	Reduzir odores	Criação de zona de compostagem no quintal para o lixo orgânico	Consciência ambiental	
Preservar a saúde			Preservar a saúde			

Quadro 9: Objetivos, estratégias qualitativas e resultados globais para a redução dos impactos do empreendimento – continuação.

GESTÃO			GESTÃO		
7. Conservação e manutenção			7. Conservação e manutenção		
OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO
7.1 Otimização das necessidades em manutenção			7.3 Facilidade de acesso para manutenção		
<ul style="list-style-type: none"> Preservar o recurso matérias primas Reduzir geração de resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar os equipamentos e sistemas adequadamente conforme disposições dos fabricantes Terminabilidade de manutenção conforme disposições dos fabricantes 	<ul style="list-style-type: none"> Consumidor consciente Evitar grandes serviços de manutenção Redução de despesas na etapa de operação 	<ul style="list-style-type: none"> Reduzir poluição do solo Reduzir geração de resíduos Reduzir níveis de ruídos Preservar o recurso água Reduzir inóculos de odores 	<ul style="list-style-type: none"> Otimizar o partido arquitetônico para o acesso aos equipamentos Otimizar o projeto hidrossanitário com aplicação de registros por atirador fixado Equipular local adequado para os resíduos no terreno durante o processo de manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> Redução de despesas na etapa de operação Evitar quebras na estrutura existente Evitar desperdício de água Ambiente limpinho para as fases de manutenção
7.2 Controle dos efeitos ambientais e à saúde humana da manutenção			7.4 Equipamentos para manter o desempenho em uso e operação		
<ul style="list-style-type: none"> Reduzir a poluição do ar Preservar a saúde Melhorar o conforto Prevenção de riscos Reduzir poluição do solo 	<ul style="list-style-type: none"> Limpeza periódica do ar condicionado Mantiver os ambientes internos limpos quando houver qualquer tipo de manutenção Exigir a utilização de EPIs pelos trabalhadores dependentes do sistema que for realizada a manutenção Administração do processo de manutenção Reparação e destinação correta dos resíduos da manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> Garantia de vida útil do equipamento Redução de despesas na etapa de operação Salubridade Segurança Evitar desperdícios 	<ul style="list-style-type: none"> Preservar o recurso água Prevenção de riscos Preservar o recurso energia Melhorar o conforto 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação de registros por ambiente intimado Dispositivos de redução de consumo como torneiras com instaladores de cargas com duplo acionamento Tubulações hidráulicas PEX (com vida útil prolongada de no mínimo de 50 anos segundo a norma DIN) para água quente e fria, distantes no mínimo 30cm Sistema de aquecimento d'água por placas solares auxiliado por sistema a gás Lâmpadas econômicas Equipamentos com etiquetagem ambiental ou selo PROCEL Acondicionado domotário do casal para utilização apenas no verão 	<ul style="list-style-type: none"> Facilitar a manutenção evitando vazamentos Evitar interferências entre sistemas Redução do consumo da rede abastecedora Redução de despesas na etapa de operação
COMFORTO			COMFORTO		
8. Higrotérmico			8. Higrotérmico		
OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO
8.1 No inverno na meia estação			8.2 No verão		
<ul style="list-style-type: none"> Preservar o recurso energia Preservar a saúde Melhorar o conforto 	<ul style="list-style-type: none"> Projeto bioclimático para maior aproveitamento da iluminação natural e calor do sol, barreiras para bloqueio dos ventos predominantes e ventilação ligívica equilibrada 	<ul style="list-style-type: none"> Redução do consumo da rede abastecedora Redução de despesas na etapa de operação Salubridade dos ambientes 	<ul style="list-style-type: none"> Preservar o recurso energia Preservar a saúde Melhorar o conforto 	<ul style="list-style-type: none"> Projeto bioclimático para maior aproveitamento da iluminação natural, dos ventos predominantes e da ventilação ligívica e barreiras para contenção do calor do sol 	<ul style="list-style-type: none"> Redução do consumo da rede abastecedora Redução de despesas na etapa de operação Salubridade dos ambientes
COMFORTO			COMFORTO		
9. Acústico			9. Acústico		
OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO
9.1 Disposições arquitetônicas espaciais			9.2 Isolamento acústico		
<ul style="list-style-type: none"> Melhorar o conforto Reduzir inóculos de ruídos 	<ul style="list-style-type: none"> Otimizar o partido arquitetônico quanto à disposição dos ambientes 	<ul style="list-style-type: none"> Privacidade para os usuários e colaboradores 	<ul style="list-style-type: none"> 9.2 Isolamento acústico 9.3 Correção acústica dos ambientes 9.4 Efeitos dos ruídos na mudança 	<ul style="list-style-type: none"> Apesar de considerada imediata, pelo fato da escala do empreendimento ser uma habitação unifamiliar, distantes dos vizinhos e ausência indústrias influências sobre questões acústicas 	

Quadro 9: Objetivos, estratégias qualitativas e resultados globais para a redução dos impactos do empreendimento – continuação.

CONFORTO			CONFORTO			
10. Visual			11. Conforto olfativo			
OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	
10.1 Consideração da iluminação natural			10.3 Relação visual com o exterior			
Preservar o recurso energia	Projeto bioclimático considerando a orientação, dimensão e barreiras contra o sol para as aberturas, conforme a necessidade de luz de cada ambiente, tanto no inverno quanto no verão.	Redução do consumo da rede abastecedora	Preservar a saúde	Otimização do período amplitudinário quanto à configuração da volumetria e das fachadas.	Esbelteza do edifício	
Melhorar o conforto		Redução de despesas na etapa de operação	Preservar o recurso matérias primas		Libertona em a tipologia do entorno	
Preservar a saúde		Salubridade dos ambientes	Evitar a influência para com os confortantes, medidos ou não, bloqueando a ventilação ou outros aspectos que possam afetar a salubridade e desencadear novas construções.			
Preservar o recurso matérias primas		Projeto luminotécnico considerando as condições do projeto bioclimático conforme a necessidade de luz de cada ambiente, tanto no inverno quanto no verão.	Redução do consumo de lâmpadas e decorrença naturaliza	Preservar o recurso energia	Relacionar o projeto luminotécnico com o projeto de paisagismo.	Evitar que a iluminação seja encoberta pela vegetação
Reduzir a geração de resíduos			Adequação às necessidades dos ambientes - salubridade	Preservar o recurso matérias primas	Produtos e equipamentos de marcas procedentes	Evitar retrabalhos
Reduzir a poluição do solo			Evitar desperdício (energia e materiais) por aplicação incorreta ou desnecessária	Redução de despesas na etapa de operação	Mão de obra de qualidade	Lâmpadas econômicas
10.2 Iluminação artificial			10.4 Iluminação artificial das áreas exteriores			
Preservar o recurso energia	Lâmpadas econômicas Produtos e equipamentos de marcas procedentes Mão de obra de qualidade	Adequação às necessidades dos ambientes - salubridade				
Melhorar o conforto		Evitar desperdício (energia e materiais) por aplicação incorreta ou desnecessária				
Preservar a saúde		Redução de despesas na etapa de operação				
Preservar o recurso matérias primas		Evitar retrabalhos				
11. Fontes de odores desagradáveis			11.2 Sensações olfativas desagradáveis			
Melhorar o conforto	Aplicação da norma ABNT NBR 13103 Adequação de ambientes residenciais para instalação de aparelhos que utilizam gás combustível Ventilação permanente na cozinha e nos banheiros Lançamento do regulamento sanitário a uma distância adequada da edificação Lançamento da zona de compatibilidade a uma distância adequada da edificação Manter o lixo doméstico tampado, recolhimento periódico e deposição adequada Adequação da localização do COC Churrasqueira elétrica	Segurança da instalação	Reduzir inóculos de odores	Projeto bioclimático para maior aproveitamento da iluminação natural e ventilação natural	Evitar proliferação de fungos e bactérias	
Reduzir inóculos de odores		Impedir que gases atinjam áreas de utilização	Melhorar o conforto		Limpza periódica do ar condicionado	Aberturas estrategicamente orientadas e dimensionadas
Preservar a saúde		Evitar proliferação de fungos e bactérias	Preservar a saúde		Utilização de materiais sólidos e de baixo odor	Salubridade
Reduzir a poluição do ar		Locais de armazenamento de resíduos orgânicos				
		Evitar novas formas de poluição				
SAÚDE			SAÚDE			
12. Qualidade sanitária dos ambientes			12.2 Condições específicas de higiene			
Preservar a saúde	Aplicação da legislação vigente quanto às alturas das barras impermeáveis para os ambientes úmidos	Estanqueidade d'água evita a proliferação de fungos e bactérias pela umidade	Preservar a saúde	Manter os ambientes limpos	Salubridade	
Reduzir inóculos de odores			Reduzir a poluição do solo e da água		Adesão ao sistema de banheiro quíntico para os trabalhadores na etapa de construção	Evitar a infiltração no solo por efluentes sanitários
			Reduzir resíduos		Diminuição de resíduos e construções provisórias	

Quadro 9: Objetivos, estratégias qualitativas e resultados globais para a redução dos impactos do empreendimento – continuação.

SAÚDE			SAÚDE		
13. Qualidade do ar			14. Quantidade sanitária da água		
OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO	OBJETIVO	ESTRATÉGIA	RESULTADO
13.1 Fontes de poluição			13.2 Efeitos dos poluentes do ar na saúde		
<ul style="list-style-type: none"> Reduzir a poluição do ar Reduzir incômodos de odores Preservar a saúde 	<ul style="list-style-type: none"> Churrasqueira elétrica Aplicação da norma ABNT NBR 13103 – Adequação de ambientes residenciais para instalação de aparelhos que utilizam gás combustível Ventilação permanente na cozinha e nos banheiros Monitor o lixo doméstico tampado, recolhimento periódico e deposição adequada 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar novas formas de poluição Impedir que gases atinjam áreas de utilização Segurança da instalação Evitar proliferação de fungos e bactérias 	<ul style="list-style-type: none"> Preservar matérias primas, energia e água Reduzir a poluição do ar, água e solo Preservar a saúde Reduzir odores 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar materiais menos impactantes na natureza Considerações do projeto bioclimático quanto à ventilação conforme as necessidades de cada ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo consciente Salubridade Aberturas devidamente dimensionadas e articuladas
14.1 Manutenção da qualidade da água e consumo nas redes internas do edifício			14.2 Controle de acessos às redes externas de distribuição*, não foram considerados visto que esta consideração compete ao condomínio		
<ul style="list-style-type: none"> Prevenção de riscos Preservar a saúde 	<ul style="list-style-type: none"> Respeito às recomendações da NBR 7196 “Projeto e execução de instalações prediais de água quente” Tubulações hidráulicas PEX para água quente – distantes 30cm da tubulação de água fria Evitar limpeza das tubulações após sua execução, antes da instalação de controladores eletrônicos Revisão periódica do sistema para manter a temperatura da água adequada 	<ul style="list-style-type: none"> Segurança da instalação Evitar retrabalho 	14.3 Controle da qualidade da água proveniente de rede de água não potável		
<ul style="list-style-type: none"> Prevenção de riscos Preservar a saúde 	<ul style="list-style-type: none"> Separação das redes hidráulicas de água potável e não potável Garantir que os reservatórios atendam as especificações para manter a salubridade da água Manutenção dos reservatórios Renovação das plantas do filtro anaeróbico por uma de raízes com periodicidade 	<ul style="list-style-type: none"> Salubridade Garantir a vida útil 			

4.1.3 Considerações sobre as fases do ciclo de vida

Os aspectos técnicos e arquitetônicos identificados a seguir, seguem o repertório de considerações ambientais das 14 categorias da QAE do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais AQUA (FCAV, 2010), para posteriormente facilitar o processo de avaliação da sustentabilidade em cada fase do ciclo de vida do empreendimento. O Apêndice apresenta os resultados gerais do presente capítulo.

4.1.3.1 Fase de programa

Entende-se que a fase de programa se destina a trabalhar o programa de necessidades do empreendimento (FCAV, 2010). Por isso, o primeiro passo consistiu em listar os fatores que se esperava que a edificação cumprisse, em função das condições do contexto de sua operação (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009). Logo, por meio do relato dos usuários frente às necessidades e aos desejos aos quais a edificação deveria atender, agregado do conhecimento adquirido através da revisão da literatura e da análise de projetos afins, foi possível listar os compartimentos necessários para a edificação.

Consultou-se a NBR 15575 (ABNT, 2008, p. 27-28) que, através das tabelas, apresenta a organização dos cômodos e dimensões compatíveis com as necessidades humanas. Realizaram-se estudos de dimensões para cada compartimento, em função das atividades listadas, das características funcionais, da população fixa e variável, dos fluxos de pessoas, veículos e materiais (tanto internos quanto externos) e das instalações, mobiliário e equipamentos necessários. Forneceu-se ao final, o pré-dimensionamento do empreendimento.

O passo seguinte consistiu em analisar o sistema construtivo a ser implantado no empreendimento, já que esta consideração se tornaria essencial para a escolha dos materiais, tecnologias e serviços na fase de concepção. No levantamento do entorno imediato, a natureza da vizinhança apresentou o sistema de concreto moldado *in loco* e alvenaria de tijolo cerâmico para vedação (sistema construtivo convencional), o qual fora definido para o empreendimento. Esta posição foi colocada visto que a observação das tradições locais tende a minimizar a interferência do empreendimento na paisagem e facilitar sua inserção social.

A partir destas considerações, foi possível lançar as estratégias para a redução dos impactos do empreendimento para a fase de programa. O Quadro 10 apresenta os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados, fazendo referência às 14 categorias de preocupações ambientais da QAE (FCAV, 2010).

Quadro 10: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de programa.

Categoria	Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados na fase de programa
1. Relação do edifício com o seu entorno	Elementos do clima: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Posicionamento solar do terreno. ▪ Sombreamentos incidentes. ▪ Bloqueios existentes quanto à ventilação. Vistas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oportunidades e restrições visuais quanto aos confrontantes. ▪ Contexto visual das edificações do condomínio (padrão). Águas pluviais: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Escoamento no terreno e no condomínio. ▪ Riscos de alagamento. Ecossistemas e biodiversidade: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservação do meio: disposições locais / municipais ambientais - competência do condomínio. ▪ Paisagismo: espécies vegetais locais. Topografia do terreno: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento planialtimétrico . ▪ Sondagem do solo. ▪ Riscos de desabamento de terra. ▪ Riscos de comprometimento de estruturas adjacentes. Regulamentação local aplicável: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposições locais / municipais de construção.

Fonte: Elaborado pela autora, com base no relato da responsável pelo empreendimento e FCAV, 2010.

Quadro 10: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de programa. Continuação

2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	<p>Escolha de produtos, sistemas e processos:</p> <p>Criação de banco de dados para produtos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Empresas conformes ao PBQP-H e INMETRO. ▪ Conformidade com as normas técnicas da ABNT. ▪ Análise do ciclo de vida para outros não conformes. ▪ Comportamentos, desempenhos e vidas úteis. ▪ Renováveis, recicláveis e reutilizáveis. ▪ Certificação ambiental . ▪ Facilidades de construção, conservação, manutenção e desconstrução. <p>Criação de banco de dados para sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aquecimento de água por placas solares e apoio elétrico. ▪ Coleta, distribuição e reuso de águas cinza. ▪ Redução da emissão de efluentes. ▪ Telhado verde. ▪ Pesquisa de disponibilidade no mercado local. <p>OBS: Não foi encontrada no mercado local cimento CPIII e CPIV</p>
3. Canteiro de obras	<p>Disposições básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição de objetivos ambientais para o canteiro. <p>Limitação dos incômodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adequar as atividades para os horários permitidos pelo condomínio. <p>Limitação dos riscos de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contratação de empresas conformes quanto à destinação correta no meio ambiente. <p>Gestão dos resíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manter o controle da geração de resíduos. • Privar pelo beneficiamento dos resíduos na própria obra. <p>Controle dos recursos água e energia elétrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação de controle para os consumos de água e de energia. <p>Balanco do canteiro de obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para verificar os esforços e os efeitos das disposições ambientais implementadas.
4. Gestão da energia	<p>Redução do consumo pela concepção arquitetônica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a aptidão da envoltória para limitar desperdícios. • Melhorar a aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas. <p>Redução do consumo pelo uso de energias renováveis locais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa para a viabilidade de implantação de sistema de placas solares para aquecimento d'água.
5. Gestão da água	<p>Redução do consumo de água potável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa por produtos e sistemas economizadores no mercado local. <p>Gestão de águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisa para a viabilidade de implantação de sistema de coleta de águas pluviais. (Categoria 1) <p>Reuso de água cinza</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisa para a viabilidade de implantação do sistema
6. Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	<p>Adequação entre a coleta interna e a coleta externa, controle da triagem e armazenamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informação das práticas do condomínio sobre a coleta de lixo. <p>Redução da poluição do solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa de sistemas para redução da poluição do solo – banco de dados (Categoria 2).
7. Gestão da manutenção	<p>Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para gestão da água, gestão dos resíduos e outros equipamentos. <p>Equipamento para a permanência do desempenho na fase de operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa para viabilidade de implantação de sistema de automação predial para os sistemas de consumo de água, iluminação e proteção contra a incidência direta do sol.

Quadro 10: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de programa. Continuação

8. Conforto higratérmico	Medidas arquitetônicas para otimização do conforto higratérmico de verão e inverno, assegurando resfriamento sem aparelho de ar-condicionado: <ul style="list-style-type: none"> • Estudos de proteção quanto ao sol e o calor e aerodinâmica do local, otimizando as condições de conforto higratérmico no verão e no inverno por meios passivos (Categoria 1).
9. Conforto acústico	Preocupou-se apenas com as disposições arquitetônicas espaciais para melhoria do conforto acústico interno. Não aplicou cálculos, pois considerou que as atividades exercidas no empreendimento e o contexto do entorno (distanciamento das edificações confrontantes e da rodovia) não implicariam interferências acústicas consideráveis.
10. Conforto visual	Aproveitar a iluminação natural: <ul style="list-style-type: none"> • Adequação das aberturas conforme diretrizes do Zoneamento Bioclimático Brasileiro (Z3 Florianópolis) (Categoria 1). Dispor de uma iluminação artificial confortável: <ul style="list-style-type: none"> • Adequação do nível de iluminância. • Dispositivos economizadores: produtos conforme o banco de dados (categoria 2). Dispor de uma iluminação artificial das zonas exteriores: <ul style="list-style-type: none"> • Otimizar a aplicação nos projetos arquitetônico e luminotécnico.
11. Conforto olfativo	Ventilação eficiente: <ul style="list-style-type: none"> • Cuidados para instalação de gás. • Dimensionamento de aberturas conformes ao código de obras local e projeto bioclimático (Categoria 1). Controle das fontes de odores desagradáveis: <ul style="list-style-type: none"> • Distanciamento da edificação e construções vizinhas.
12. Qualidade sanitária dos ambientes	Criar boas condições de higiene nos ambientes: <ul style="list-style-type: none"> • Instalações dos ambientes úmidos conforme o código de obras local.
13. Qualidade sanitária do ar	Ventilação eficiente: <ul style="list-style-type: none"> • Conforme disposições da Categoria 11. Controle das fontes de poluição: <ul style="list-style-type: none"> • Escolha de produtos de modo a limitar os impactos da construção à qualidade do ar interior e à saúde humana.
14. Qualidade sanitária da água	Assegurar a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano: <ul style="list-style-type: none"> • Informações sobre a qualidade da água: obter os resultados da análise da qualidade da água realizada antes do hidrômetro e os resultados da análise da água que sai das torneiras após a execução das instalações. Assegurar a manutenção da qualidade das águas cinza: <ul style="list-style-type: none"> • Informações sobre a qualidade da água: obter os resultados da análise da água que sai das torneiras. • Tratamento periódico. Risco de queimadura e de legionelose: <ul style="list-style-type: none"> • Cuidados para as instalações de água quente.

Dentre as principais estratégias para a fase, tem-se: (a) a preocupação em adequar ao empreendimento ao entorno segundo as condicionantes físicas e naturais incidentes no terreno (categorias 1 e 4); (b) a criação de um banco de dados para a escolha dos produtos, sistemas e processos menos impactantes e relacionados à realidade local (categoria 2); (c) a definição dos objetivos ambientais para o canteiro de obras; (d) pesquisas para a viabilidade: de implantação de sistema de placas solares para aquecimento d'água (categoria 4), de sistema de coleta de águas pluviais, de sistema de reuso de água cinza (categoria 5) e de sistema de

automação predial (categoria 7); (e) pesquisas de disponibilidade no mercado local de cimentos CPIII ou CPIV (não encontrados); (f) medidas arquitetônicas para: a redução do consumo de energia (categoria 4) e de água potável (categoria 5), adequar o local de armazenamento de resíduos na fase de operação (categoria 6), facilidade de acessos para manutenção (categoria 7), otimizar o conforto higrotérmico de verão e inverno (categoria 8), aproveitar ao máximo a iluminação natural (categoria 10), dispor de iluminação artificial confortável (categoria 10), garantir a salubridade dos ambientes através de ventilação eficiente (categorias 1, 11 e 13) e técnicas construtivas (categoria 12) e controle das fontes de odores desagradáveis (categoria 11) e; (g) controle da qualidade da água potável e das águas cinza.

Em seguida, partiu-se para a programação das fases de concepção e realização, visando a garantir a sustentabilidade em todos os processos tomados. Elaborou-se uma planilha simplificada utilizando o software *Microsoft Excel 2007*, relacionando as macroatividades do empreendimento para um período de longo prazo (8 meses).

Nível de sustentabilidade AQUA para a fase de programa

Identificados os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados na fase de programa (Quadro 11), cada categoria pode ser avaliada segundo as disposições do AQUA.

Quadro 11: Perfil de saída da QAE para a fase de programa.

E – Excelente	X									NC		X	X		
S - Superior										NC		X	X		
B - Bom	X									NC					
	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5	Categoria 6	Categoria 7	Categoria 8	Categoria 9	Categoria 10	Categoria 11	Categoria 12	Categoria 13	Categoria 14	

O Quadro 11 demonstra que todas as categorias atingiram o nível máximo estipulado pela metodologia. Pontuam-se, ainda, outros aspectos que o AQUA não avalia, mas que também contribuem com a sustentabilidade como pesquisas: para a viabilidade de implantação de sistema de reuso de água cinza visando à redução do consumo de água potável (categoria 5 - gestão da água) e procedimentos para a manutenção da qualidade e; para sistemas de redução da poluição do solo por efluentes (categoria 6 - gestão dos resíduos "e efluentes" de uso e operação).

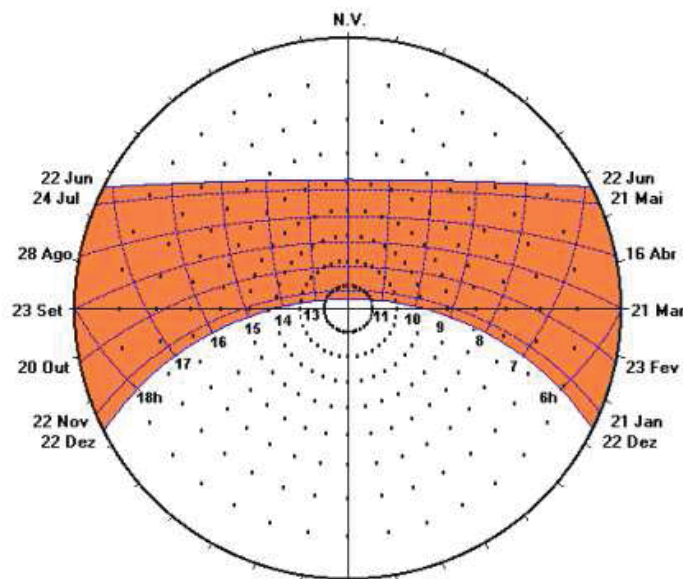
4.1.3.2 Fase de concepção

Leitura das condicionantes bioclimáticas e limites de conforto

A caracterização das principais variáveis do clima de Florianópolis, deu-se a partir de estudos verificando os limites de conforto para o empreendimento. Para tanto, baseou-se nos limites aplicados na “Casa Eficiente” (ELETROSUL, 2011).

O primeiro passo consistiu na verificação do uso de proteções solares de acordo com os limites de conforto. Sabendo que o ganho de calor solar é variável segundo a trajetória do sol na abóbada celeste conforme a latitude de cada lugar, foi analisado o Diagrama da Trajetória Solar de Roriz (1995) a fim de se conhecer a incidência durante os doze meses do ano para a latitude de Florianópolis ($-27^{\circ}6'$) (Figura 21).

Figura 21: Diagrama da trajetória solar na latitude de Florianópolis ($27^{\circ}60'$).



Fonte: Eletrosul, 2011 apud Roriz, 1995.

Em seguida, levantaram-se dados quanto às temperaturas horárias médias para o ano climático (TRY), a fim de se determinarem os períodos com maior e menor necessidade de sombreamento (Tabela 3). Da mesma forma que foi aplicado na Casa Eficiente, definiu-se 25°C para uma necessidade de sombreamento total e, para temperaturas abaixo deste valor, levou-se em consideração a necessidade de aquecimento solar passivo em determinados períodos, de acordo com o limite da temperatura.

Através do programa *Analysis Bio*, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC (LABEEE, 2003), os dados foram plotados na Carta Bioclimática de Edificações adaptada para Florianópolis (GYVONI, 1992) (Figura 22). Apresentam-se diversas zonas, inclusive a Zona de Conforto Térmico, que são definidas de acordo com limites de temperatura e umidade. São expostas as estratégias bioclimáticas de projeto recomendáveis para o clima da cidade.

Tabela 3: Períodos com maior e menor necessidade de sombreamento para Florianópolis.

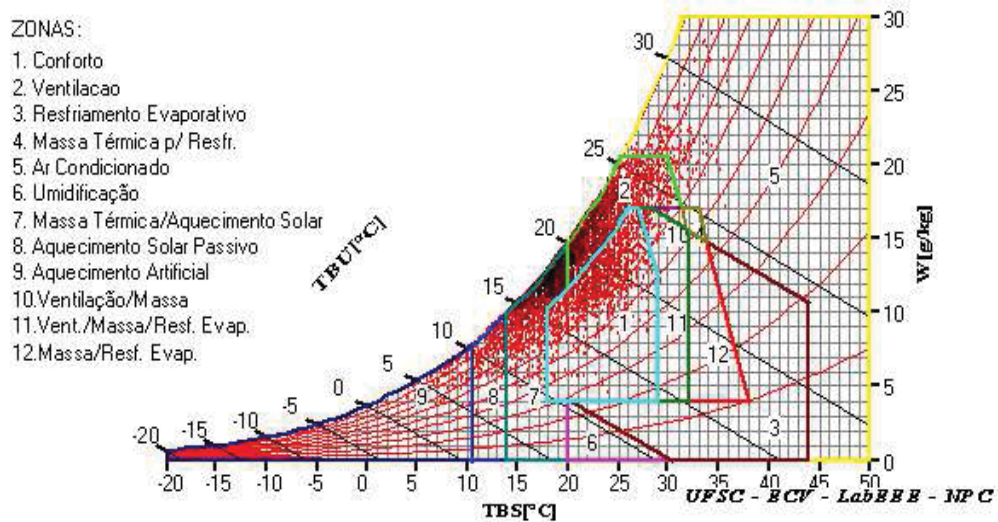
Horas	TEMPERATURAS HORÁRIAS MÉDIAS (ano climático TRY de Florianópolis)/											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1:00	22,7	22,7	22,6	19,3	16,7	14,7	15,9	15,8	17,8	18,0	19,5	20,7
2:00	22,6	22,4	22,5	19,1	16,5	14,6	15,8	15,3	17,5	17,9	19,4	20,5
3:00	22,6	22,3	22,3	19,0	16,4	14,5	15,4	15,4	17,3	17,8	19,4	20,3
4:00	22,5	22,1	22,2	18,7	16,1	14,4	15,1	14,9	17,2	17,8	19,1	20,1
5:00	22,3	21,8	22,1	18,4	15,7	14,1	14,8	14,8	17,2	17,7	19,0	20,0
6:00	22,4	21,5	22,1	18,1	15,6	13,9	14,6	14,8	17,4	17,7	19,2	19,9
7:00	23,4	22,2	22,6	17,9	15,5	13,8	14,5	15,0	17,6	18,6	20,2	21,3
8:00	24,6	23,8	23,8	19,8	17,0	14,5	15,1	15,7	18,3	19,4	21,2	22,6
9:00	25,7	24,9	24,8	21,9	18,8	16,4	16,9	17,1	19,0	20,6	22,3	23,6
10:00	26,8	26,2	26,0	23,5	20,7	18,3	18,4	18,4	20,3	21,6	23,0	24,7
11:00	27,7	26,8	25,8	25,0	22,3	19,8	19,9	19,3	21,0	22,1	23,7	25,5
12:00	28,4	27,3	27,3	25,7	23,3	21,0	20,7	20,2	21,5	22,4	24,1	25,8
13:00	28,6	27,1	27,6	26,5	23,8	21,8	21,4	20,6	21,8	22,4	24,2	25,8
14:00	28,4	27,2	27,6	26,3	23,8	21,9	21,7	20,8	21,9	22,1	23,9	25,6
15:00	27,9	26,9	27,5	26,7	23,4	21,8	21,5	20,3	21,6	21,8	23,8	25,5
16:00	26,8	26,3	26,5	25,4	22,6	20,7	20,9	19,5	21,5	21,4	23,4	24,7
17:00	26,1	25,6	25,7	23,9	21,2	19,3	19,8	18,6	20,5	20,8	23,0	24,3
18:00	24,7	24,5	24,7	21,9	19,5	17,5	18,2	17,4	19,5	19,9	22,1	23,8
19:00	24,2	24,2	23,9	21,0	18,6	16,6	17,5	16,7	18,8	19,3	21,1	22,5
20:00	23,8	23,7	23,5	20,4	18,0	16,4	16,9	16,4	18,5	19,1	20,5	21,6
21:00	23,6	23,5	23,3	19,9	17,8	15,8	16,8	16,1	18,2	18,8	20,2	21,4
22:00	23,3	23,3	23,1	19,6	17,5	15,4	16,6	16,0	18,1	18,7	19,9	21,2
23:00	23,0	23,1	23,0	19,4	17,3	15,2	16,4	15,8	17,8	18,6	19,9	21,0
0:00	22,7	22,9	22,7	19,4	17,0	15,0	16,2	15,8	17,6	18,3	19,8	20,8

LEGENDA

TEMPERATURAS	RECOMENDAÇÕES
0° a 18°C	NECESSIDADE DE INSOLAÇÃO TOTAL
18° a 21°C	NECESSIDADE DE INSOLAÇÃO TOTAL, MAS ALGUNS PERÍODOS SOMBRÉAR (EQUINÓCIOS)
21° a 25°C	NECESSIDADE DE SOMBRÉAMENTO, MAS DEVE-SE PERMITIR A ENTRADA DE SOL EM ALGUMAS HORAS DO DIA (PELA MANHÃ)
Maiores de 25°C	SOMBRÉAMENTO TOTAL

Fonte: Eletrosul, 2011 *apud* Papst *et al.*, 2001.

Figura 22: Carta bioclimática de Givoni para Florianópolis.



A análise dos dados da Carta Bioclimática apontam para (Tabela 4):

Tabela 4: Análise dos dados climáticos horários no período de um ano para Florianópolis.

Dados climático/horários anuais de Florianópolis	
79,2%	Horas com desconforto
20,8%	Horas com conforto (pontos em vermelho na Zona 1)
56,4%	Desconforto por frio no período noturno
35,7%	Ventilação ideal para resfriamento
35,4%	Inércia térmica ideal para aquecimento passivo (zonas enumeradas)
1,0%	Inércia térmica ideal para resfriamento
No inverno e no verão ocorrem períodos de calor e frio.	

Fonte: Eletrosul, 2011.

As condicionantes bioclimáticas serviram de base para o lançamento das primeiras estratégias projetuais primando pelo potencial passivo da edificação, em função do potencial passivo do entorno.

Projeto arquitetônico e bioclimático

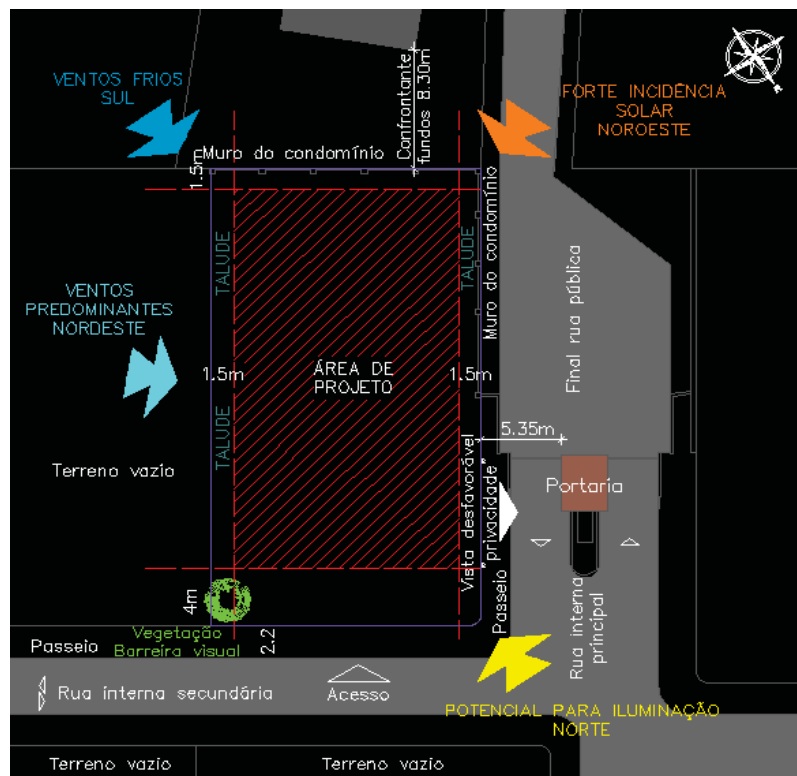
A primeira ação na elaboração do projeto arquitetônico e bioclimático consistiu em expressar as informações adquiridas através da formatação do organograma e do fluxograma (baseados pela listagem dos compartimentos necessários para a edificação dispostos no programa de necessidades), e de um esquema gráfico. Por meio desses instrumentos, foi possível compatibilizar as condicionantes bioclimáticas, o entorno imediato construído e as

condições do Plano Diretor (taxa de ocupação, índice de aproveitamento e recuos) incidentes no terreno (Figura 23).

Os dados possibilitaram lançar os primeiros estudos da arquitetura bioclimática.

Partindo de um contexto amplo, trabalhou-se o zoneamento das áreas íntima, social e de serviços que, combinadas por vários estudos de manchas, dispuseram da primeira estratégia de projeto: as áreas molhadas (serviço, cozinha, lavabo e banheiros) de baixa permanência precisavam estar localizadas na direção sul-sudeste exercendo a função de barreira contra os ventos frios e ventos predominantes. Essa consideração também levou em conta que a direção sul não recebe incidência solar durante o ano e que estas áreas não necessitam de insolação permanente tanto quanto as áreas íntima e social. Outro ponto analisado para esta condição foi a de que reunir todas as áreas molhadas racionaliza o uso de recursos para as instalações hidráulicas.

Figura 23: Esquema gráfico das condicionantes do terreno.



Em seguida, a escala foi reduzida para iniciar o processo de distribuição dos compartimentos da edificação. Eixos ordenadores e uma malha ortogonal orientaram o desenvolvimento de várias alternativas trabalhadas paralelamente ao zoneamento, ao organograma e fluxograma, ao pré-dimensionamento dos ambientes (disposto no programa de

necessidades), às condicionantes do terreno (Figura 23) e à NBR 9050 (ABNT, 2004) que trata da acessibilidade de edificações.

O passo seguinte consistiu em verificar duas diretrizes construtivas recomendadas pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005c) para a zona bioclimática 3 (na qual Florianópolis se insere). A primeira, referente às estratégias de condicionamento térmico passivo, recomendou a utilização de ventilação cruzada para o verão, e o aquecimento solar e vedações internas pesadas (inércia térmica) para o inverno. A segunda, relativa ao dimensionamento das aberturas para ventilação e o sombreamento dessas aberturas, recomendou que as áreas para ventilação, em função da área de piso do ambiente, variassem entre 15 e 25%. Com referência ao sombreamento, a norma coloca a necessidade de se permitir a radiação solar durante o inverno.

Essas condições remeteram à idealização do projeto arquitetônico e bioclimático (Figuras 24 e 25). Tais considerações foram interpretadas como fundamentais para otimizar o desempenho térmico passivo da edificação. O Quadro 12 apresenta as determinações que, por ora, foram delineadas sem que fossem estabelecidos critérios e níveis mínimos de desempenho.

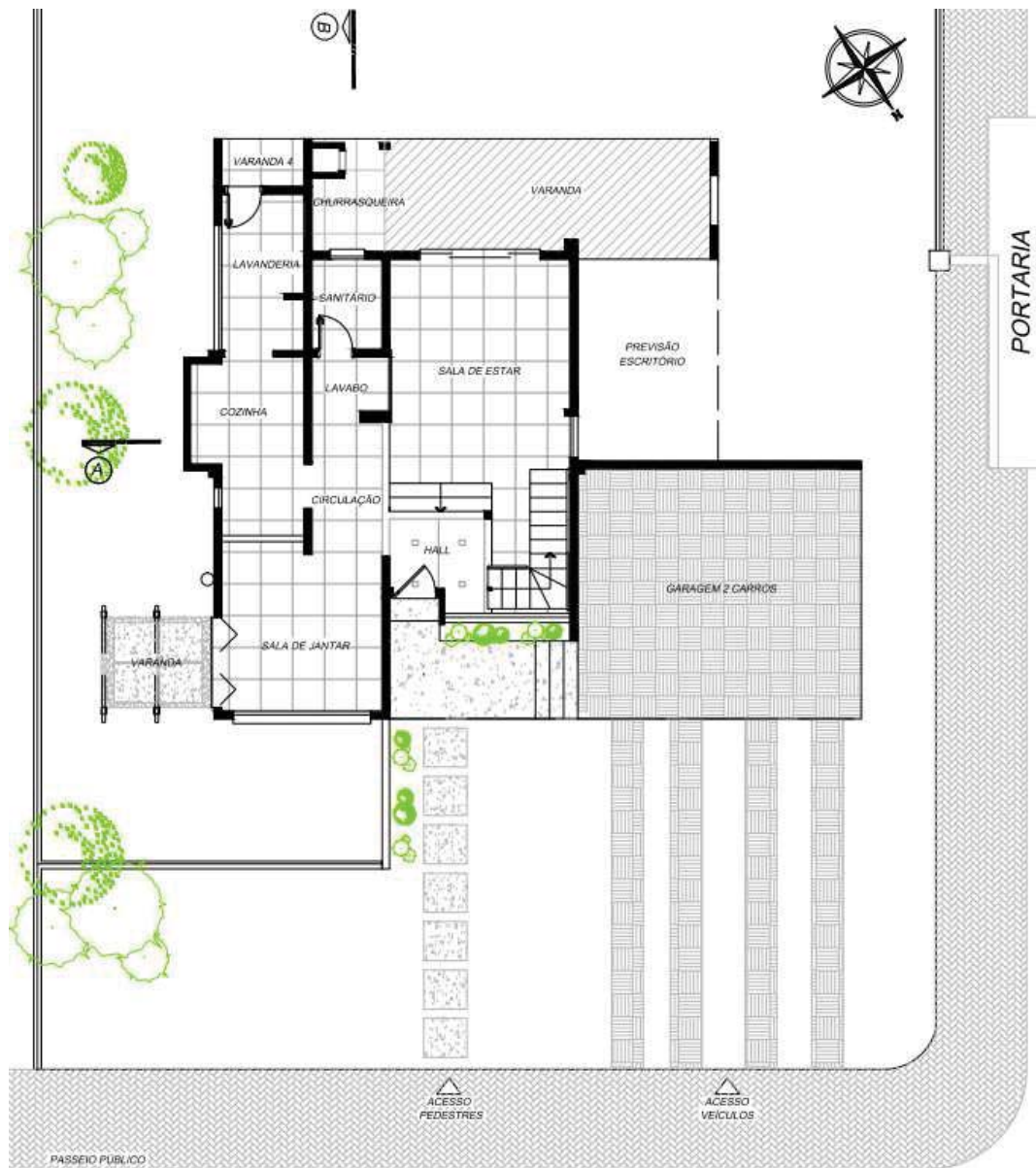
Quadro 12: Estratégias do projeto bioclimático.

Estratégias do projeto bioclimático	
NORTE - Premissa: Aproveitar a iluminação natural	
Térreo: hall e circulação vertical	1. Avanço da parede lateral 0,40m sentido rua (barreira vertical): * Permitir a luminosidade e bloquear a incidência solar no verão. * Permitir a luminosidade e a incidência solar no inverno. 2. Parede da fachada principal em tijolo solo cimento: * Reduzir a transmitância térmica para o interior da edificação. 3. Abertura na fachada principal: área de 2,50m x 1,15m = 2,88m ² (h=1,05m) de janela em vidro 4mm, sendo ½ (1,44m ²) em basculante: * Permitir iluminação natural e ventilação cruzada durante o ano todo.
Superior: mezanino/escritório e circulação suítes	4. Laje pré-moldada avançando 0,70m da parede em direção à rua, há uma altura de 4,5m do piso do acesso, acima do vidro fixo da fachada principal – barreira horizontal, e 5. Continuação do avanço da parede lateral 0,40m sentido rua – barreira vertical: * Permitir a luminosidade e bloquear a incidência solar no verão. * Permitir a luminosidade e a incidência solar no inverno. 6. Parede lateral em tijolo solo cimento: * Reduzir a transmitância térmica para o interior da edificação. 7. Abertura: área de 3,50m x 1,60m = 5,6m ² (h=0,20m) de janela com vidro fixo 4mm que também se projeta no térreo pelo pé-direito duplo: * Permitir iluminação natural durante o ano todo. 8. Abertura: área de 3,60m x 1,12m = 4,00m ² de zenital com vidro fixo temperado: * Permitir iluminação natural durante o ano todo.

Quadro 12: Estratégias do projeto bioclimático – continuação.

OESTE - Premissa: Bloquear a incidência solar	
Térreo: sala de estar e varanda	<p>9. Parede dupla em tijolo solo cimento.</p> <p>10. Projeção da varanda (a partir do estar) de 2,80m para a lateral, com terraço-jardim na laje superior.</p> <p>11. Ausência de aberturas: * Bloquear a incidência solar e transmitância térmica durante o ano todo.</p> <p>12. Projeção da varanda (a partir do estar) de 2,25m para os fundos: * Bloquear a incidência solar durante o ano todo.</p> <p>13. Abertura: estar - área de 2,40m x 2,10m = 5,04m² de porta-janela de correr 4 folhas em vidro temperado, sendo ½ (2,52m²) de abertura: * Permitir iluminação natural e ventilação cruzada durante o ano todo.</p>
Superior: suíte 1 e sacada	<p>14. Parede da lateral dupla de tijolo solo-cimento com ausência de aberturas: * Bloquear a incidência solar e transmitância térmica durante o ano todo.</p> <p>15. Laje pré-moldada avançando 0,60m da parede da suíte para a sacada (direção fundos), a uma altura de 2,80m do piso – barreira horizontal: * Bloquear a incidência solar durante o ano todo.</p> <p>16. Abertura: área de 1,8m x 2,10m = 3,78m² de porta-janela em vidro temperado, 2 folhas de correr, sendo ½ (1,89m²) de abertura, e</p> <p>17. Persiana externa: * Permitir o controle da ventilação e da incidência solar durante o ano todo.</p>
SUL - Premissa: Bloquear os ventos frios e os ventos predominantes	
	<p>18. Locação das áreas úmidas, e</p> <p>19. Vegetação perene na lateral, divisa com o terreno vizinho, e ausência de aberturas: * Bloquear os ventos predominantes do sudeste no inverno.</p>
Térreo: lavabo e lavanderia	<p>20. Abertura: lavabo - área de 0,60 x 0,80m = 0,48m² (h=1,40m) de janela maxim-ar em vidro 4mm, e</p> <p>21. Abertura: lavanderia - área de 2,50 x 0,45m = 1,13m² de janela em tijolo de vidro + área de 0,80 x 2,10m = 1,68m² de porta em aço galvanizado, sendo 3/3 (1,26m²) de vidro 4mm e 1/4 (0,42m²) em basculante: * Permitir iluminação natural e ventilação higiênica.</p>
Superior: banheiros suíte 1 e 2	<p>22. Abertura: banheiro 1 - área de 0,60 x 0,80m = 0,48m² (h=1,40m) de janela maxim-ar em vidro 4mm, e</p> <p>23. Abertura: banheiro 2 - área de 1,50 x 1,20 = 1,80m² (h=0,90m) de janela em vidro 4mm, sendo ½ (0,90m²) em maxim-ar: * Permitir iluminação natural e ventilação higiênica.</p>
LESTE - Premissa: Aproveitar a iluminação natural e a incidência solar	
Térreo: cozinha, sala de jantar e varanda com pergolado	<p>23. Abertura: cozinha - área de 0,40 x 1,60m = 0,64m² (h=0,60m) de janela em vidro 4mm e 2/3 (0,21m²) em basculante, e</p> <p>24. Abertura: sala de jantar - área de 1,80 x 2,10m = 3,78m² de porta-janela sanfonada 4 folhas em vidro temperado, sendo ½ (1,89m²) de abertura saída para o pergolado + área de 2,50m x 1,15m = 2,88m² (h=1,05m) de janela em vidro 4mm, sendo ½ (1,44m²) de basculante: * Permitir iluminação natural e ventilação higiênica.</p>
Superior: suíte 2, closet e sacada	<p>25. Abertura: closet - área de 1,80 x 0,60 = 1,08m² (h=1,50m) de tijolo de vidro: * Permitir iluminação natural.</p> <p>26. Abertura: suíte 2 - área de 1,8m x 2,10m = 3,78m² de porta-janela em vidro temperado, 2 folhas de correr, sendo ½ (1,89m²) de abertura, e</p> <p>27. Persiana externa * Permitir o controle da ventilação e da incidência solar durante o ano todo.</p>

Figura 24: Planta baixa pavimento térreo.



PLANTA BAIXA PAV. TÉRREO

Figura 25: Planta baixa pavimento superior.



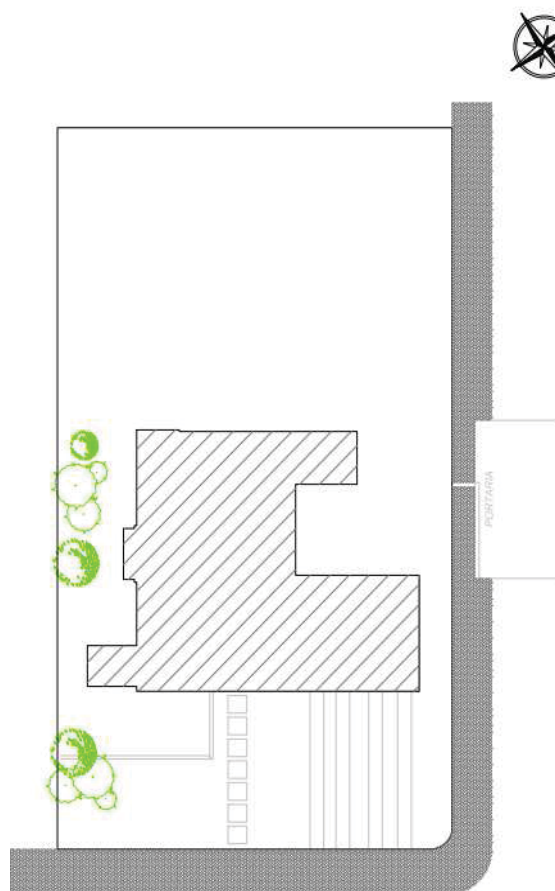
PLANTA BAIXA PAV. SUPERIOR

Figura 26: Planta de cobertura.



PLANTA DE COBERTURA

Figura 27: Planta de situação.



Analisando o projeto definido, observa-se, na planta de situação (Figura 27), que a disposição do empreendimento no terreno buscou ocupar o mínimo possível de projeção no solo: frente à área máxima da taxa de ocupação prevista pelo Plano Diretor de 30%, o projeto chegou a apenas 22,44%.

Outro ponto considerável foi o respeito aos recuos. Na lateral sudeste, o recuo foi de 1,50 metros e 7 metros na parte frontal. Sobraram 13,32 metros nos fundos, onde foi locado o sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes (ênfatisado posteriormente no projeto hidrossanitário). Da mesma forma, tem-se uma estratégia de projeto quanto ao confrontante noroeste, no caso a portaria do condomínio, que agrega grande fluxo de pessoas e veículos: a decisão tomada a fim de garantir a privacidade dos usuários foi a de distanciar ao máximo as áreas de convívio (8,20m), locando apenas a garagem nesta direção e não projetando aberturas.

Realça-se, ainda, que a única área não permeável para águas pluviais limita-se à projeção do empreendimento, pois os pisos externos ser drenantes. Para o acesso de pedestres, foram usadas placas de 60x60cm e o piso *fulget* que permitem o escoamento de água para o subsolo; para a garagem e seu acesso, os blocos intertravados de piso-grama que, além de permitir o escoamento, evitam o amassamento da grama, menor absorção e emissão de calor.

Logo, outra disposição confirmou a tendência colocada anteriormente no zoneamento, em que a localização das áreas molhadas - área de serviços e lavabo no pavimento térreo e banheiros das suítes no pavimento superior (Figuras 24 e 25) - ficassem orientadas para o sul. Nesta mesma orientação, na área externa, foi implantado um pomar com espécies vegetais perenes contribuindo para a contenção dos ventos frios do inverno e produção de sombra durante o verão, servindo inclusive de barreira visual para o confrontante lateral.

A análise também relata a flexibilidade do projeto para aumento de área construída: no pavimento térreo, ao lado da sala de estar e nos fundos da garagem, poderá ser agregado um escritório e, acima da garagem, outro dormitório.

Outro aspecto relevante sobre a locação do empreendimento no terreno é a mínima interferência na topografia existente, conforme demonstram os cortes do terreno (Figuras 28 e 29). Com a linha tracejada em vermelho marcando as curvas de nível naturais, pode-se observar que outra estratégia do projeto foi a criação de desníveis para os ambientes. A pouca terra removida foi aproveitada em taludes nas laterais do terreno, evitando transporte por veículos para a remoção dessa terra excedente.

Figura 28: Corte transversal AA'

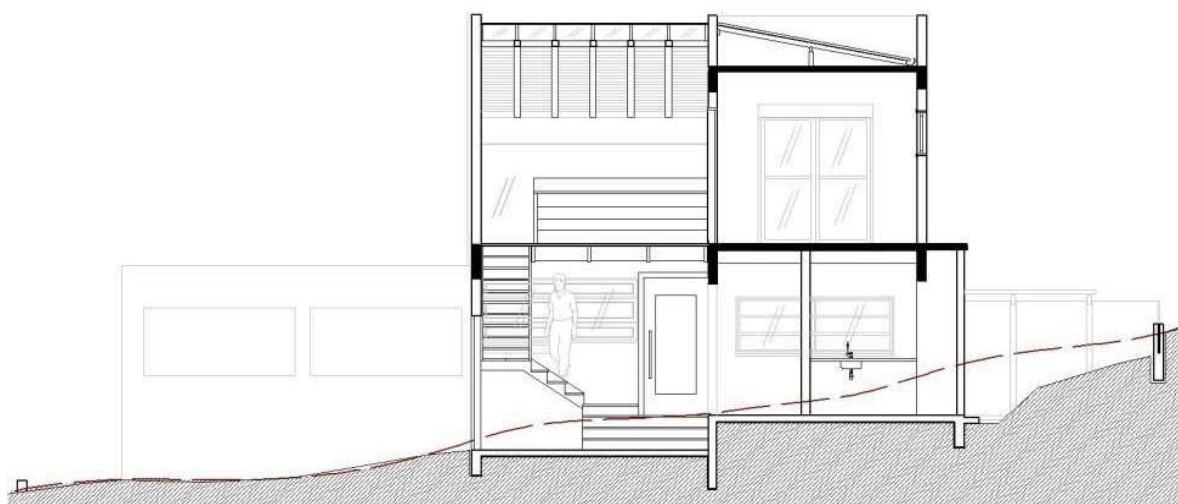
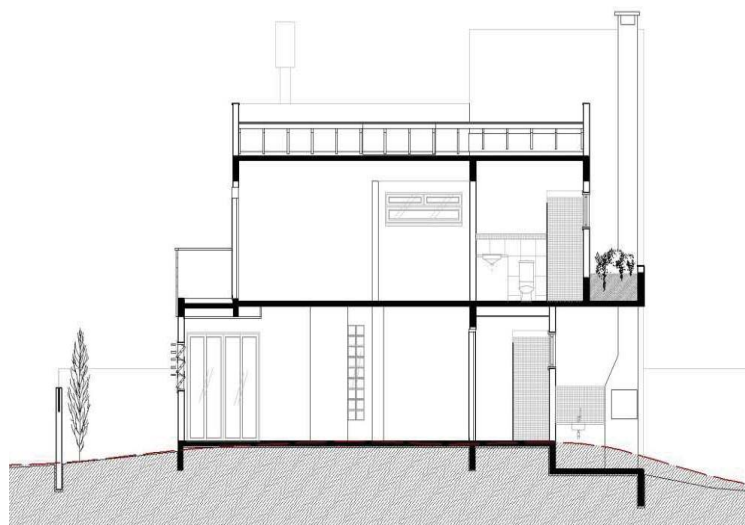


Figura 29: Corte longitudinal BB'.



O telhado (Figura 26) foi trabalhado junto do estudo das fachadas e da volumetria da edificação (Figuras 30 e 31). Na fachada principal (norte), a fim de abrigar as placas coletoras de energia solar, foi criado um telhado de uma água, com inclinação de 30°, sem platibanda e com telha cerâmica. Cabe enfatizar que a volumetria não exerceu influências negativas ao ambiente construído confrontante, visto que esses aspectos foram considerados durante o processo locação do empreendimento no terreno.

Figura 30: Volumetria e fachada frontal e lateral noroeste.



Figura 31: Volumetria e fachada fundos e lateral sudeste.



Definição dos materiais

Após análise do projeto arquitetônico e bioclimático, partiu-se para o detalhamento do projeto arquitetônico, definindo os materiais menos impactantes e relacionados à realidade local a serem empregados no empreendimento.

Diante do banco de dados criado na fase de programa, as escolhas partiram das seguintes considerações: (a) produtos que fossem provenientes de empresas participantes ou em conformidade com o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) ou com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO); (b) conformes às normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); (c) análise do ciclo de vida para produtos não conformes; (d) verificação de comportamentos, desempenhos e vidas úteis em relação à vida útil da edificação; (e) produtos renováveis, recicláveis e reutilizáveis; (f) com certificação ambiental; (g) que permitissem facilidades de construção, conservação, manutenção e desconstrução.

Considerou, ainda, a proximidade dos fornecedores e disponibilidade de assistência técnica para a fase de operação, a prática formal dos fornecedores em suas atividades fiscais e trabalhistas e os preços. O Quadro 13 apresenta os principais materiais definidos, os locais onde foram aplicados e as considerações.

Quadro 13: Materiais estratégicos para a inserção de sustentabilidade na edificação.

	Material	Local e vantagens – sustentabilidade
Elevações	Tijolo solo cimento aparente, com acabamento em resina acrílica, à base d'água	Especificado em detalhes externos para a composição das fachadas, e duplamente empregados em toda a extensão da lateral noroeste junto à estratégia do projeto bioclimático. Por ser um material com propriedades isolantes, permite o conforto térmico e acústico e a redução do consumo e de custos com energia elétrica. A minimização do seu impacto no meio ambiente também é compreendida pelo fato de que seu processo de produção dispensa a queima, reduzindo atividades de desmatamento e emissão de CO ² (PISANI, 2006).
Elevações	Placa de madeira mineralizada rústica	Aplicação na parede divisória, entre a circulação superior e a suíte 1, visto a facilidade de desinstalação caso haja o aumento de área, que prevê a suíte 1, como uma sala íntima interligada ao mezanino. Constitui-se da mistura de madeira reflorestada e tratada quimicamente com cimento, apresentando grande resistência à flexão/compressão. As placas eliminam desperdício de material mantendo o canteiro de obras limpo, bem como garante rapidez e facilidade na execução.
Aberturas	Claraboia fixa	Uma das estratégias do projeto bioclimático foi a claraboia fixa de vidro temperado, 8mm. Acompanha a inclinação do telhado cerâmico e capta a iluminação provinda da orientação norte para a circulação superior, contribuindo para a salubridade e redução do consumo de energia elétrica.
Cobertura	Painel OSB (<i>Oriented Strand Board</i>) 9mm aparente	Considerado para o forro do telhado cerâmico acima do hall e circulação superior, o OSB se traduz em um painel produzido a partir da mistura de uma composição de resinas de colagem, à prova d'água, parafina e inseticida anticupim, tiras de toras de madeira reflorestada. Seu aproveitamento é de 96% contra 56% do compensado, o que permite otimizar o custo do produto, tornando-o ecologicamente mais eficiente.
	Telha ecológica	Para inserção nos telhados com platibanda, pois sua aparência não possibilita esbelteza para a fachada. Por ser produzida a partir da reciclagem de embalagens, contribui com a preservação do meio ambiente, reduzindo a quantidade de materiais dispostos na natureza, a extração de matéria-prima e a produção de CO ₂ . Também possui vantagens, como maior tempo de garantia de impermeabilização e redução de perdas por quebra no transporte e na instalação, em decorrência da sua flexibilidade.
Pisos	Poliestireno extrusado EPS	Aplicação nos rodapés e nas vistas das portas. Além de ser fácil de ser aplicado, já vem acabado e não necessita de pintura. O material contribui para a redução da disposição de resíduos na natureza, pois é feito a partir da reciclagem de isopor e garrafas plásticas (PET).
	Porcelanato ecológico	Especificado nos banheiros e lavabo, o porcelanato dito “ecológico” é produzido com 60% de massa reaproveitada, economiza até 50% de energia elétrica no processo de moagem e reaproveita 90% de água no processo de fabricação.
	Cimento queimado, produzido na obra	Inserido no hall, parte do lavabo e churrasqueira, o piso de cimento queimado foi especificado mais como elemento decorativo. A vantagem de seu uso é a de que, reduzindo o emprego de pisos provenientes da indústria, reduz-se a extração de matérias-primas, poluição do ar pelos processos industriais e transporte, além de evitar a disposição de material resultante das quebras junto à natureza.
	Piso-grama	Para a garagem e seu acesso, foram usadas placas de pré-moldado de concreto, preenchidas com grama. Esse material, além de proteger a grama contra esmagamento, apresenta menor custo que o piso com laje e cerâmica, aumenta a área de permeabilidade do solo e reduz a produção de calor por reflexão.

Quadro 13: Materiais estratégicos para a inserção de sustentabilidade na edificação – continuação.

	Material	Local e vantagens – sustentabilidade
Pisos - continuação	Fulget	O <i>fulget</i> é composto de pedras naturais moídas e separadas em granulometrias uniformes, misturadas com ligas de base cimentícia. Apresenta alta durabilidade e beleza estética, bem como permite a drenagem da água para o solo, aumentando a área de permeabilidade do terreno. Foi aplicado na varanda, no acesso de pedestres e em placas 60x60 para o acesso,
	Madeira certificada - eucalipto	Especificada para a varanda dos fundos, entende-se que a minimização do impacto no meio ambiente advém da aplicação de madeira, cujo manejo é certificado segundo os padrões da organização internacional <i>Forest Stewardship Council</i> (FSC) ou pela Certificação Florestal (Cerflor), que asseguram sua procedência legal e a preservação das florestas (ZENID, 2009). Especificou-se o eucalipto por ser um recurso natural renovável e de ciclo curto.
	Terraço-jardim	Sendo uma estratégia do projeto bioclimático, a especificação do terraço-jardim no pavimento superior, ao lado da sacada dos fundos (suíte 1), cumpre a função de refrigerar o ar para o pavimento inferior e aumentar a área de permeabilidade de água no terreno. Especificação por plantas de baixa manutenção, como <i>Heliconiapsittacorum</i> 'Choconiana', <i>Bulbinefrutescens</i> , <i>Dracaenaarborea</i> 90cm, <i>Dracaenaarborea</i> 60cm e grama esmeralda.
Rev	Porcelanato ecológico	Para colocação nos banheiros e no lavabo.
Pinturas	Tinta látex PVA	Prevista para as pinturas internas, sua fabricação à base de acetato de polivinila (PVA) é isenta de metais pesados e apresenta baixo nível de compostos orgânicos voláteis COV). É ecologicamente correta contribuindo para a qualidade do ar e melhora a salubridade dos ambientes.
	Tinta ecológica	Aplicação nas paredes coloridas, que compõem as fachadas da edificação. Produzida com matéria prima mineral, seu pigmento advém da terra extraída de jazidas certificadas e usa, como base, a água. Livre de (a) metais pesados, encontrados em pigmentos sintéticos; (b) compostos orgânicos voláteis (COV), que são substâncias poluentes derivadas do petróleo e que agredem a camada de ozônio e (c) plastificantes. É atóxica e não causa alergias; inodora; resistente a intempéries; tem longa durabilidade; não desbota, já que o pigmento é mineral; permite a respiração da parede, pois a composição natural sem resina acrílica permite que a umidade interna ao substrato seja trocada com o ambiente externo; gera economia de material, mão de obra e tempo, em paredes de alvenaria regularizadas; dispensa fundo preparador ou massa corrida; a produção da tinta se dá sem o uso de processos de transformação. Não é necessário usar produtos químicos na limpeza final e a embalagem é reciclável, facilmente absorvida pelo mercado. Ao final, ela volta a ser terra, completando o ciclo de vida do material.
Diversos	Escada metálica, com de piso madeira	Evitar a construção de escada em alvenaria tradicionalmente aplicada em construções da região, tendo em vista a facilidade de instalação, redução do tempo de obra, redução do consumo de matérias-primas mais poluentes (como o cimento) e redução de resíduos. Pranchas para o piso com madeira certificada em angelim.
Exterior	Tela de ferro galvanizado	Aplicada como fechamento da divisa lateral e em uma parte da fachada principal. A tela galvanizada chega a 20 anos de vida útil na orla marítima, reduz consideravelmente os gastos com manutenção, bem como evita a construção de muro de alvenaria e, conseqüentemente, menor consumo de matérias-primas e de mão de obra.

A definição do projeto arquitetônico permitiu iniciar o desenvolvimento do projeto estrutural, hidrossanitário, elétrico e luminotécnico do empreendimento.

Projeto estrutural

Partindo da definição do sistema construtivo, em concreto moldado *in loco* conforme colocado no programa de necessidades, no primeiro momento foi realizada uma consulta à NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (ABNT, 2003). Isso porque o atendimento aos requisitos básicos exigidos garante o emprego de materiais e elementos estruturais adequados à segurança e durabilidade da edificação, evitando problemas pós-obra (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Em seguida, foram lançados os pontos para a locação da estrutura vertical (pilares). Houve facilidade neste processo, visto que o projeto arquitetônico veio a ser trabalhado a partir de uma malha ortogonal. Portanto, definiu-se a estrutura horizontal (vigas e lajes pré-moldadas de concreto) segundo a disposição dos pilares.

Logo e, no intuito de se inserir mais sustentabilidade à estrutura, foram definidas vigas aparentes de madeira certificada FSC de angelim (comum na região) e painéis OSB (*Oriented Strand Board*) 18mm como contrapiso do mezanino e da suíte 1, bem como no teto da sala de estar, conferindo uma decoração rústica para este ambiente.

Referente às fundações, a NBR 6122: Projeto e execução de fundações (ABNT, 1996) foi consultada permitindo identificar as condições básicas de segurança e durabilidade importantes para o projeto e a execução (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006, p.12). Por meio da sondagem do solo, constatou-se que se trata de solo arenoso duro e a inexistência de água subterrânea no terreno. Foi possível, então, definir as fundações com sapatas isoladas a seis metros de profundidade.

Quanto às vedações, utilizou-se alvenaria em tijolo cerâmico convencional, definida anteriormente no programa de necessidades. Somente na lateral noroeste foi construída uma parede dupla de tijolo solo-cimento. Procurou-se não dispor aberturas, fiação elétrica ou passagem hidrossanitária, o que possibilitou que sua estrutura fosse dada através de barras de aço a cada 60cm, conforme instruções do fabricante.

No telhado da fachada principal, com telhas cerâmicas, a estrutura foi definida por vigas aparentes, de madeira angelim certificada FSC, e o forro, em painéis OSB sem acabamento, mantendo o aspecto rústico. Nas demais áreas de cobertura, foram aplicadas lajes

pré-moldadas convencionais, protegidas por tesouras de madeira com 15% cobertas por telha ecológica ondulada.

Também foi detalhado o muro de contenção em pedra regional, na divisa lateral sudeste.

Projeto hidrossanitário

Tendo em vista a redução dos impactos do empreendimento quanto aos quesitos água e efluentes, o projeto hidrossanitário implantou os seguintes sistemas: aquecimento de água por placas solares complementado por sistema elétrico; coleta de águas pluviais; coleta e tratamento de esgoto por zona de raízes; e tratamento e reaproveitamento de águas cinza.

Sistema de aquecimento de água por placas solares e apoio elétrico

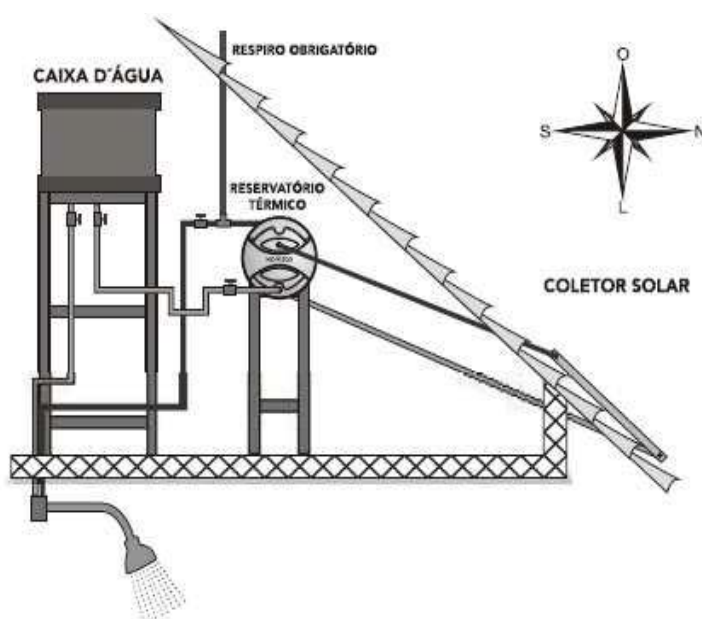
A decisão de aplicar o aquecimento de água por placas solares na edificação partiu da consideração de que o sistema é ecologicamente correto, pois utiliza uma fonte de energia gratuita, limpa e inesgotável, o sol.

Para a implantação do sistema, primeiramente, foi realizada uma consulta ao fornecedor do produto sobre a correta instalação em função de sua garantia.

No telhado projetado a 30° da fachada principal, orientada para a direção norte, definiu-se uma bateria com cinco placas coletoras.

Logo, conforme se observa na Figura 32, o reservatório térmico deveria estar instalado acima do nível superior das placas e abaixo do nível inferior da caixa d'água, a fim de que o sistema operasse pelo princípio de termofissão (água circula naturalmente através da diferença de densidade entre a água quente aquecida nos coletores e a água fria existente no reservatório térmico). Também foi considerada a aplicação de filtros, em função da neutralização de possíveis efeitos corrosivos do cloro no aço inox do interior do reservatório térmico, tendo em vista a dificuldade em se analisar a água provinda da rede abastecedora. Segundo o fornecedor, a temperatura deve ser regulada no termostato do reservatório térmico semestralmente, entre 30° a 40° para o verão e 45° a 60° para o inverno. Aderiu-se ainda, ao sistema de apoio elétrico.

Figura 32: Sistema de aquecimento de águas por placas solares por termofissão.



Fonte: www.komeko.com.br

Para a distribuição de água quente em três chuveiros, banheira, pia do banheiro da suíte 2, pia da cozinha e tanque, utilizou-se o sistema PEX (polietileno reticulado), em observação às vantagens quanto à flexibilidade, facilidade de instalação e manutenção e tempo de vida útil. Também fora empregado para a distribuição de água fria potável.

Sistema de coleta de águas pluviais

O sistema de coleta das águas pluviais foi aplicado ao empreendimento em observação às vantagens como a redução no consumo de água potável, redução dos gastos com taxas de água, preservação da água na natureza, minimização de enchentes, alagamentos e servir de apoio quando há racionamento de água (BRUNO, 2011).

Sua viabilidade de implantação baseou-se em dados do estudo acadêmico de Marinoski (2007) referenciando a precipitação pluviométrica de Florianópolis para o período de 01/01/2000 a 31/12/2006, avaliado em 4,37 mm/dia, 132,9 mm/mês, e 1595 mm/ano, que considerou a implantação do sistema em uma instituição de ensino. Diante disso, cálculos foram realizados para o dimensionamento adequado do sistema.

A água recolhida pelos 72,5% do telhado protegido pela platibanda direciona as águas para uma calha central e para um tubo de queda de 100mm que contém uma grade na extremidade superior para a coleta de resíduos maiores (exige manutenção periódica). O tubo

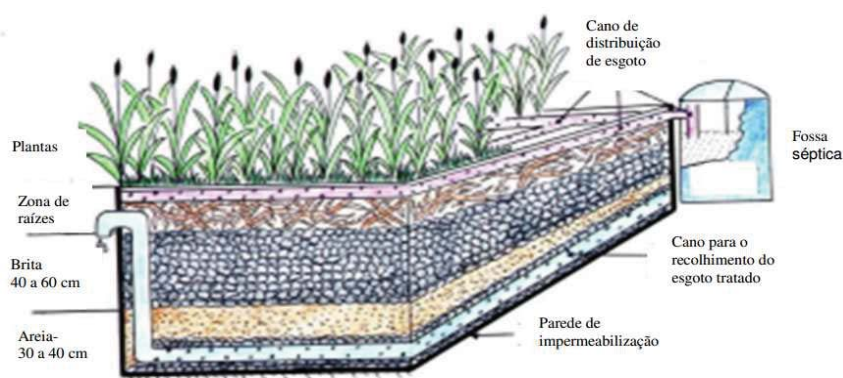
de queda direciona as águas para uma caixa de descarte de 100lts, onde resíduos médios ficam concentrados no fundo. Após seu enchimento, as águas são conduzidas para a cisterna das águas cinza. Para toda a tubulação foi especificada a utilização de PVC 100mm reutilizado de outra obra.

Sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes

A implantação desse sistema alternativo teve o objetivo de reduzir a contaminação do solo e do lençol freático.

O sistema de tratamento por zona de raízes foi elaborado conforme um modelo proposto por Kaick (2002) (Figura 33). O efluente passa por uma fossa séptica e, em seguida, é lançado por meio de uma rede de tubulações para a estação de tratamento do esgoto (ETE). A planta *cyperuspapyrus* (Figura 34), que forma a zona de raízes, foi inserida sobre um filtro físico estruturado por uma camada de brita n° 2, de 50 cm de profundidade. Logo, tem-se outra camada de filtro, composta de areia, que ocupa o espaço de 40 cm de altura entre o fundo do filtro e a camada de brita. No fundo ficam acomodadas as tubulações que captam o efluente tratado, conduzindo-o em direção à cisterna inferior das águas cinza.

Figura 33: Sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes.



Fonte: Kaick, 2002.

As raízes fartas da planta em forma de cabeleira fixam bactérias que recebem oxigênio e nitrogênio conduzidos pela planta por meio dos aerênquimas do caule até as raízes. Esta simbiose existente entre o vegetal e micro-organismo (bactérias aeróbias) é o princípio que permite o tratamento da ETE. Logo, as bactérias decompõem a matéria orgânica, transformando-a em nutrientes que são repassados às plantas. O mau cheiro é evitado porque o primeiro filtro, composto pelas raízes, trabalha com a presença de oxigênio, evitando os

gases que promovem o odor desagradável e, na segunda camada do filtro com brita, o tratamento é anaeróbio; porém, como esta camada fica abaixo da primeira, os gases são filtrados pela zona de raízes, que bloqueia a saída de odores.

Figura 34: O sistema tratamento de esgoto por zona de raízes, implantado no empreendimento com a planta *Cyperus papyrus*.



Para o dimensionamento da ETE, segundo Kaick (2002), se atribui uma área mínima de 0,45 m³/pessoa. O projeto da edificação definiu uma área de 1,00 x 3,00 x 1,10m, totalizando 3,3m³, o que define a utilização do sistema para até 7 usuários.

Sistema de tratamento e reuso de águas cinza

Como as águas da coleta pluvial e do esgoto por zona de raízes são direcionadas para a cisterna inferior contendo águas cinza, e essas águas devem passar por uma desinfecção mensal, o projeto priorizou a acessibilidade para sua manutenção.

A água tratada da cisterna inferior segue para um reservatório com capacidade de 500 litros, localizada acima da laje do segundo pavimento da edificação (impulsionada por bomba). Logo, desenvolveu-se um projeto para a sua distribuição (totalmente separado do da água potável), definindo-se canos de PVC reutilizados, para abastecer os três vasos sanitários e a torneira de jardim. As torneiras do tanque e do jardim são diferenciadas e foi colocado um aviso, em cada uma delas, informando que a água não é potável.

Tal sistema foi incluído na edificação pelo fato de que o sistema típico de tarifação do consumo de água é calculado conforme o que foi consumido e multiplicado, na maioria das vezes, por dois, uma vez que o esgoto vem tarifado na mesma conta. Dessa forma, ao se

reaproveitar um litro de água, além de reduzir o consumo, há economia na tarifa equivalente a dois litros na conta, além de se preservar água de qualidade e de servir de apoio caso haja um racionamento de água (RAPOPORT, 2004).

Projeto elétrico e luminotécnico

O projeto elétrico seguiu as recomendações da NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão (ABNT, 2008), considerando o sistema trifásico para alimentação de: aparelho de som, ar condicionado de janela de 7.500 BTU's, banheira de hidromassagem, boiler elétrico de 400 litros, bomba d'água ¼ CV, cafeteira, ferro de passar roupas, forno elétrico, geladeira, lavadora de roupas, micro-ondas, notebook de 14", secador cabelo e 2 televisores LCD 42", churrasqueira elétrica, computador desktop, impressora, estabilizador. Também foram reutilizadas caixas elétricas de outra edificação.

Logo, para o projeto luminotécnico, os cálculos se basearam nas necessidades de iluminância de cada ambiente, conforme a NBR 5413: Iluminância de interiores (ABNT, 1992). Realizaram-se pesquisas de mercado e, diante das opções, foram definidas as lâmpadas econômicas a serem aplicadas, conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Especificações de lâmpadas do projeto lumintécnico.

Lâmpada	Ambientes	Un	Vantagens
Fluorescente compacta 15W	Lavanderia (branca)	1	Comparada com lâmpadas incandescentes de 60watts, tem vida útil 8 vezes maior e economizam 75% de energia.
	Varanda estar (amarela)	1	
	Escada (amarela)	1	
	Mezanino pendente (amarela)	2	
	Mezanino arandela (amarela)	1	
	Suíte 1 (amarela)	1	
	Suíte 2 (amarela)	1	
Fluorescente compacta 20W	Banheiro suíte 2 arandela (branca)	1	Comparada com lâmpadas incandescentes de 100 watts, tem vida útil 6 vezes maior e economiza 80% de energia.
	Banheiro da suíte 1 (branca)	1	
	Closet (amarela)	1	
	Lavabo	1	
	Banheiro suíte 1	1	
Fluorescente compacta 27W	Banheiro suíte 2	1	Comparada com lâmpadas incandescentes de 100watts, tem vida útil 10 vezes maior e economiza 73% de energia.
	Sala de estar (amarela)	1	
T5 de 28W	Cozinha	2	Comparada com lâmpadas T8 de 40watts, tem 25% a mais de vida útil e economiza 30% de energia.
	Sala jantar	2	
	Banheiro da suíte 2 (branca)	2	
Led de 1W	Sala de jantar	1	Comparada com lâmpadas dicróicas de 50watts, tem vida útil 7,5 vezes maior, economiza 50% de energia e dispensam transformadores
	Lavabo	1	
	Banheiro suíte 1	1	
	Banheiro suíte 2	1	

Relações da fase de concepção com as 14 categorias de QAE

Esses e os demais aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados ao empreendimento são demonstrados no Quadro 14, conforme as 14 categorias de preocupações ambientais da QAE do AQUA (FCAV, 2010).

Quadro 14: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção.

Categoria	Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados na fase de concepção
1. Relação do edifício com o seu entorno	<p>Elementos do clima: Projeto arquitetônico/bioclimático, conforme:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajetória solar: disposição dos ambientes, localização e dimensionamento de aberturas, barreiras de proteção, sombreamentos provocados no entorno e locação do empreendimento em relação ao sombreamento provocado pelo entorno. ▪ Ventos dominantes e vindos do sul (frios): disposição dos ambientes, localização e dimensionamento de aberturas e barreiras de proteção. ▪ Temperatura e umidade: pesquisa para condições de conforto térmico. <p>Projeto do canteiro de obras, em especial o barracão provisório, conforme:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajetória solar: localização e dimensionamento de aberturas e locação em relação ao sombreamento provocado pelo entorno. ▪ Ventos dominantes e precipitações: localização e dimensionamento de aberturas. ▪ Temperatura e umidade: condições para conservação dos materiais de construção. <p>Vistas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposição dos ambientes, localização e dimensionamento de aberturas, barreiras de proteção. ▪ Composição arquitetônica mantendo o padrão das edificações do condomínio – relações quanto ao impacto na vizinhança. <p>Águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pouca interferência na topografia do terreno, visto sua vantagem para o escoamento de águas pluviais. <p>Ecossistemas e biodiversidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservação da árvore existente no terreno. ▪ Plantio de árvores novas – criação de barreira visual e de contenção de ventos. <p>Topografia do terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pouca interferência na topografia do terreno por possuir curvas amenizadas. ▪ Projeto das fundações a partir do diagnóstico da sondagem do solo. ▪ Muro de contenção para um dos confrontantes. <p>Regulamentação local aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recuos, área construída e projeção no solo.
2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	<p>Escolha de produtos, sistemas e processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Completa aplicação dos produtos referenciados no banco de dados: estrutura vertical, horizontal, fachadas, coberturas, divisórias e revestimentos internos. ▪ Maior parte dos produtos empregados na estrutura vertical, horizontal e fachadas garantem facilidades para desconstrução seletiva, possibilidade de reuso ou reciclagem ao final da vida útil da edificação. ▪ Produtos de fabricantes que não praticam a informalidade fiscal e trabalhista, prioritariamente. <p>Escolhas construtivas diante da vida útil da edificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados: vida útil conforme a da edificação. ▪ Facilidade de acesso para conservação de fachadas, telhados, revestimentos internos, esquadrias, divisórias internas e forros. ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados: pisos – desempenho / madeiras – certificação. ▪ Facilidades para evolução e mudanças de uso ou de distribuição do ambientes. ▪ NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. ▪ Adequação ergonômica do mobiliário e funcionalidade.

Quadro 14: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção. Continuação

3. Canteiro de obras	<p>Disposições básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contratação de empresas aptas a aplicar os objetivos ambientais propostos para o canteiro. <p>Limitação dos riscos de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No projeto do barracão, adequar as zonas para estocagem de materiais, isoladas do solo e com sinalização específica. <p>Gestão dos resíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No projeto do barracão, dispor lixeiras sinalizadas, específicas para triagem de materiais. • Lista estimativa dos resíduos produzidos. • Para resíduos possíveis de beneficiamento, prever o local de aplicação na construção. <p>Controle dos recursos água e energia elétrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicação dos produtos referenciados no banco de dados para os sistemas de distribuição de água e de energia, prevendo posterior aplicação no empreendimento.
4. Gestão da energia	<p>Redução do consumo pela concepção arquitetônica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto bioclimático: Barreira com vegetação perene para bloqueio dos ventos dominantes e sul. • Cálculos da transmitância térmica ponderada da envoltória: NÃO REALIZOU (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior). Utilizou somente dados de revisão de literatura, o que não confirma o desempenho integralmente. • Projeto bioclimático (projeções na edificação servindo de bloqueio da radiação solar e inserção de parede dupla de tijolo solo cimento na orientação oeste/noroeste) e projeto luminotécnico. <p>Redução do consumo pelo uso de energias renováveis locais e produção de água quente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudo técnico detalhado conforme o fabricante sobre critérios de projeto arquitetônico e hidráulico para as placas solares. • Desempenho do sistema para produção de água quente - desempenho mínimo de 80% conforme diagnosticado pelo fabricante. <p>Redução do consumo de energia primária não renovável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudo térmico do nível de consumo de energia para controle de temperatura interna e equipamentos: NÃO REALIZOU (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior). Utilizou somente dados de revisão de literatura, o que não confirma o desempenho integralmente. • Projeto arquitetônico mantendo facilidade de acesso para a medição dos sistemas de aquecimento de água e de iluminação artificial - controle da eficiência energética. • Controle do consumo de energia nas áreas comuns - terreno: projeto luminotécnico
5. Gestão da água	<p>Redução do consumo de água potável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação de sistemas economizadores: válvula redutora de pressão (com pressão estática a 300 kPa), caixa de descarga da bacia sanitária com capacidade igual a 6 litros com mecanismo de duplo acionamento, metais sanitários com dispositivos economizadores (segundo informado pelo fabricante), misturadores para água quente e hidrômetro individual em local de fácil acesso. • Previsão do consumo anual de água potável: NÃO REALIZOU cálculos, porém utilizou-se de informações da revisão da literatura para implantação de sistemas. Esta pesquisa confirma, no capítulo posterior, que houve redução do consumo. • Seleção de espécies vegetais de baixo consumo para irrigação. <p>Gestão de águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de coleta para usos não potáveis. • Dispositivos separados das instalações de água potável e com identificação das torneiras. • Realização de um estudo técnico prévio – projeto hidráulico e sanitário. <p>Reuso de água cinza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de reuso de águas cinza para usos não potáveis. • Dispositivos separados das instalações de água potável e com identificação das torneiras. • Realização de um estudo técnico prévio – projetos hidráulico e sanitário.

Quadro 14: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção. Continuação

6. Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	<p>Adequação entre a coleta interna e a coleta externa, controle da triagem e armazenamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto arquitetônico apropriado com local de armazenamento intermediário, dimensionado de forma coerente com os fluxos de entrada e saída e com lixeiras classificando os tipos de resíduos. • Zona de compostagem com dimensionamento conforme o fluxo de saída. <p>Redução da poluição do solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto sanitário com sistema de filtragem por zona de raízes (Categoria 2), com dimensionamento conforme revisão da literatura.
7. Gestão da manutenção	<p>Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para gestão da água: medidor individual, registro acessível permitindo isolar a unidade habitacional (água fria e água quente), folga de 30% entre as tubulações PEX (<i>Cross-linked polyethylene</i>) embutidas em laje e registros que permitam isolar cada ambiente úmido da unidade habitacional (água fria e água quente) - projeto hidráulico. • Para gestão dos resíduos: local bem iluminado e com revestimento em cerâmica até 1,40m de altura das paredes (projeto arquitetônico), equipado com um ponto de água com registro (projeto hidráulico) e com tubulação de esgoto dotada de ralo sifonado e ventilada (projeto sanitário). • Para outros equipamentos: ao sistema de placas solares para limpeza periódica das placas e acesso ao controlador de temperatura (projeto arquitetônico). <p>Equipamento para a permanência do desempenho na fase de operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NÃO REALIZOU por não estar no orçamento disponível. Esta não é uma exigência obrigatória do AQUA, por isso não conduziu para a redução do nível da categoria. <p>Informação destinada aos futuros ocupantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realização do manual do proprietário.
8. Conforto higrotérmico	<p>Medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno, assegurando resfriamento sem aparelho de ar-condicionado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto arquitetônico/bioclimático, conforme revisão da literatura (Categoria 1), SEM REALIZAR cálculos específicos, simulações ou medição <i>in loco</i> das temperaturas de conforto de verão e inverno. Porém, esse fato não garante o desempenho, fazendo com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior.
9. Conforto acústico	<p>Preocupou-se apenas com as disposições arquitetônicas espaciais para melhoria do conforto acústico interno.</p> <p>Não aplicou cálculos, pois considerou que as atividades exercidas no empreendimento e o contexto do entorno (distanciamento das edificações confrontantes e da rodovia) não implicariam interferências acústicas consideráveis.</p> <p>Como o AQUA apresenta avaliação segundo cálculos, esta categoria não foi considerada para a avaliação do nível de sustentabilidade do empreendimento.</p>
10. Conforto visual	<p>Aproveitar a iluminação natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto bioclimático: dimensionamento das aberturas da sala de estar superior a 15%, das cozinhas superior a 10% e dormitórios superior a 15%, conforme a revisão da literatura. <p>Disponer de uma iluminação artificial confortável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto luminotécnico. • Comando de iluminação por detector de presença no hall, na circulação das escadas e no exterior. <p>Disponer de uma iluminação artificial das zonas exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar luminárias que possuam refletores orientados para o solo. • Projetar iluminações dos caminhos e circulações de forma a não serem encobertas pela vegetação.

Quadro 14: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção. Continuação

11. Conforto olfativo	<p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto conforme a norma ABNT NBR 13103 - Adequação de ambientes residenciais para instalação de aparelhos que utilizam gás combustível - ventilação permanente nas cozinhas e banheiros e cuidados para que os dispositivos de sombreamento não impeçam o funcionamento das saídas de ar. • Posicionamento adequado das aberturas para ventilação natural, e dimensionadas de forma que seja a metade da superfície de iluminação natural (Categoria 10). <p>Controle das fontes de odores desagradáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localização da zona de compostagem, e dimensionamento conforme fluxo de lixo (Categoria 6). • Locais de armazenamento dos resíduos devem ser arejados e ventilados (Categoria 6). • Projeto sanitário projetado de modo a impedir que os gases provenientes do interior do sistema atinjam áreas de utilização e edificações vizinhas.
12. Qualidade sanitária dos ambientes	<p>Criar boas condições de higiene nos ambientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos em vedações verticais com a altura da barra impermeável: na cozinha de 1,50m e banheiros de 2,00m. • Vedações verticais que não degradam com a água.
13. Qualidade sanitária do ar	<p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conforme disposições da Categoria 11. <p>Controle das fontes de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não empregar produtos à base de amianto ou que contenham amianto em sua composição. • Projeto luminotécnico: lâmpadas econômicas • Somente tintas ecológicas e à base de água.
14. Qualidade sanitária da água	<p>Assegurar a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de aproveitamento de água pluvial com separação da rede de água potável das redes de água não potável e distinção e identificação das tubulações de água não potável por meio de cores das tubulações das redes de água potável (Categoria 5). • Projetar os reservatórios de água não potável para reutilização, considerar o esvaziamento dos mesmos, a proteção em relação à poluição exterior e à entrada de insetos e animais, a proteção em relação a elevações de temperatura e o acesso aos seus pontos internos – projeto hidráulico. <p>Risco de queimadura e de legionelose:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudo técnico detalhado conforme o fabricante sobre critérios de projeto arquitetônico e hidráulico para as placas solares (Categoria 5). • Medidas tomadas para que a redução de temperatura seja feita o mais próximo possível dos pontos de uso (Categoria 7).

Nível de sustentabilidade AQUA para a fase de concepção

Identificados os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados na fase de concepção (Quadro 14), cada categoria pode ser avaliada segundo as disposições do AQUA.

Quadro 15: Perfil de saída da QAE para a fase de concepção.

E – Excelente	X									NC		X	X		
S - Superior										NC		X	X		
B - Bom	X									NC					
	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5	Categoria 6	Categoria 7	Categoria 8	Categoria 9	Categoria 10	Categoria 11	Categoria 12	Categoria 13	Categoria 14	

O Quadro 15 apresenta a maior parte das categorias atingindo o nível máximo estipulado pela metodologia.

A categoria 4 - gestão da energia atingiu o nível intermediário, pois não foram realizados cálculos da transmitância térmica ponderada da envoltória para verificar a redução do consumo pela concepção arquitetônica, nem estudos térmicos do nível de consumo de energia para controle de temperatura interna e equipamentos. Utilizaram-se somente dados de revisão de literatura, o que não confirma o desempenho integralmente.

Igualmente, para a categoria 8 – conforto higrotérmico, no projeto arquitetônico/bioclimático não foram realizados cálculos específicos, simulações ou medição *in loco* das temperaturas de conforto de verão e inverno. Utilizaram-se somente dados propostos pela revisão da literatura, o que não garante o desempenho integral das medidas arquitetônicas implantadas visando à otimização do conforto.

Porém, consideraram-se outros dois aspectos que o AQUA não avalia, mas que também contribuem com a sustentabilidade. São eles: o sistema reuso de águas cinza, tendo em vista a redução do consumo de água potável (categoria 5 - gestão da água) e o desenvolvimento de projeto sanitário com sistema de filtragem por zona de raízes para a redução da poluição do solo (categoria 6 - gestão dos resíduos "e efluentes" de uso e operação).

4.1.3.3 Fase de realização

A realização de um edifício responde por uma parcela significativa dos impactos causados pela construção civil no meio ambiente (CARDOSO; ARAÚJO, 2007, p. 6). Por isso, para a fase de realização, os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados visando à sustentabilidade foram:

Canteiro de obras

- a. Planejamento: contratação de serviços terceirizados e Laudo Técnico das condições Ambientais de Trabalho (LCCAT) e o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA);
- b. Elaboração do projeto do canteiro, prevendo: (a) a facilidade de acesso dos trabalhadores e de veículos para descarga de mercadorias e coleta de resíduos; (b) a funcionalidade das atividades em geral; (c) ventilação e insolação adequadas para o barracão; (d) localização em um nível topográfico prevendo pouca remoção de terra; (e) manutenção de mínima distância das entradas de água e energia elétrica dispostas pelo condomínio, reduzindo a aplicação de materiais provisórios; (f) construção do canteiro com madeira reaproveitada de outra obra, reduzindo os custos em 50%; (g) sua cobertura com telhas recicladas posteriormente aplicadas na cobertura da edificação; (h) organizado para armazenagem de materiais e dos resíduos conforme a Resolução CONAMA 307; (h) reaproveitamento das madeiras na decoração (i) aluguel de escoras metálicas evitando a retirada de madeira da natureza; (j) reaproveitamento posterior na própria edificação de materiais das instalações de água e energia elétrica;
- c. Acompanhamento da execução, por parte da responsável pela edificação, que dispõe dos conhecimentos necessários para implantar os objetivos do canteiro de obras propostos na fase de programa.

Contratação de pessoal

- a. Prioridade para a contratação do empreiteiro e da equipe de obra mais próxima do empreendimento, reduzindo deslocamentos e poluição do ar, além de custos com transporte.
- b. Verificação do sistema de trabalho do empreiteiro quanto à contratação da equipe de obra, em vista à preservação dos direitos dos trabalhadores (sustentabilidade social).

Organização das rotinas

- a. Elaborou-se um documento prevendo as ações rotineiras básicas: (a) utilização de equipamento de proteção individual (EPI) pelos trabalhadores; (b) separação dos resíduos, conforme sua classe e aqueles destinados ao reaproveitamento na obra;

- (c) ao final do dia, verificação do correto desligamento da água e da energia elétrica, para não haver desperdícios à noite; (d) horários de entrada de materiais e recolhimento dos resíduos, conforme o condomínio; (e) inspeção dos produtos no ato do recebimento, assegurando a conformidade da compra;
- b. Contato com o empreiteiro, discutindo as ações diárias, em função do tempo previsto na fase de programa.

Controle dos procedimentos e da qualidade

- a. Verificação diária do cumprimento das exigências (pela responsável);
- b. Diário de obra: atividades, entrada de materiais, produção e retirada de RCC's.

Esses e outros aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados ao empreendimento são demonstrados pelo Quadro 16, conforme as 14 categorias de preocupações ambientais da QAE do AQUA (FCAV, 2010).

Quadro 16: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção.

Categoria	Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados na fase de realização
1. Relação do edifício com o seu entorno	<p>Elementos do clima:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico/bioclimático. ▪ Implantação das disposições do projeto de canteiro de obras. <p>Águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamento final das curvas de níveis: plantio de grama para estabilizar o solo movido (espécie local). <p>Topografia do terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A pouca movimentação de terra foi dada dentro do próprio terreno. ▪ Materiais locais e mão de obra especializada para a construção da fundação e do muro de contenção. ▪ Contratação de empresa com procedimentos conformes para não comprometer estruturas adjacentes. <p>Regulamentação local aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico.
2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	<p>Escolha de produtos, sistemas e processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeção dos produtos no ato do recebimento – recusar não conformes. ▪ Prioridade para produtos de fabricantes de maior proximidade. Somente 2 produtos de fabricantes com distância considerável, porém não ultrapassando 300 km do local da obra – redução de efeitos negativos relacionados ao transporte. ▪ Implantação das disposições dos projetos.

Quadro 16: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção. Continuação

3. Canteiro de obras	<p>Disposições básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Designação de profissional competente para fornecer as informações quanto aos objetivos ambientais. <p>Limitação dos incômodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entregas de produtos e atividades ruidosas conforme horários do condomínio. • Limpeza e manutenção do canteiro. <p>Limitação dos riscos de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betoneira com reservatório de decantação para a recuperação das águas usadas na lavagem, antes de seu reuso. <p>Gestão dos resíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lista das quantidades dos resíduos produzidos para programação de retirada pelas empresas que farão a destinação correta. <p>Controle dos recursos água e energia elétrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificação diária, ao final do expediente, das torneiras, lâmpadas e equipamentos. <p>Balanco do canteiro de obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NÃO REALIZOU (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior)
4. Gestão da energia	<p>Redução do consumo pelo uso de energias renováveis locais e produção de água quente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mão de obra especializada. <p>Redução do consumo de energia primária não renovável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mão de obra especializada.
5. Gestão da água	<p>Redução do consumo de água potável, gestão de águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2). <p>Reuso de água cinza</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2). ▪ Mão de obra capacitada a realizar os projetos hidráulico e sanitário.
6. Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	<p>Adequação entre a coleta interna e a coleta externa, controle da triagem e armazenamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico. <p>Redução da poluição do solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto sanitário – esgotamento por zona de raízes.
7. Gestão da manutenção	<p>Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico, hidráulico e sanitário.
8. Conforto higrotérmico	<p>Medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos, conforme o banco de dados: desempenhos (categoria 2).
9. Conforto acústico	<p>Preocupou-se apenas com as disposições arquitetônicas espaciais para melhoria do conforto acústico interno.</p> <p>Não aplicou cálculos, pois considerou que as atividades exercidas no empreendimento e o contexto do entorno (distanciamento das edificações confrontantes e da rodovia) não implicariam interferências acústicas consideráveis.</p> <p>Como o AQUA apresenta avaliação segundo cálculos, esta categoria não foi considerada para a avaliação do nível de sustentabilidade do empreendimento.</p>
10. Conforto visual	<p>Aproveitar a iluminação natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico/bioclimático. <p>Disponer de uma iluminação artificial confortável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto luminotécnico. ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2). • Comando de iluminação por detector de presença: NÃO REALIZOU por não estar no orçamento disponível (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior). <p>Disponer de uma iluminação artificial das zonas exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2).

Quadro 16: Aspectos técnicos e arquitetônicos empregados na fase de concepção. Continuação

11. Conforto olfativo	Ventilação eficiente: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico/bioclimático. ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2). Controle das fontes de odores desagradáveis: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto sanitário.
12. Qualidade sanitária dos ambientes	Criar boas condições de higiene nos ambientes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico. ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2).
13. Qualidade sanitária do ar	Ventilação eficiente: <ul style="list-style-type: none"> • Conforme disposições da Categoria 11. Controle das fontes de poluição: <ul style="list-style-type: none"> • Escolha de produtos conforme o banco de dados - menos poluentes e com desempenho avaliado pelo programa de etiquetagem do Inmetro (Categoria 2).
14. Qualidade sanitária da água	Assegurar a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano: <ul style="list-style-type: none"> • Informações sobre a qualidade da água: NÃO REALIZOU por não contratar serviço para as análises (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior). • Mão de obra especializada, atendendo às recomendações da NBR 7198:1993 e legislação local. • Limpeza das tubulações após a sua execução e antes da instalação dos metais sanitários. ▪ Implantação das disposições do projeto hidráulico. Risco de queimadura e de legionelose: <ul style="list-style-type: none"> • Mão de obra especializada capacitada a atender exigências referente à prevenção dos riscos relacionados à legionelose e a queimaduras.

Nível de sustentabilidade AQUA para a fase e realização

Identificados os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados na fase de concepção (Quadro 16), cada categoria pode ser avaliada segundo as disposições do AQUA.

Quadro 17: Perfil de saída da QAE para a fase de realização.

E – Excelente	X									NC		X	X		
S - Superior										NC		X	X		
B - Bom	X									NC					
	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5	Categoria 6	Categoria 7	Categoria 8	Categoria 9	Categoria 10	Categoria 11	Categoria 12	Categoria 13	Categoria 14	

O Quadro 17 apresenta a maior parte das categorias atingindo o nível máximo estipulado pela metodologia.

A categoria 3 – canteiro de obras com baixo impacto ambiental, atingiu o nível intermediário, pois não se realizou o balanço final do canteiro com a finalidade de medir os

esforços e os efeitos das disposições ambientais implementadas, ação delineada na fase de programa.

Igualmente, para a categoria 10 – conforto visual foi avaliado o nível intermediário, pois não foram aplicados comandos de iluminação por detector de presença, conforme previsto nas fases de programa e concepção. Isso se deu em decorrência do orçamento limitado na época da realização do empreendimento.

Da mesma forma, na categoria 14 – qualidade sanitária da água, o fato de não ser contratado serviço para análises da qualidade da água, conforme previsto nas fases de programa e concepção, o nível da sustentabilidade foi considerado intermediário.

Porém, utilizaram-se outros dois aspectos que o AQUA não avalia, mas que também contribuem com a sustentabilidade. O primeiro refere-se ao sistema reuso de águas cinza (categoria 5 - gestão da água), para o qual se aplicaram os produtos conforme o banco de dados (categoria 2 – escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos). O segundo trata da construção do sistema de esgoto por zona de raízes para a redução da poluição do solo (categoria 6 - gestão dos resíduos "e efluentes" de uso e operação).

4.1.3.4 Fase de operação

Zambrano *et al.* (2009) dispõe que as edificações, produtos de um processo de concepção e execução têm na fase de operação a sua maior história. É nela que as diversas decisões tomadas nas fases anteriores refletem boa parte das características do desempenho da edificação. Considerando esses aspectos, o primeiro passo, segundo coloca a NBR 15575 (ABNT, 2008), consistiu em elaborar o Manual de Operação, Uso e Manutenção do empreendimento conforme as considerações da NBR 14037/1998 (ABNT, 1998) para orientar os usuários quanto às práticas adequadas segundo os sistemas implantados na edificação. No Quadro 18, são descritas as atenções para os cinco primeiros anos do empreendimento.

Quadro 18: Ações para a fase de operação do empreendimento para os primeiros 5 anos.

Manutenção dos sistemas para os cinco primeiros anos do empreendimento	
Item	Periodicidade
1. Sistema de aquecimento d'água por placas solares.	
Limpeza dos vidros do coletor para manter a eficiência do sistema. É importante destacar que deve ser realizado pela parte da manhã, quando os vidros se encontram frios, caso contrário pode ocorrer quebra.	Semestral
Revisão de todo o sistema.	Anual
Regulagem do termostato para temperatura de 30° a 40° durante o verão e 45° a 60° durante o inverno.	Semestral
2. Sistema de apoio a gás para as placas solares	
Revisão anual de todo o sistema.	Anual
Troca das pilhas de três a seis meses.	Semestral
3. Sistema de coleta de águas pluviais	
Limpeza da grade acima do tubo de queda.	Semestral
Limpeza da caixa de descarte.	Trimestral
4. Sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes	
Substituição da planta <i>cyperuspapyrus</i> , devido à concentração de poluentes e colmatção dos interstícios intergranulares do leito.	Anual
5. Sistema de tratamento e reuso de águas cinza	
Desinfecção com cloro, para eliminação de micro-organismos patogênicos, conforme previsão da Resolução CONAMA 357/05 em seu artigo 2°, inciso XVI <i>in litteris</i> , "desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos".	Mensal
Limpeza da cisterna e do reservatório.	Semestral
6. Sistema de água potável	
Limpeza do reservatório.	Semestral
7. Terraço-jardim e paisagismo	
Limpeza de ervas daninhas, poda e adubação.	Semestral
Rega das plantas, caso não chova.	Semanal
Corte da grama.	Mensal
8. Pinturas	
Pintura externa e interna das paredes conforme a garantia do fornecedor.	5 anos
9. Ar condicionado	
Limpeza do filtro.	Mensal

Da mesma forma, levantaram-se dados de consumo médio de água através do demonstrativo da rede abastecedora CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) do mês de outubro de 2011 que, pelos registros mês a mês (de novembro de 2010 a outubro de 2011), demonstrou uma média de consumo mensal de 7m³, com o mínimo de 4m³, até máximo de 10m³.

Igualmente para a energia elétrica, através do demonstrativo da fatura da rede abastecedora CELESC (Central Elétrica de Santa Catarina), registrou-se a média de consumo mensal de 195 kWh, com o mínimo de 127kWh em julho e pico de 353kWh em fevereiro (pela necessidade da utilização do ar condicionado).

Realizou-se, nesta seção, o detalhamento das ações realizadas ao longo da execução, com vistas à sustentabilidade, de acordo com os aspectos indicados por AQUA. A seguir,

estabelece-se um quadro comparativo com construções convencionais, a fim de levantar dados que corroborem a ideia defendida nesta pesquisa sobre as vantagens econômicas, sociais e ambientais de edificações sustentáveis.

4.2 Abordagem Comparativa dos Custos dos Aspectos Técnicos e Arquitetônicos do Empreendimento e de Construções Convencionais

O presente item aborda a comparação dos custos referentes aos aspectos técnicos e arquitetônicos do empreendimento e de construções convencionais, segundo as fases de programa, concepção e realização, distintamente. Ao final, identificam-se os parâmetros dos custos relacionados às fases e às parcelas empregadas em honorários profissionais, taxas e diversos, materiais/tecnologias e mão de obra para ambos os casos, diante do orçamento final do empreendimento.

4.2.1 Custos da fase de programa

Conforme informado no histórico do empreendimento, os aspectos técnicos relacionados à sustentabilidade na fase de programa consistiram basicamente na contratação de serviço terceirizado para a sondagem do solo e para o levantamento planialtimétrico. Observa-se ainda o serviço “consultoria para sustentabilidade”, que abrange o levantamento de aspectos da escala urbana e do entorno imediato, norteadora do lançamento das estratégias para a redução dos impactos do empreendimento.

Em seguida, partiu-se para a caracterização dos aspectos técnicos e arquitetônicos convencionais frente aos pontos citados.

Segundo informações obtidas sobre as edificações convencionais da região, 2 dos 5 empreendimentos analisados não realizaram sondagem de solo. A definição pela estrutura e fundação partiu da verificação daquelas aplicadas nas construções vizinhas. Esse procedimento foi realizado tendo em vista a redução dos custos de obra. No entanto, é preciso atentar a esse fato que pode acarretar inúmeros problemas na estrutura da edificação, visto que o solo não possui homogeneidade e que o lençol freático pode variar de terreno para terreno, podendo colocar em risco a vida dos usuários.

O mesmo se observou para o levantamento planialtimétrico. As justificativas para que algumas das edificações não realizassem o serviço foram o fato de a topografia existente não

apresentar inclinações acentuadas e a busca pela redução dos custos. Nesses casos, a redução de custos de uma construção convencional para uma sustentável pode chegar a 100%.

Logo, 3 edificações analisadas apresentaram a contratação dos serviços da mesma forma que o empreendimento. Atribuíram-se então, os mesmos custos aos dois casos (Tabela 6).

Tabela 6: Custos dos aspectos técnicos na fase de programa (em reais).

1. Fase de programa			
Empreendimento	11.810,00	Convencional	1.810,00
Honorários	11.810,00	Honorários	1.810,00
Honorários de sondagem do solo (592,66m ² de terreno)	995,00	Idem	995,00
Honorários de levantamento planialtimétrico (592,66m ² de terreno)	815,00	Idem	815,00
Honorários de consultoria para sustentabilidade (204,05m ² de projeto)	10.000,0	Não aplica	X

Por fim, os resultados da fase de programa demonstraram que o empreendimento chegou a custar R\$ 10.000,00 a mais que o convencional. O ponto que ocasionou o maior aumento foi o serviço de consultoria para a sustentabilidade.

4.2.2 Custos da fase de concepção

Diante do histórico do empreendimento e das informações levantadas nas construções convencionais, verificaram-se os custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos da fase de concepção. Enfatiza-se que as colocações foram realizadas diante da área de projeto de 204,05m².

Tabela 7: Custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos na fase de concepção (em reais).

2. Fase de concepção			
Empreendimento	14.676,08	Convencional	11.446,83
Honorários	13.087,25	Honorários	9.858,00
Taxas e diversos	1.588,83	Taxas e diversos	1.588,83
Taxas prefeitura e vigilância sanitária	949,73	Idem	949,73
Taxas CREA-SC	165,00	Idem	165,00
Despesas diversas (plotagem, placa de obra, combustível, telefone, água, luz e condomínio)	474,10	Idem	474,10
Honorários de projeto arquitetônico e bioclimático	5.101,25	Honorários de projeto arquitetônico	3.672,00
Honorários de projeto estrutural	2.200,00	Idem	2.200,00
Honorários de projeto hidrossanitário especial	1.650,00	Honorários de projeto hidrossanitário	1.000,00
Honorários de projeto elétrico e luminotécnico	1.850,00	Honorários de projeto elétrico	1.000,00
Honorários de projeto de segurança do trabalho	1.986,00	Idem	1.986,00
Honorários de projeto de canteiro de obra	300,00	Não aplica	x

A Tabela 7 distingue quatro pontos que diferem o empreendimento do convencional. Estes, consequentes das considerações na etapa de planejamento (provenientes do serviço de consultoria para a sustentabilidade) quanto às tecnologias aplicadas para que a edificação atingisse o desempenho almejado (perfil de QAE), conforme:

- a. Honorários de projeto arquitetônico e bioclimático, quando o levantamento das condicionantes bioclimáticas incidentes no sítio e os estudos de conforto térmico em vista à salubridade dos ambientes, o conforto dos usuários e a redução do consumo de energia elétrica na fase de operação, elevaram o custo em R\$ 1.429,25 diante do projeto arquitetônico convencional;
- b. Honorários de projeto hidrossanitário “especial”, no qual as tecnologias empregadas referente à coleta de águas pluviais, tratamento de esgoto por zona de raízes e reuso de águas cinza (no intuito da redução do consumo de água e da poluição do solo), acresceram em R\$ 650,00 os custos, considerando a sua não aplicação no convencional;
- c. Honorários de projeto elétrico agregando estudo luminotécnico que, por conta dos cálculos de lux por ambiente e de detalhamento de dispositivos adequados, objetivando o conforto dos usuários e a redução do consumo de energia elétrica na fase de operação, elevou o custo em R\$ 850,00 diante do projeto elétrico convencional;

- d. Honorários de projeto do canteiro de obra quando, da adequação de meios para uma infraestrutura redutora dos impactos ambientais para a fase de realização, aumentaram em R\$ 300,00 o custo do empreendimento, comparado a não aplicação no convencional.

Analisando os custos totais dos aspectos técnicos e arquitetônicos da fase, percebe-se o acréscimo de R\$ 3.229,25 do empreendimento em relação ao convencional.

4.2.3 Custos da fase de realização

No primeiro momento, a análise para a fase de realização enfatizou os aspectos técnicos característicos de sustentabilidade do empreendimento e os convencionais, referentes aos materiais/tecnologias e mão de obra. Foram consideradas as informações do histórico do empreendimento e do levantamento das edificações convencionais e, em seguida, os custos (Tabela 8).

Tabela 8: Custos dos aspectos técnicos relacionados à sustentabilidade na fase de realização (em reais).

Empreendimento	48.516,31	Convencional	26.934,26
Materiais/tecnologias (Ma)	39.603,46	Materiais/tecnologias (Ma)	20.545,60
Mão de obra (Mo)	8.912,85	Mão de obra (Mo)	6.388,66
<u>Serviços preliminares</u>			
Barracão de obra em madeira reaproveitada e telha ecológica posteriormente aplicada na edificação	3.063,01 Ma 2.607,84 Mo 455,17	Barracão de obra em madeira pinus (nova) e telha de fibrocimento	3.002,69 Ma 2.547,52 Mo 455,17
<u>Estrutura</u>			
Escoras metálicas alugadas	483,60 Ma 483,60	Escoras madeira nova (pinus)	182,00 Ma 182,00
Mezanino em madeira angelin com certificação FSC e acab.verniz	2.538,22 Ma 1.555,33 Mo 982,89	Mezanino com estrutura e contrapiso em laje pré-moldada de concreto com acabamento látex PVA na parte inferior (teto do estar)	1.016,58 Ma 864,11 Mo 152,47
<u>Elevações e conforto</u>			
Parede de tijolo solo cimento aparente com acabamento em resina acrílica à base d'água	6.892,27 Ma 6.397,25 Mo 495,02	Parede em alvenaria de tijolos com reboco e acabamento tinta acrílica dois lados	2.937,36 Ma 1.716,35 Mo 1.221,01
		Ar condicionado 7.500 BTU'S	1.150,00 Ma 800,00 Mo 350,00
<u>Elevações</u>			
Parede divisória suíte I e circulação superior em placa cimentícia rústica	603,16 Ma 532,71 Mo 70,45	Parede em alvenaria de tijolos com reboco e acabamento tinta látex PVA dois lados	410,23 Ma 236,45 Mo 173,78
<u>Cobertura</u>			
Forro do telhado frontal em painéis OSB 9mm rústico	421,72 Ma 352,78 Mo 68,94	Forro em madeira angelin e acabamento em verniz	758,77 Ma 626,93 Mo 131,84
Telha ecológica	1.207,80 Ma 1.207,80	Telha fibrocimento	694,32 Ma 694,32

Tabela 8: Custos dos aspectos técnicos relacionados à sustentabilidade na fase de realização (em reais) – continuação.

Empreendimento	48.516,31	Convencional	26.934,26
Materiais/tecnologias (Ma)	39.603,46	Materiais/tecnologias (Ma)	20.545,60
Mão de obra (Mo)	8.912,85	Mão de obra (Mo)	6.388,66
<u>Instalações elétricas</u>			
Caixas elétricas reutilizadas (50% depreciação)	27,50 Ma 27,50	Caixas elétricas novas	55,00 Ma 55,00
Lâmpadas conforme projeto luminotécnico	203,50 Ma 203,50	Lâmpadas convencionais	129,50 Ma 129,50
<u>Instalações hidráulicas</u>			
Aquecimento d'água por placas solares (apoio elétrico)	3.149,50 Ma 2.624,50 Mo 525,00	Aquecimento d'água por chuveiro elétrico (3 banheiros e 1 cozinha)	543,00 Ma 323,00 Mo 220,00
Água fria e água quente com tubulação PEX	3.238,37 Ma 1.643,37 Mo 1.595,00	Água fria com tubulação em CPVC	1.570,57 Ma 415,57 Mo 1.155,00
Coleta de águas pluviais em PVC reutilizado	364,37 Ma 212,00 Mo 152,37	Não aplica	
Reuso de águas cinza em PVC	1.831,21 Ma 1.093,98 Mo 737,23	Não aplica	
<u>Instalações sanitárias</u>			
Sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes	2.883,55 Ma 2.033,55 Mo 850,00	Sistema de tratamento de esgoto por fossa, filtro e sumidouro em concreto pré-moldado	1.755,85 Ma 1.140,43 Mo 615,42
Bacia sanitária com dispositivo economizador	1.305,00 Ma 1.305,00	Bacia sanitária sem dispositivo economizador	594,75 Ma 594,75
<u>Aberturas</u>			
Iluminação por claraboia fixa	2.110,27 Ma 1.260,27 Mo 850,00	Continuação do telhado cerâmico com estrutura em madeira angelin, forro em madeira pinus com acab.verniz e telha cerâmica	636,60 Ma 511,60 Mo 125,00
<u>Pisos</u>			
Rodapés poliestireno extrusado EPS	335,12 Ma 282,55 Mo 52,57	Rodapés em madeira angelin	240,38 Ma 187,81 Mo 52,57
Hall, parte do lavabo e churrasqueira em cimento queimado	433,26 Ma 360,68 Mo 72,58	Porcelanato comum	331,62 Ma 284,72 Mo 46,90
Garagem e acesso com placa de pré-moldada de concreto piso grama	2.994,40 Ma 2.340,00 Mo 654,40	Laje pré-moldada de concreto e piso cerâmico PEI 5	3.093,57 Ma 2.665,37 Mo 428,20
Varanda acesso pedestres em <i>fulget</i>	570,00 Ma 410,00 Mo 160,00	Piso cerâmico PEI 5	181,14 Ma 134,24 Mo 46,90
Acesso à varanda em placas <i>fulget</i>	825,00 Ma 825,00	Placas pré-moldado concreto	121,00 Ma 121,00
Varanda da churrasqueira em madeira angelin	486,00 Ma 486,00	Madeira pinus auto clavado	398,25 Ma 398,25
Terraço jardim	2.503,27 Ma 1.881,95 Mo 621,32	Continuação do piso cerâmico da sacada	527,74 Ma 459,31 Mo 68,43
<u>Revestimentos</u>			
Banheiros e lavabo com porcelanato ecológico	3.542,25 Ma 3.542,25	Porcelanato comum	2.915,25 Ma 2.915,25
<u>Pinturas</u>			
Paredes externas em cores com tinta ecológica	675,00 Ma 675,00	Pintura em cores com tinta acrílica	264,00 Ma 264,00

Tabela 8: Custos dos aspectos técnicos relacionados à sustentabilidade na fase de realização (em reais) – continuação.

Empreendimento	48.516,31	Convencional	26.934,26
Materiais/tecnologias (Ma)	39.603,46	Materiais/tecnologias (Ma)	20.545,60
Mão de obra (Mo)	8.912,85	Mão de obra (Mo)	6.388,66
<u>Diversos</u>			
Escada metálica com piso de madeira angelin com certificação FSC	3.205,00 Ma 2.805,00 Mo 400,00	Escada moldada na obra com piso porcelanato	1.318,16 Ma 922,31 Mo 395,85
<u>Obras externas</u>			
Cerca de tela em ferro galvanizado sem acabamento e estrutura em madeira tratada angelin com certificação FSC	1.617,05 Ma 1.447,17 Mo 169,88	Muro em alvenaria de tijolos com reboco e acabamento com tinta acrílica dos 2 lados	1.768,65 Ma 1.018,53 Mo 750,12

Verifica-se que 11% dos itens apresentados pelo empreendimento têm valores parecidos aos convencionais. É o caso do barracão de obra que, no empreendimento apresentou uma depreciação de 50% do custo da madeira reaproveitada, porém encarecido pela telha ecológica, 50% mais custosa que a de fibrocimento, mas que reduziu a geração de resíduos pelo seu total reaproveitamento na edificação.

O mesmo ocorreu no piso da garagem e seu acesso. O piso-grama mostrou-se R\$ 99,17 menos oneroso que uma laje convencional com piso cerâmico, além disso, apresentou vantagens quanto à sustentabilidade ambiental, como o aumento da área de permeabilidade do solo, rapidez na execução e redução de resíduos dispostos na natureza.

Da mesma forma, o custo da cerca de tela em ferro galvanizado do empreendimento, se iguala ao custo da construção de um muro rebocado e pintado em ambos os lados. As vantagens são estendidas à agilidade na execução, redução do consumo de matérias-primas e geração de resíduos, além de permitir a passagem dos ventos e iluminação natural contribuindo para a salubridade da edificação.

Logo, em 2 itens o empreendimento custou quase a metade do convencional. São eles o forro da cobertura do telhado frontal com painéis OSB rústico em relação à madeira pinus com acabamento em verniz e a reutilização de caixas elétricas de outra obra que custou 50% do preço de uma caixa nova. Assim, reduz-se a extração de matérias-primas e a disposição de materiais na natureza.

O levantamento das construções convencionais identificou a utilização de pelo menos um ar condicionado em ambientes expostos por raios solares da direção noroeste durante o período do verão. No caso do empreendimento, a estratégia da parede dupla de tijolo solocimento para esta direção garantiu o conforto dos ambientes nesta orientação. Comparando-a com uma parede de alvenaria com reboco e pintada com tinta acrílica dos dois lados e a um ar

condicionado, tem-se a elevação do custo em R\$ 3.954,91, porém, reduz-se o consumo de energia elétrica na fase de operação.

Pontuados os aspectos técnicos característicos de sustentabilidade do empreendimento e os convencionais, o próximo passo consistiu em calcular os custos dos materiais/tecnologias e serviços convencionais que fizeram parte do empreendimento, no intuito de se totalizarem os custos da fase de realização.

O orçamento final dos 181,50m² construídos, repassado pela responsável pelo empreendimento, demonstrou seu custo total de R\$ 151.908,50 em dezembro de 2009 (CUB/SC médio de R\$ 983,30), sendo R\$ 103.988,50 em materiais/tecnologias e R\$ 47.920,00 em mão de obra (sem IBDI). Convertendo os valores para a março de 2012 (CUB médio R\$ 1.134,24), a obra totalizou R\$ 175.227,00, sendo R\$ 119.951,10 em materiais/tecnologias e R\$ 55.275,90 em mão de obra. Esses valores, reduzidos do total dos aspectos técnicos característicos de sustentabilidade do empreendimento (Tabela 8), apontaram o emprego de R\$ 80.347,64 em materiais/tecnologias e R\$ 46.363,08 em mão de obra, totalizando o custo em R\$ 126.710,72.

Para se inteirarem os custos para a comparação final, esses valores foram atribuídos igualmente ao convencional. Logo, o somatório dos itens identificou o custo final da fase de realização para o empreendimento e o convencional, conforme apresenta a Tabela 9.

Tabela 9: Custos totais dos aspectos técnicos na fase de realização (em reais).

3. Fase de realização			
Empreendimento	195.227,03	Convencional	173.644,98
Honorários	20.000,00	Honorários	20.000,00
Materiais	119.951,10	Materiais	100.893,24
Mão de obra	55.275,90	Mão de obra	52.751,74
Total dos aspectos técnicos relacionados à sustentabilidade	48.516,31	Total de aspectos técnicos convencionais	26.934,26
Materiais	39.603,46	Materiais	20.545,60
Mão de obra	8.912,85	Mão de obra	6.388,66
Honorários de execução e administração de obra	20.000,00	Idem	20.000,00
Total de aspectos técnicos convencionais empregados no empreendimento	126.710,72	Idem	126.710,72
Materiais	80.347,64	Materiais	80.347,64
Mão de obra	46.363,08	Mão de obra	46.363,08

Os resultados demonstram que na fase de realização, o empreendimento se apresentou R\$ 21.582,05 mais oneroso que o convencional, sendo R\$ 19.057,86 em materiais/tecnologias

e R\$ 2.524,19 em mão de obra. Esse fato pode ser explicado pela consolidação do mercado dos materiais/tecnologias convencionais que induzem valores menores quando comparados a novos sistemas (NAGALI, 2012).

Tem-se ainda a redução dos custos na fase de operação, quando as estratégias implantadas visando à economia de água e de energia elétrica diminuem, além dos consumos, os valores das tarifas. No item 4.3 seguinte discute-se a afirmação.

4.2.4 Custos totais e relações gerais

Diante do exposto, elaborou-se a Tabela 10 sintetizando as informações frente aos totais de custos do empreendimento e do convencional, suas respectivas diferenças e as parcelas empregadas de duas maneiras. A primeira referenciando os custos conforme as fases de programa, concepção e realização; a segunda, os custos de honorários, taxas e diversos, materiais/tecnologias e mão de obra. Em seguida, apresentaram-se os custos parametrizados segundo cálculo de distribuição linear (Tabela 11).

Tabela 10: Custos totais, parcelas empregadas e diferenças ente o empreendimento e convencional (em reais).

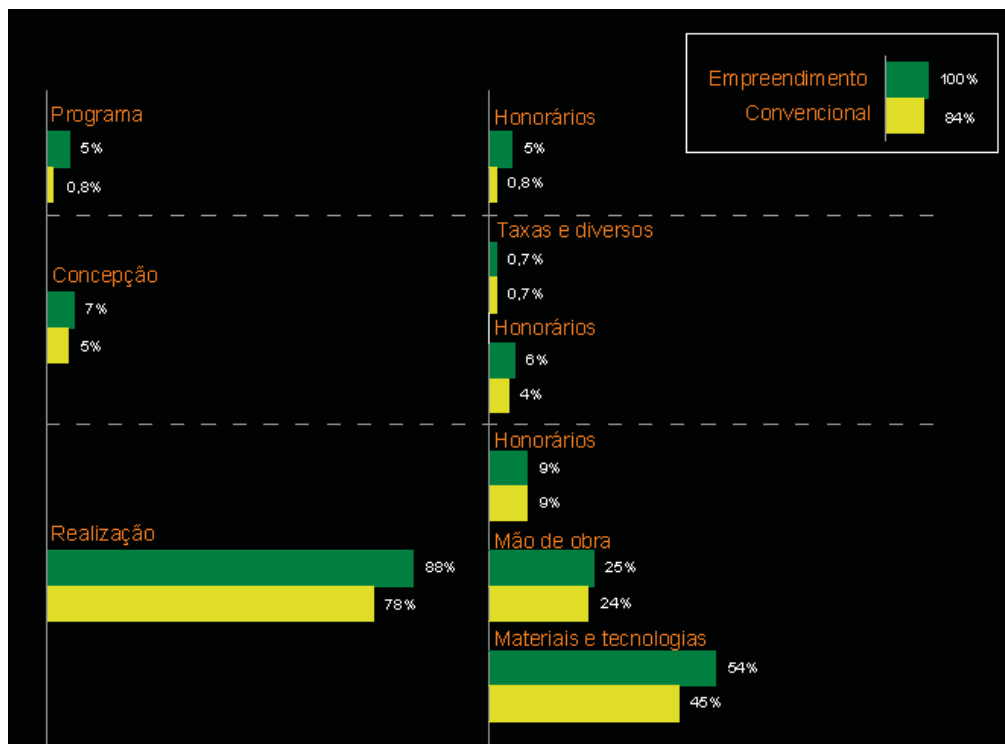
	Empreendimento	Convencional	Diferença
Total	221.713,11	186.901,81	34.811,30
Fase de programa	11.810,00	1.810,00	10.000,00
Fase de concepção	14.676,08	11.446,83	3.229,25
Fase de realização	195.227,03	173.644,98	21.582,05
Honorários	44.897,25	31.503,56	13.393,69
Taxas e diversos	1.588,83	1.588,83	0
Materiais e tecnologias	119.951,10	100.893,24	19.057,86
Mão de obra	55.275,90	52.751,74	2.524,16

Tabela 11: Parâmetros entre os custos totais, parcelas empregadas e diferenças ente o empreendimento e convencional.

	Empreendimento	Convencional	Diferença
Total	100%	84%	16%
Fase de programa	5%	0,8%	4,2%
Fase de concepção	7%	5%	2%
Fase de realização	88%	78%	10%
Honorários	20%	14%	6%
Taxas e diversos	0,7%	0,7%	0
Materiais e tecnologias	54%	45%	9%
Mão de obra	25%	24%	1%

Por fim, a Figura 35 apresenta como se efetuou a distribuição dos parâmetros de custos dos honorários, taxas e diversos, materiais/tecnologias e mão de obra nas fases de programa, concepção e realização.

Figura 35: Distribuição dos parâmetros de custos com honorários, taxas e diversos, materiais/tecnologias e mão de obra nas fases de programa, concepção e realização.



Dessa forma, observa-se que:

a. A fase de programa, agregando basicamente a parcela referente a honorários de serviço de consultoria para a sustentabilidade, apontou a elevação dos custos do empreendimento em 4,2% comparado ao convencional;

b. Na fase de concepção, com os custos das taxas e diversos iguais para ambos os casos, houve o pequeno aumento de 2% referente aos honorários. Isso porque aplicaram-se diretrizes de sustentabilidade aos projetos do empreendimento, quando o arquitetônico foi trabalhado junto aos aspectos bioclimáticos, o hidrossanitário aplicou o sistema de aquecimento de água por placas solares, coleta de águas pluviais, tratamento de esgoto por zona de raízes e reuso de águas cinza. O projeto luminotécnico, por sua vez, enfatizou a adequada iluminação dos ambientes.

c. Teve-se na fase de realização a disparidade dos custos do empreendimento, superando em 10% o convencional. Desse percentual, 9% referenciaram o emprego de materiais/tecnologias e 1% resultantes de mão de obra. Os honorários de execução e administração de obra foram iguais na fase.

4.3 Cálculo do *Payback* dos Sistemas Implantados no Empreendimento, visando à Economia de Água e de Energia Elétrica

Após o estabelecimento do comparativo de custos entre o empreendimento e a construção nos moldes convencionais, apresenta-se, a seguir, o cálculo do *payback* dos sistemas implantados no empreendimento com vistas à economia de água e energia elétrica.

4.3.1 Custos dos aspectos técnicos e arquitetônicos relacionados aos sistemas de água e de energia elétrica nas fases de programa, concepção e realização

Para a verificação do retorno econômico dos sistemas implantados pelo empreendimento em contrapartida ao convencional similar, foram levantados pontos relacionados aos sistemas tidos ao longo do ciclo de vida. Referencia-se a economia de água e de energia elétrica, em função da diferença do custo anual entre as respectivas tarifas (conforme o escopo da pesquisa). A partir disso, calculou-se a diferença dos custos entre ambas as tarifas (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12: Pontos relacionados ao sistema visando à economia de água.

Empreendimento		Convencional		Diferença
Custo de consumo anual	309,48	Custo de consumo anual	680,64	371,16
Total dos sistemas para economia de água	8.034,13	Total dos sistemas convencionais similares	3.350,60	4.683,53
Honorários de projeto hidrossanitário especial	1.650,00	Honorários de projeto hidrossanitário	1.000,00	650,00
Coleta de águas pluviais	364,37	Não aplica	X	364,37
Reuso de águas cinza	1.831,21	Não aplica	X	1.831,21
Sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes	2.883,55	Sistema de tratamento de esgoto por fossa, filtro e sumidouro em concreto pré-moldado	1.755,85	1.127,70
Bacia sanitária com dispositivo economizador	1.305,00	Bacia sanitária sem dispositivo economizador	594,75	710,25

Tabela 13: Pontos relacionados ao sistema visando à economia de energia.

Pontos influentes no consumo de energia elétrica				
Empreendimento		Convencional		Diferença
Custo de consumo anual	955,80	Custo de consumo anual de água	2.178,96	1.223,16
Total dos sistemas para economia de energia elétrica	19.728,51	Total dos sistemas convencionais similares	10.827,23	8.901,28
Honorários de projeto arquitetônico e bioclimático	5.101,25	Honorários de projeto arquitetônico	3.672,00	1.429,25
Honorários de projeto elétrico e luminotécnico	1.850,00	Honorários de projeto elétrico	1.000,00	850,00
<u>Elevações e conforto</u>		Parede em alvenaria de tijolos com reboco e acabamento tinta acrílica dois lados	2.937,36	2.804,91
Parede de tijolo solo cimento aparente com acabamento em resina acrílica à base d'água	6.892,27	Ar condicionado 7500BTU's	1.150,00	
<u>Cobertura</u>				
Forro do telhado frontal em painéis OSB 9mm rústico	421,72	Forro em madeira pinus e acabamento em verniz	758,77	-337,05
<u>Instalações elétricas</u>				
Lâmpadas conforme projeto luminotécnico	203,50	Lâmpadas convencionais	129,50	74,00
Aquecimento d'água por placas solares e apoio elétrico	3.149,50	Aquecimento d'água por chuveiro elétrico	543,00	2.606,50
<u>Aberturas</u>				
Iluminação por claraboia fixa	2.110,27	Continuação do telhado cerâmico com estrutura em madeira angelin, forro em madeira pinus e acab.verniz	636,60	1.473,67

Dessa forma, a diferença de custos dos sistemas para a economia de água em R\$ 4.683,53, somados aos dos sistemas para a economia de energia elétrica em R\$ 8.901,28, acresceu o custo do empreendimento em R\$ 13.584,81.

4.3.2 Custos com água

Segundo o histórico do empreendimento, o registro da média mensal de consumo de água foi de 7m³, caracterizando o consumo médio diário de 116,67 litros/ pessoa, conforme o cálculo:

$$\frac{7.000 \text{ litros/mês}}{2 \text{ pessoas} \times 30 \text{ dias}} = 116,67 \text{ litros/pessoa/dia}$$

Logo, verificou-se o custo atribuído pela rede abastecedora CASAN que, para consumos até 10m³, a tarifa se apresentou fixa em R\$ 25,79/mês. Assim, teve-se o custo médio do consumo mensal de água do empreendimento.

Para atribuir o consumo mensal ao convencional similar, consultou-se a média de consumo mensal de litros/pessoa/dia sugerida pelo AQUA. O valor médio de 180 litros, multiplicado por 2 usuários e 30 dias (mês), resultou em um consumo aproximado de 11m³.

Segundo a tarifa estipulada em R\$ 4,7270/m³ para consumos a partir de 11m³ (CASAN), a média mensal de custo do convencional similar apresentou-se em R\$ 52,00.

Dessa forma, observa-se que as estratégias implantadas no empreendimento visando à economia de água por meio do sistema de reuso de águas cinza provenientes da coleta de águas pluviais e do esgoto por zona de raízes, junto a três bacias sanitárias com dispositivo economizador, reduziram o consumo médio mensal de água em 63 litros/pessoa/dia. O custo da tarifa reduziu em R\$ 26,21 comparado ao convencional similar.

4.3.3 Custos com energia elétrica

Inicialmente cabe considerar que o empreendimento apresentou dois itens que as edificações convencionais não consideraram: sistema de aquecimento d'água com placas solares e apoio elétrico (boiler elétrico) e bomba d'água da cisterna para o reservatório superior de águas cinza.

O levantamento identificou, ainda, que os eletrodomésticos e demais aparelhos consumidores de energia não apresentaram diferenças significativas frente aos aplicados no empreendimento, apenas um ar condicionado a mais. Também se verificou a utilização de lâmpadas comuns como incandescentes, fluorescentes tubulares T8 e dicróicas, em lugar das econômicas fluorescentes compactas, fluorescentes tubulares T5 e leds aplicadas no empreendimento.

Nessas condições e entendendo que a comparação foi dada segundo as maiores médias encontradas em edificações convencionais, tornou-se necessário levantar os consumos unitários de cada aparelho, e realizar o cálculo do consumo médio/mensal (kWh) conforme os usos do empreendimento.

A primeira condição seria de compreender de que modo o empreendimento consumia energia elétrica.

Partiu-se para o registro da rotina dos usuários quanto à utilização do empreendimento durante o mês de outubro de 2011, para identificar o número de dias de uso e a média de utilização de horas por dia de cada aparelho e lâmpada.

Em seguida, levantaram-se as respectivas potências médias (watts). Os dados permitiram calcular os quilowatts/hora (kWh) unitários conforme a fórmula:

$$\frac{\text{Potência do Equipamento (W)} \times \text{Número de horas utilizadas} \times \text{Número de dias de uso mês}}{1000}$$

O somatório identificou o consumo médio de 162 kWh no mês de outubro de 2011 pelo empreendimento (Tabela 14), igual ao identificado na fatura da CELESC.

Para estabelecer a mesma relação ao convencional, substituíram-se as potências médias (watts) conforme os aparelhos e lâmpadas identificados nas edificações da área de influência. Por fim, os cálculos efetuados identificaram o consumo médio/mensal de 342,18 kWh ao convencional (Tabela 15).

Tabela 14: Leitura do consumo de energia elétrica no mês de outubro de 2011.

APARELHOS														
Empreendimento sustentável						Proporcional convencional								
Item	Potência Média (W)	Dias estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)	Item	Potência Média (W)	Dias estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)	Item	Potência Média (W)	Dias estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Arquitetura bioclimática					Ar condicionado 7500	1000	28	4:00	112					
Banheira	5200	2	0:20	3,46	Banheira	5200	2	0:20	3,46					
Boiler elétrico 400lts	2500	28	0:20	26,25	Chuveiro elétrico	4500	28	0:40	83,92					
Bomba d'água ¼ CV	335	28	0:25	3,9	Não aplica									
Cafeteira	600	21	0:30	6,30	Idem									
Churrasqueira gás	35	2	2:00	0,14	Idem									
Computador desktop, impressora e estabilizador	180	21	7:15	27,40	Idem									
Ferro de passar	1470	4	1:00	5,88	Idem									
Forno elétrico	1750	10	0:45	13,12	Idem									
Geladeira	41,7	30	24:00	30,03	Idem									
Lavadora de roupas	500	4	1:30	3	Idem									
Microondas	1000	28	0:10	4,66	Idem									
Notebook 14"	120	21	2:00	5,04	Idem									
Secador de cabelo	1900	16	0:08	4,04	Idem									
Televisor LCD 42"	180	28	4:00	20,16	Idem									
Total aparelhos										Total aparelhos		319,15		
LÂMPADAS														
Lavanderia Fluor. compacta	15	4	0:30	0,03	Lavanderia Incandescente	60	4	0:30	0,12					
Cozinha 2 Fluor. Tubulares T5	2x28	28	2:00	3,136	Cozinha 2 Fluor. Tubulares T8	2x40	28	2:00	4,48					
Sala Jantar 2 Fluor. Tubulares T5	2x28	21	0:20	0,392	Sala Jantar 2 Fluor. Tubulares T8	2x40	21	0:20	0,559					
Sala de jantar - pendente Led	1	4	0:20	0,0013	Sala de jantar - pendente Dicroica	50	4	0:20	0,066					
Lavabo Led	1	28	0:10	0,0046	Lavabo Dicroica	50	28	0:10	0,232					
Sala de estar Fluor. compacta	27	28	2:30	1,89	Sala de estar Incandescente	100	28	2:30	7					

Tabela 15: Leitura do consumo de energia elétrica no mês de outubro de 2011

LÂMPADAS - continuação											
Empreendimento sustentável						Proporcional convencional					
Item	Potência Média (W)	Dias estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)	Item	Potência Média (W)	Dias estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)		
Varanda estar Fluor. compacta	15	5	0:45	0,056	Varanda estar Incandescente	60	5	0:45	0,225		
Escada Fluor. compacta	15	28	0:10	0,07	Escada Incandescente	60	28	0:10	0,279		
Mezanino - pendente 2 Fluor. compacta	2x15	28	1:00	0,84	Mezanino - pendente Incandescente	2x60	28	1:00	3,36		
Mezanino - arandela Fluor. compacta	15	2	2:00	0,06	Mezanino - arandela Incandescente	60	2	2:00	0,24		
Suíte 1 Fluor. compacta	15	6	0:45	0,067	Suíte 1 Incandescente	60	6	0:45	0,27		
Banheiro da suíte 1 Fluor. compacta	20	6	0:15	0,03	Banheiro da suíte 1 Incandescente	100	6	0:15	0,15		
Banheiro suíte 1 Led	1	6	0:15	0,0015	Banheiro suíte 1 Dicroica	50	6	0:15	0,075		
Suíte 2 Fluor. compacta	15	28	2:00	0,84	Suíte 2 Incandescente	60	28	2:00	3,36		
Banheiro suíte 2 - arandela Fluor. compacta	15	7	0:10	0,017	Banheiro suíte 2 - arandela Incandescente	60	7	0:10	0,07		
Banheiro suíte 2 2 Fluor. Tubulares T5	2x28	28	0:40	1,044	Banheiro suíte 2 2 Fluor. Tubulares T8	2x40	28	0:40	1,492		
Banheiro suíte 2 Led	1	28	0:15	0,007	Banheiro suíte 2 Dicroica	50	28	0:15	0,35		
Closet Fluor. compacta	20	28	0:15	0,14	Closet Incandescente	100	28	0:15	0,7		
Total lâmpadas				8,6264	Total lâmpadas				23,028		
CONSUMO TOTAL EM OUTUBRO/2011				162 kWh	CONSUMO TOTAL EM OUTUBRO/2011				342,18 kWh		

Entende-se que o kWh para o mês de outubro consiste em 1/12 da leitura anual. O somatório mês a mês durante os 12 meses dos kWh do empreendimento, demonstrados na fatura da CELESC, divididos por 12 (meses), apresentaram a média do consumo mensal em 195 kWh para o empreendimento.

Para o convencional, aplicou-se o cálculo pela distribuição linear, que identificou a média de consumo mensal de 411,88 kWh, conforme:

Empreendimento: 162 kWh (outubro/11) – 195k Wh (média mensal/anual)

Convencional: 342,18 kWh (outubro/11) – 411,88 kWh (média mensal/anual)

Logo, verificaram-se valores cobrados pela rede abastecedora CELESC para o mês de março de 2012, quando os primeiros 150 kWh foram tarifados em R\$ 0,39/kWh, e o restante em R\$ 0,47/kWh. Assim, o empreendimento apresentou o custo médio mensal de energia elétrica de R\$ 79,65 e o convencional R\$ 181,58.

Ao final, constatou-se que o empreendimento reduziu o consumo mensal em 217 kWh, e o custo da tarifa em R\$ 101,93. Essa redução deu-se em função da aplicação do sistema de aquecimento d'água por placas solares com apoio elétrico, arquitetura bioclimática para o conforto e a utilização de lâmpadas econômicas, ao contrário do convencional, que fez uso de chuveiro elétrico, um ar condicionado a mais e lâmpadas comuns.

Nesta discussão, buscou-se sintetizar os aspectos levantados ao longo das análises a fim de possibilitar a emersão de dados para a comparação entre o empreendimento e a construção convencional. No próximo item, apresentam-se as considerações finais, em que se tecem comentários e avaliações acerca da discussão apresentada ao longo da pesquisa.

4.3.4 Considerações finais

Através da tabulação dos dados na Tabela 16, foi possível observar a redução do consumo de água em 36% e o de energia elétrica em 52%. Destes, a economia de R\$ 128,14 mensais, ou R\$ 1.537,68 anuais, frente a tarifas de água e de energia elétrica do empreendimento, reduziu os custos na fase de operação em 55%, comparado ao convencional.

Tabela 16: Custos dos sistemas de distribuição de água e de energia elétrica na fase de operação (em reais).

Empreendimento		Convencional	
Total anual	1.265,28	Total anual	2.802,96
Total mensal	105,44	Total mensal	233,58
Consumo de água – 7m ³ /mês	25,79	Consumo de água – 11m ³ /mês	52,00
Consumo de energia elétrica – 195kWh/mês	79,65	Consumo de energia elétrica – 411,88 kWh/mês	181,58

O valor acrescido ao custo do empreendimento de R\$ 13.584,81, dividido pela economia anual das tarifas de R\$ 1.537,68, demonstra que os sistemas implantados visando à economia de água e energia elétrica do empreendimento chegam a ser pagos dentro de 8 anos e meio ao atingirem o ponto de equilíbrio.

Quanto aos demais aspectos técnicos e arquitetônicos de sustentabilidade incorporados ao empreendimento, a diferença de custos de R\$ 21.390,51, restantes da economia anual das tarifas de R\$ 1.537,68, elevaria o *payback* em mais 13 anos e meio. Porém, não deve ser tomada em consideração, visto que o estudo não agregou demais custos operacionais existentes durante a fase de operação de uma edificação (tarifa de esgoto e despesas com manutenção, por exemplo).

5 CONCLUSÕES

Este capítulo relata as conclusões da pesquisa diante dos resultados obtidos, fazendo correspondência aos objetivos específicos estipulados, além de apresentar recomendações para trabalhos futuros.

5.1 Conclusões da Pesquisa

Diante do primeiro objetivo específico “Identificar e avaliar os aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados em um empreendimento habitacional, desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável, tomando como base as proposições do Referencial Técnico Edifícios Habitacionais - Processo AQUA”, pode-se concluir que:

- a. Benefícios socioambientais foram imediatamente identificados no empreendimento desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável, quando, da opção por incorporar aspectos técnicos e arquitetônicos menos impactantes, conduziu-se: à redução dos impactos de sua implantação frente à envolvente e ao entorno imediato; à aplicação de materiais resistentes e de menor impacto ambiental; a um canteiro de obras com baixo impacto ambiental, pela diminuição das perdas de materiais, geração e destinação correta dos resíduos, interferências na vizinhança e nos meios físico, biótico e antrópico; à redução da poluição do ar/água/solo; à coerência e facilidade para a manutenção dos sistemas; às práticas formais fiscais e trabalhistas que contribuem com os direitos dos trabalhadores e para a regularidade dos fornecedores; à melhoria do conforto térmico/acústico/visual/olfativo dos usuários; à salubridade do ar/água e dos ambientes e à minimização da demanda por água e energia elétrica;
- b. Manter o elo entre as decisões tomadas ao longo das fases de programa, concepção e realização, torna-se fundamental para que os objetivos de redução dos impactos do empreendimento sejam alcançados.

Diante do segundo objetivo específico “Comparar os custos do empreendimento desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável aos custos de construções convencionais”, os resultados mostraram que:

- a. O levantamento de alguns custos gerados nas fases de programa, concepção e realização permitiu analisar a viabilidade de alguns dispositivos atualmente empregados em construções sustentáveis;
- b. A fase de realização é a mais custosa, tanto para construções sustentáveis, quanto para construções convencionais. Para as construções convencionais, o custo é reduzido por haver a consolidação do mercado dos materiais/tecnologias convencionais que induzem a valores menores quando comparados a novos sistemas, concordando com a colocação de Nagali (2012);
- c. Aplicar a sustentabilidade em um empreendimento habitacional unifamiliar, tende a exigir maior aporte de verba para sua idealização e construção, porém este fator incide em ganhos socioambientais (referenciados no primeiro objetivo específico).

Diante do terceiro objetivo específico “Avaliar o *payback* dos sistemas implantados para a economia de água e de energia elétrica no empreendimento desenvolvido a partir de diretrizes de construção sustentável”, firma-se que:

- a. Os sistemas implantados para a economia de água e de energia elétrica, demonstraram-se eficazes ao reduzir 36% o consumo de água e 52% o consumo de energia elétrica;
- b. Os sistemas implantados para a economia de água e de energia elétrica tendem a exigir um maior aporte de verba de para sua idealização e construção (140% para a água e 82% para a energia elétrica). Mas esse acréscimo passa a ser um investimento com o uso da edificação, no momento em que é atingido o ponto de equilíbrio de 8 anos e meio.

De modo geral, teve-se o empreendimento condicionando à melhoria da qualidade de vida dos usuários e o desenvolvimento econômico e social em âmbito local, ao incrementar em seu desempenho, aspectos técnicos e arquitetônicos de menor impacto no meio ambiente e viáveis economicamente.

Por fim, espera-se que os dados apresentados incentivem a retroalimentação do setor da construção civil no processo de melhoria contínua, para que cada vez mais, em nível nacional, a construção sustentável se concretize assegurando assim o desenvolvimento sustentável cada vez mais indispensável.

5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Diante dos resultados encontrados e das conclusões desta pesquisa, a possibilidade de se realizarem trabalhos futuros, amplia-se multidisciplinarmente.

Para sua complementação, sugere-se:

1. Cálculos específicos de questões quantitativas não avaliadas por esta pesquisa, propostas pelo Referencial Técnico Edifícios Habitacionais AQUA nas categorias: 4- Gestão da energia, 5 - Gestão da água, 8 - Conforto higrotérmico e 9 - Conforto acústico;
2. Estudos para o *payback* total do empreendimento, incluindo outras tarifas e benefícios que não foram considerados nesta pesquisa;
3. A ampliação do número de estudos em empreendimentos habitacionais unifamiliares de padrão médio de construção, para aprimorar o conhecimento sobre o custo/benefício da sustentabilidade, dado que muitos dos estudos são voltados a condomínios, edificações multipavimentos e habitações de baixa renda.

REFERÊNCIAS

AEC WEB. Arquitetura, engenharia e construção. **AQUA lança selo habitacional**. [s.d.] Disponível em: <<http://www.aecweb.com.br>>. Acesso em: 25 set. 2011.

ARCOWEB. **Sustentabilidade segundo o AQUA**. Entrevista Manuel Martins. 28/09/2009. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Versão Corrigida 2008 (ABNT, 2008).

_____. **NBR 5413**: Iluminância de interiores (ABNT, 1992).

_____. **NBR 5674**: Manutenção de edificações - Procedimento (ABNT, 1999).

_____. **NBR ISO 6492**. Representação de projetos de arquitetura - Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

_____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 14037**: Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. (ABNT 1998).

_____. **NBR 14037**. Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. (ABNT 2011).

_____. **NBR ISO 12006/2001**. Construção de edificação: organização de informação da construção (ABNT, 2001).

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. – Parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. – Parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. – Parte 3: zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005c.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2008.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO (BNDES). **Construção civil**. p. 300-356. 2010. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 29 out. 2011.

BARROS, R. L. Peixoto. **Aspectos ambientais de empreendimentos imobiliários**. Fundação Getúlio Vargas, MBA de Gestão de Negócios Imobiliários e da Construção Civil. jul. 2011.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. LTC Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro: Editora S.A. 2003.

BLANCO, M. **Performance verde**. Construção Mercado, São Paulo, n. 87, p 32, out. 2008.

BNIM Architects. **Building for sustainability**: Sustainability Matrix. Sustainability Resources. The David and Lucile Packard Foundation. Los Altos Project, 2002. Disponível em: <<http://www.bnim.com>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

BRASIL. Lei nº 10257 de 10 de julho de 2001. **Estatuto da cidade**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.>>. Acesso em: 22 dez. 2010.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional 2007**: ano base 2006. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2007.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Política de Desenvolvimento Produtivo. **Indicadores de desempenho da construção civil 2005 – 2010**. Disponível em: <<http://www.pdp.gov.br>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Conceituação**: Cadeia Produtiva. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 27 out. 2011.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum**: Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 429 p., 1991.

BRUNO, R. L. Estudo de vantagens da captação de água de chuva para uso doméstico. **Revista Meio Ambiente Industrial**. 15.04.2011. Disponível em: <<http://www.rmai.com.br>>. Acesso em: 25 maio 2011.

BUENO, C. **Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais**: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul**. Disponível em: <<http://downloads.caixa.gov.br>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de sustentabilidade na construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **O custo unitário básico (CUB/m²)**: informações gerais. Disponível em: <<https://www.cub.org.br/>>. Acesso em: 02 nov. 2011.

CAMBIAGHI, H.; AMÁ, R. **Manual de escopo de serviços e projetos para arquitetura e urbanismo**. São Paulo: Associação dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA. (s.d.) 131p. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento de obras em foco**: um novo olhar sobre a engenharia de custos. São Paulo, PINI, 2009.

CARDOSO, F. F.; ARAÚJO, V. M. **Levantamento do estado da arte**: canteiro de obras. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep 2386/04. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>>. Acesso em: 01 dez. 2010.

CASA AQUA, 2011. **A casa sustentável**. Disponível em: <<http://www.casaaqua.com.br/>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

CEOTTO, L. H. Avaliação de sustentabilidade: balanço e perspectivas no Brasil. In: **Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável**, I. Painel 6, 2008, São Paulo. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

_____. **Sustentabilidade nas edificações custos de construção, operação e manutenção de empreendimentos imobiliários**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.gt5.com.br>>. Acesso em: 07 jan. 2011.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Estrutura tarifária - Tarifa residencial B**. Disponível em: <<http://www.casan.com.br>>. Acesso em: 26 abr. 2012.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO – CDHU. 2008. Secretaria de Habitação do Estado de São Paulo. **Manual de procedimentos gerenciais – Fiscalizadoras**. v. 1. Agosto/2008. Disponível em: <<http://www.habitacao.sp.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Caderno analítico de normas** – sistemas à base de cimento. 2006. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CNI. **Sondagem da indústria da construção**. Ano 2, n. 5, maio 2011. Disponível em: <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 03 ago.2011.

_____. **Sondagem da construção civil. Informativo da Confederação Nacional da Indústria**. CNI. Brasília, ano 1, n. 11, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 22 dez. 2010.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL CBCS. **Impactos da construção**. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br>>. Acesso em 28 out. 2011.

CONSELHO EM REVISTA. Nova Norma Brasileira de Desempenho de Edifícios foca nos resultados. **CREA RS**. Agosto 2010. Ano VI, n. 72, p.20-21.

COSTA, F. D. Certificação Aqua lança casa popular sustentável de até R\$40 mil. In: **Revista Sustentabilidade**. Editora Vespa, abr., 2010. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

DEL MAR, C.P. **Normas técnicas** – desempenho ABNT NBR 15575. Responsabilidades – Garantias. Nov. 2010. Disponível em: <<http://www.sinduscon-mg.org.br>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

DINIZ, E. M. Os resultados da Rio + 10. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 15, p. 31-35, 2002. Disponível em: <<http://www.geografia.fflch.usp.br>>. Acesso em: 20 out. 11.

DUTRA, F. **Plano diretor e a proteção do meio ambiente**. Banco do Conhecimento. 23 de julho de 2008. Disponível em: <<http://www.portaltj.tjrj.jus.br>>. Acesso em: 29 jun. 2011.

ECO BUILDINGS. **Casa Aqua**: um modelo de habitação sustentável e de baixo custo. 6 de maio de 2010. Disponível em: <<http://www.ecobuildings-greenbuildings.blogspot.com.br>>. Acesso em: 18 jan. 2012.

ELETROSUL 2011. **Casa eficiente**. Disponível em: <<http://www.eletrosul.gov.br>>. Acesso em: 05 ago. 2011.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO EBC. **Setor da construção civil deve crescer acima do PIB nacional, aponta estudo do Dieese**. 11/05/2011. Disponível em: <<http://agenciabrasil.etc.com.br>>. Acesso em: 28 out. 2011.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Núcleo de Real State Comitê de Mercado. **A contribuição dos arquitetos para a melhoria do desempenho dos empreendimentos de real estate**. Reunião junho 2011. Disponível em: <<http://www.realestate.br>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FANTICELE, F. B.; ALVAREZ, C. E. O Projeto Bioclimático Enquanto Instrumento de Análise da Legislação Urbanística de Vitória: Ensaio de um Condomínio Multifamiliar. In: **Seminário Internacional**, VII. O espaço sustentável – Inovações em Edifícios e Cidades. São Paulo: Nutau, 2008.

FEBRABAN. Federação Brasileira de Bancos. **Construção sustentável** – 17º Café com sustentabilidade. São Paulo, 2010. 32p.

FELDMANN, F. **Sustentabilidade e responsabilidade social**. Valor econômico, São Paulo, 26 ago. 2002, p. 17. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: Prol, jun. 2005. 151p.

FINESTRA. **Residência de alta qualidade ambiental**. 10 de fevereiro de 2010. Disponível em: <<http://www.revistafinestra.com.br>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

_____. Precisamos de mais tempo. **Revista Finestra**, 72. ed., jan./fev. 2012.p. 12-16.São Paulo: Arqpress.

_____. Certificações estimulam mudanças no mercado. **Revista Finestra**, 73. ed., mar./abr. 2012.p.66-71.São Paulo: Arqpress.

FIRMINO, A. M.; SANTOS, H. N.; PINA, J. H. A.; RODRIGUES, P. de O.; FEHR, M. A relação da pegada ecológica com o desenvolvimento sustentável/cálculo da pegada ecológica de Toribaté. **Caminhos de geografia**, Uberlândia, v. 10, n. 32 dez./2009 p. 43.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, 2010. **Referencial técnico de certificação de edifícios habitacionais**. Disponível em: <<http://www.processoaqua.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

_____. 2011a. **Alta qualidade ambiental em seu empreendimento**. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br>>. Acesso em: 24 dez. 2011.

_____. 2011b. **Notícias**: especialistas internacionais e empreendedores relatam suas experiências com a certificação AQUA. Data 24.03.2011. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br>>. Acesso em: 25 ago. 2011.

_____. **Empreendimentos certificados AQUA**. (2012). Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Aspectos ambientais de empreendimentos imobiliários**. Prof. Ricardo Luiz Peixoto de Barros. MBA de Gestão Negócios Imobiliários e da Construção Civil, Balneário Camboriú. Julho 2011.

GEHLEN, J. Aplicando a Sustentabilidade e a Produção Limpa aos Canteiros de Obras. 2nd International Workshop - Advances in Cleaner Production. **Key Elements for a Sustainable World: Energy, Water And Climate Change**. São Paulo – Brazil – May 20th-22nd – 2009.

GHAURI, P.N; GRONHAUG, K. **Research methods in business studies**. A practical guide. New York: Prentice Hall, 1995.

GIVONI, B. Comfort climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, v.18, n.1, p.11 – 23, 1992.

GODOY, A.M.G. **O Clube de Roma** – Evolução Histórica. 01 set. 2007. Disponível em:

<<http://amaliagodoy.blogspot.com>>. Acesso em: 06 abr. 2010.

GOKLANY, I.M. O desenvolvimento do homem e do ambiente. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 25 set. 2002. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

GOMES, Marcos Pinto Correia. **O plano diretor de desenvolvimento urbano** - após o estatuto da cidade. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.mp.go.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 11.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. In: **Ambiente construído**. Porto Alegre: v. 6, n. 4, out./dez. 2006. p. 51-81.

GORON, L. S.; OLIVEIRA, J.M.; TUBINO, R.M.C. Índice de Sustentabilidade para a construção civil: proposta de check-list nacional. In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 2009. **Anais...** São Paulo: UNIP, 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net>>. Acesso em: 25 jul. 2010.

GOULART, S. **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações de Florianópolis**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL - GBC, 2011. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/?p=certificacao>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

GREENPEDIA, 2011. **High Quality Environmental Standard (HQE)**. Disponível em: <<http://www.greenpedia.greenvana.com>>. Acesso em: 24 dez. 2011.

GRUPO SUSTENTAX, 2011. **Selo Sustentax**. Disponível em: <<http://www.selosustentax.com.br>>. Acesso em: 07 jan. 2011.

HANDLER, A. B. **Systems approach to architecture**. New York: American Elsevier Pub Comp. Inc., 1970. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

HERSHBERGER, R. G. **Architectural Programming and Predesign Manager**. Nova York: McGraw-Hill, 1999. 400 p.

INSTITUTO AKATU E ETHOS. **O consumidor brasileiro e a sustentabilidade**: atitudes e comportamentos frente ao consumo consciente, percepções e expectativas sobre a SER - Pesquisa. São Paulo: Corset Artes Gráficas e Editora Ltda. 2010, 60p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011. **Número de Municípios e população nos Censos Demográficos de 2000/2010 segundo as classes de tamanho da população**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

_____, 2012. **Em 2011, PIB cresce 2,7% e totaliza R\$ 4,143 trilhões**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 12 jul. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA -

INMETRO. **Etiqueta de Eficiência Energética para Edificações**. 02 jul. 2009. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 03 nov. 2010.

JHON, V. M.; PRADO, R. T. A. (Coord.). **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras, 2010. Realização Caixa.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: **Encontro Nacional Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, I**. Canela: Antac, 2001.

KAICK, T. S. V. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes**: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

KATS, G.H. **The costs and financial benefits of green buildings** – a report to California's sustainable building task force. California, USA, 2003a, 134 f. Disponível em: <<http://www.scribd.com>>. Acesso em: 09 jan. 2011.

KATS, G.H. **Green building costs and financial benefits**. Massachusetts, USA: Massachusetts Tecnology Collaborative, 2003b, 10p. Disponível em: <<http://www.cape.com>>. Acesso em: 09 jan. 2011.

KLABIN, I. Capitalismo verde. **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP**. São Paulo. n. 187, p. 10-15, set. 2011.

KOMEKO. **Manual do usuário**: aquecedor solar Komeko. Disponível em: <http://www.komeco.com.br>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Analysis Bio. Versão 2.1.1**. UFSC – ECV – NPC – LabEEE, 2003. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br>>. Acesso em: 24 mai. 2011.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa eficiente**: bioclimatologia e desempenho térmico. Florianópolis: UFSC, 2010. v. 1, 127 p.

LIU, A. W.; MELHADO, S. B. **O papel do briefing na gestão de projetos de edifícios de escritórios**. v. 4, n. 1, maio 2009. Gestão & Tecnologia de Projetos. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br>>. Acesso em: 03 nov. 2011.

MARCA, D.; MCGOWAN, C. L. **SADT**: Structural Analysis and Design Technique. New York: McGraw Hill Book Company, 1988.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino**: estudo de caso em Florianópolis - SC. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br>>. Acesso em: 25 mai. 2011.

MARTINS, M. O que é o Processo AQUA?. In: **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) 2009**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 30 mai. 2012.

MCT (2000). **Necessidades de ações de desenvolvimento tecnológico na produção da construção civil e da construção habitacional**. Texto-base de *workshop* de mesmo nome. Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Política Tecnológica Empresarial, 31/10/2000. 21 p.

MOREIRA, D. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura**. Ambiente construído, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 31-45, abr./jun. 2009. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br>>. Acesso em: 04 ago. 2011.

MUNIZ, R. M. R.; BORGES, K. L.; MAGALHÃES, A. C.B.; GARVIL, C. Felicidade, liberdade e desenvolvimento sustentável: construção de indicadores e uma proposta para o gestor municipal. In: **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v. III. Tupã: ANAP: 2007. Disponível em: <<http://www.amigosdanatureza.org.br>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

MUNRÓ, M. C. M. Norma de desempenho de edificações e o desafio para a construção civil do Brasil em 2010. In: **Conselho em Revista**, Porto Alegre, Ano VI, n. 71, p. 28, jul. 2010.

NAGALLI, A.; TEIXEIRA, C. A.; OKRASKA, F. L. Comparativo técnico e econômico entre obras comerciais com características sustentáveis e convencionais. **Techne: Revista de Tecnologia da Construção** (São Paulo), v. 179, p. 60-63, 2012.

NOGUEIRA, S. Questões de Sustentabilidade, Selo Procel. In: **Revista Técnica**, São Paulo, 162. ed., ano 18, p.22, set. 2010.

NORMA REGULAMENTADORA 9 (NR-9). Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994 da Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho, do Ministério do Trabalho. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br>>. Acesso em: 24 fev. 2012.

OLIVEIRA, R. Qualidade do projeto. WORKSHOP BRASILEIRO DA GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

_____. Gestão do processo de projeto para construção sustentável. **Workshop Brasileiro Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, VIII**. São Paulo, 3 e 4 de novembro 2008. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br>>. Acesso em 22 mar. 2011.

OLIVON, B. 5 fatores, fora a crise, que derrubam o PIB brasileiro. In: **Revista Exame**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **RIO + 20**: United Nations Conference on Sustainable Development. 2011. Disponível em:<<http://www.uncsd2012.org>>. Acesso em: 19 out. 2011.

PERÓN, D. **Das glebas aos continentes: um diálogo sobre indicadores socioambientais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 2010. Disponível em: <<http://www.bdt.d.ufscar.br>>. Acesso em: 01 mai. 2012.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 426 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e construção sustentável**. Amadora, Lisboa: Instituto do Ambiente. 2006. Disponível em: <<http://www.lidera.info>>. Acesso em: 30 mai. 2012.

PISANI, M. A. J. Tijolos de Solo Cimento: um material de baixo impacto ambiental. In: **Revista de Arquitetura e Construção, Aedificandi**, São Paulo, v. I, n. 1, p. 01-17, 2006.

PORTUGAL, G. **Desenvolvimento sustentável**. Jan. 1996. Disponível em: <<http://www.gpca.com.br>>. Acesso em: 27 out. 2011.

PROGRAMA PARA AS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal IDH-M** 2003. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Acesso em: 13 abr. 2012.

RESK, S. S. O que esperar da Rio+20. In: **Planeta Sustentável**. 15/02/2011. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

RODRIGO, A. G.; CARDOSO, F. F. Histórico e análise da implantação da certificação pelo Processo AQUA – Alta Qualidade Ambiental. In: **Sustainable Building 2010 Brazil (SB10)**. CBCS/Unicamp/UFES/UFSC, São Paulo, 8 e 9 novembro 2010.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMANO, F. V.; BACK, N. E OLIVEIRA, R. Systematization of pre-designing activities in the management of the building design process, in Product Management and Design, **Brazilian Journal of Product Development Management**, v. 3, n. 1, August 2005.

SANTOS, A. O.; SCHMITT, C. M. Manual do usuário: avaliação de seu conteúdo segundo a NBR 14.037/98 e a perspectiva dos usuários. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção III Sibragec, III**. UFSCar, São Carlos, SP - 16 a 19 de setembro de 2003.

SANTOS, R. Mais competitividade para a indústria nacional. In: **Valor Econômico**. 27/04/2012. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br>>. Acesso em: 14 jul. 2012.

SATTLER, M. Sustentabilidade: a construção fazendo sua parte. **Conselho em Revista**. Porto Alegre. Ano III, n. 33. p. 15. maio 2007.

SCUSSEL, M. C. B. **O lugar de morar de Porto Alegre: uma abordagem para avaliar aspectos de qualificação do espaço residencial, à luz de princípios de sustentabilidade**. 2007. 312 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SERRANO, L. M.; BARBIERI, A. F. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável no Brasil: uma descrição de indicadores de sustentabilidade ambiental aplicáveis à realidade brasileira. **Encontro Nacional de Estudos Populacionais, XVI**. Caxambu- MG, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br>>. Acesso em: 20 out. 11.

SETTE, A. T. M. S. **Governança global e redes globais de políticas públicas: atores brasileiros no cenário das mudanças climáticas**. 2010. 127p. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SICILIANO, A. L.; ABBUD, B.; AMADO, E.; PARSchALK, G; PORTO, M.; SCALA, M. S. A.; VASCONCELOS, O.; LISBOA, P. **Recomendações básicas de sustentabilidade para projetos de arquitetura** – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - AsBEA. São Paulo, 30 de março de 2007. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

SILVA, V. G. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. **Revista Ambiente Construído (Online)**, v. 7. p. 47, 2007.

SIQUEIRA, R. A. **Peso econômico das soluções projetuais nas habitações de interesse social: estudo de caso dos conjuntos habitacionais do Programa de Crédito Solidário em Belo Horizonte**. 2008. 148 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Núcleo de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SOARES, S. R.; SOUZA, D. M.; PEREIRA, S. W. Avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil. **Construção e meio ambiente**. SATTler, M. A.; PEREIRA, F. O. R. (Ed.). Porto Alegre: Habitare, v. 7, 2006. p. 96-127. Disponível em: <http://www.habitare.org.br>>. Acesso em: 29 fev. 2011.

SOLANO, R. B. P. A importância da Arquitetura Sustentável na redução do impacto ambiental. In: **Seminário Internacional, VII**. O Espaço Sustentável – Inovações em Edifícios e Cidades. São Paulo: Nutau, 2008.

SOUZA, A. D. S. **Ferramenta ASUS: proposta preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da SBTool**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

SOUZA, C. R.; ABRAHÃO, R. C.; FREITAS, M. C.D.; TAVARES; S. F.; KRUGER, J. A.; JUNIOR, R. M. **Panorama dos currículos de cursos de arquitetura e engenharia civil sobre a inserção da temática sustentável**. Porto Alegre: Antac. 2009.

SUSTENTABILIDADE, 2010. **Obra do complexo do Shopping Cidade Jardim troca certificação LEED por Aqua**. 7 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br>>. Acesso em: 01 out. 2011.

_____, 2012. **Brasil entra na era da análise do ciclo de vida para a construção verde**. 30 de março de 2012. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br>>. Acesso em: 01 jul. 2012.

TAVARES JUNIOR, W. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte.** 2001. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

TECHNE. **Especialistas destacam importância de certificações para melhorar o desempenho ambiental dos edifícios.** Em 12 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br>>. Acesso em: 01 out. 2011.

VEJA. **Catástrofes anunciadas: déficit habitacional no Brasil é de 5,8 milhões de moradias.** 04.04.2011. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

VOLTOLINI, Ricardo. **Lembrando Prahalad, sobre inovação e sustentabilidade.** 05/10/2011. Portal Responsabilidade Social. Com. Edição: 145 Ano: 9. Disponível em: <<http://www.responsabilidadesocial.com>>. Acesso em 25 nov. 2011.

YAGI, C.; SCOPEL, C.; BERNARDES, C.; CSILLAG, D.; CAMPOS, E. F.; LEITE JÚNIOR, H. F. **Condutas de sustentabilidade no setor imobiliário residencial.** 2007. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAMBRANO, L.M. A.; BASTOS, L.E. G.; FERNANDEZ, P. Procedimentos e instrumentos para integração dos princípios do desenvolvimento sustentável ao projeto de arquitetura. In: **V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis.** Canela: Antac, 2009. p. 255-266. v. II.

ZAMBRANO, L. M. A.; BASTOS, L. E. G.; FERNANDEZ, P. Integração dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura. In: **Seminário Internacional, VII. O Espaço Sustentável – Inovações em Edifícios e Cidades.** São Paulo: Nutau, 2008.

ZENID, Geraldo José (Coord.). **Madeira: uso sustentável na construção civil.** 2. ed., São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, SVMA, 2009. Série II. (Publicação IPT, 3010).

APÊNDICE A

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento

1.Relação do edifício com o seu entorno		
Fase de programa Nível máximo: BOM	Fase de concepção Nível máximo: BOM	Fase de realização Nível máximo: BOM
<p>Caracterização geral da envoltória urbana e natural</p> <p>Elementos do clima:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Posicionamento solar do terreno. ▪ Sombreamentos incidentes. ▪ Bloqueios existentes quanto à ventilação. ▪ Precipitações: pesquisa para a viabilidade de implantação de sistema de coleta de águas pluviais (Categoria 5). 	<p>Soluções técnicas e arquitetônicas a serem implantadas</p> <p>Elementos do clima:</p> <p>Projeto arquitetônico/bioclimático, conforme:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajetória solar: disposição dos ambientes, localização e dimensionamento de aberturas, barreiras de proteção, sombreamentos provocados no entorno e locação do empreendimento em relação ao sombreamento provocado pelo entorno. ▪ Ventos dominantes e vindos do sul (frios): disposição dos ambientes, localização e dimensionamento de aberturas e barreiras de proteção. ▪ Temperatura e umidade: pesquisa para condições de conforto térmico. <p>Projeto do canteiro de obras, em especial o barracão provisório, conforme:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trajetória solar: localização e dimensionamento de aberturas e locação em relação ao sombreamento provocado pelo entorno. ▪ Ventos dominantes e precipitações: localização e dimensionamento de aberturas. ▪ Temperatura e umidade: condições para conservação dos materiais de construção. <p>Vistas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposição dos ambientes, localização e dimensionamento de aberturas, barreiras de proteção. ▪ Composição arquitetônica mantendo o padrão das edificações do condomínio – relações quanto ao impacto na vizinhança. 	<p>Aplicação e tratamento final das condições dos projetos</p> <p>Elementos do clima:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico/bioclimático. ▪ Implantação das disposições do projeto de canteiro de obras. <p>Vistas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico.
<p>Vistas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oportunidades e restrições visuais quanto aos confrontantes. ▪ Contexto visual das edificações do condomínio (padrão). 		

<p>Águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Escoamento no terreno e no condomínio. ▪ Riscos de alagamento. 	<p>Águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pouca interferência na topografia do terreno, visto sua vantagem para o escoamento de águas pluviais. 	<p>Águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamento final das curvas de níveis: plantio de grama para estabilizar o solo movido (espécie local)
<p>Ecosistemas e biodiversidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservação do meio: disposições locais / municipais ambientais - competência do condomínio. ▪ Paisagismo: espécies vegetais locais. 	<p>Ecosistemas e biodiversidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preservação da árvore existente no terreno. ▪ Plantio de árvores novas – criação de barreira visual e de contenção de ventos. 	<p>Ecosistemas e biodiversidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico.
<p>Topografia do terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento planialtimétrico. ▪ Sondagem do solo. ▪ Riscos de desabamento de terra. ▪ Riscos de comprometimento de estruturas adjacentes. 	<p>Topografia do terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pouca interferência na topografia do terreno por possuir curvas de níveis amenizadas. ▪ Projeto das fundações a partir do diagnóstico da sondagem do solo. ▪ Muro de contenção para um dos confrontantes. 	<p>Topografia do terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A pouca movimentação de terra foi dada dentro do próprio terreno. ▪ Materiais locais e mão de obra especializada para a construção da fundação e do muro de contenção. ▪ Contratação de empresa com procedimentos conformes para não comprometer estruturas adjacentes.
<p>Regulamentação local aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposições locais / municipais de construção. 	<p>Regulamentação local aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recuos, área construída e projeção no solo. 	<p>Regulamentação local aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico.

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
2. Escolha integrada produtos, sistemas e processos construtivos	Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE	Fase de realização Nível máximo: EXCELENTE
<p>Caracterização geral da envoltória urbana e natural</p> <p>Escolha de produtos, sistemas e processos: Criação de banco de dados para produtos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Empresas conformes ao PBQP-H, SINAT ou INMETRO. ▪ Conformidade com as normas técnicas da ABNT ▪ Análise do ciclo de vida para outros não conformes. ▪ Componentos, desempenhos e vidas úteis. ▪ Renováveis, recicláveis e reutilizáveis. ▪ Certificação ambiental e menos poluentes. ▪ Facilidades de construção, conservação, manutenção e desconstrução. <p>Criação de banco de dados para sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aquecimento de água por placas solares e apoio elétrico. ▪ Coleta, distribuição e reuso de águas cinza; ▪ Redução da emissão de efluentes. ▪ Telhado verde. ▪ Pesquisa de disponibilidades no mercado local. <p>OBS: Não foi encontrado no mercado local disponibilidade para utilização de cimento CPIII e CPIV.</p>	<p>Soluções técnicas e arquitetônicas a serem implantadas</p> <p>Escolha de produtos, sistemas e processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Completa aplicação dos produtos referenciados no banco de dados: estrutura vertical, horizontal, fachadas, coberturas, divisórias e revestimentos internos. ▪ Maior parte dos produtos empregados na estrutura vertical, horizontal e fachadas garantem facilidades para desconstrução seletiva, possibilidade de reuso ou reciclagem ao final da vida útil da edificação. ▪ Produtos de fabricantes que não praticam a informalidade fiscal e trabalhista, prioritariamente. <p>Escolhas construtivas diante da vida útil da edificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados: vida útil conforme o da edificação. ▪ Facilidade de acesso para conservação de fachadas, telhados, revestimentos internos, esquadrias, divisórias internas e forros. ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados: pisos – desempenho / madeiras – certificação. ▪ Facilidades para evolução e mudanças de uso ou de distribuição do ambientes. ▪ NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. ▪ Adequação ergonômica do mobiliário e funcionalidade. 	<p>Aplicação e tratamento final das condições dos projetos</p> <p>Escolha de produtos, sistemas e processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeção dos produtos no ato do recebimento – recusar não conformes ▪ Prioridade para produtos de fabricantes de maior proximidade. Somente 2 produtos foram adquiridos de fabricantes com distância considerável, porém não ultrapassando 300 km do local da obra – redução de efeitos negativos relacionados ao transporte ▪ Implantação das disposições dos projetos

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
3. Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE	Fase de realização Nível intermediário: SUPERIOR
<p>Fase de programa Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Disposições básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Definição de objetivos ambientais para o canteiro. <p>Limitação dos incômodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Adequar as atividades para os horários permitidos pelo condomínio. <p>Limitação dos riscos de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contratação de empresas conformes quanto à destinação correta no meio ambiente. <p>Gestão dos resíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Manter o controle da geração de resíduos. Privar pelo beneficiamento dos resíduos na própria obra. <p>Controle dos recursos água e energia elétrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementação de um controle para os consumos de água e de energia. <p>Balanco do canteiro de obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para verificar os esforços e os efeitos das disposições ambientais implementadas. 	<p>Disposições básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contratação de empresas aptas a aplicar os objetivos ambientais propostos para o canteiro. <p>Limitação dos riscos de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> No projeto do barracão, adequar as zonas para estocagem de materiais, isoladas do solo e com sinalização específica. <p>Gestão dos resíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> No projeto do barracão, dispor lixeiras sinalizadas, específicas para triagem de materiais. Lista estimativa dos resíduos produzidos. Para resíduos possíveis de beneficiamento, prever o local de aplicação na construção. <p>Controle dos recursos água e energia elétrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicação dos produtos referenciados no banco de dados para os sistemas de distribuição de água e de energia, prevendo posterior aplicação no empreendimento. 	<p>Disposições básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Designação de profissional competente para fornecer as informações quanto aos objetivos ambientais. <p>Limitação dos incômodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entregas de produtos e atividades ruidosas conforme horários do condomínio. Limpeza e manutenção do canteiro. <p>Limitação dos riscos de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> Betoneira com reservatório de decantação para a recuperação das águas usadas na lavagem, antes de seu reuso. <p>Gestão dos resíduos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lista das quantidades dos resíduos produzidos para programação de retirada pelas empresas que farão a destinação correta. <p>Controle dos recursos água e energia elétrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Verificação diária, ao final do expediente, do correto desligamento de torneiras, lâmpadas e equipamentos. <p>Balanco do canteiro de obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> NÃO REALIZOU (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior).

Aspectos técnicos e arquitetónicos incorporados no empreendimento		
4. Gestão da energia	Fase de concepção Nível intermediário: SUPERIOR	Fase de realização Nível máximo: EXCELENTE
<p>Fase de programa Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Redução do consumo pela concepção arquitetónica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Melhorar a aptidão da envoltória para limitar desperdícios. 	<p>Redução do consumo pela concepção arquitetónica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto bioclimático: Barreira com vegetação perene para bloqueio dos ventos dominantes e sul. Cálculos da transmitância térmica ponderada da envoltória: NÃO REALIZOU (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior). Utilizou somente dados de revisão da literatura, o que não confirma o desempenho integralmente. 	
<ul style="list-style-type: none"> Melhorar a aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Projeto bioclimático (projeções na edificação servindo de bloqueio da radiação solar e inserção de parede dupla de tijolo solo cimento na orientação oeste/horoeste) e projeto lumínico. 	
<p>Redução do consumo pelo uso de energias renováveis locais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pesquisa para a viabilidade de implantação de sistema de placas solares para aquecimento d'água. 	<p>Redução do consumo pelo uso de energias renováveis locais e produção de água quente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudo técnico detalhado conforme o fabricante sobre critérios de projeto arquitetônico e hidráulico para as placas solares. Desempenho do sistema para produção de água quente - desempenho mínimo de 80% conforme diagnosticado pelo fabricante. 	<p>Redução do consumo pelo uso de energias renováveis locais e produção de água quente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mão de obra especializada.
	<p>Redução do consumo de energia primária não renovável:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudo térmico do nível de consumo de energia para controle de temperatura interna e equipamentos: NÃO REALIZOU (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior). Utilizou somente dados de revisão de literatura, o que não confirma o desempenho integralmente. Projeto arquitetônico mantendo facilidade de acesso para a medição dos sistemas de aquecimento de água e de iluminação artificial - controle da eficiência energética. Controle do consumo de energia nas áreas comuns - terreno: projeto lumínico. 	<p>Redução do consumo de energia primária não renovável:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mão de obra especializada.

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
5. Gestão da água		
<p>Fase de programa Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Redução do consumo de água potável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa por produtos e sistemas economizadores no mercado local. 	<p>Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Redução do consumo de água potável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação de sistemas economizadores: válvula redutora de pressão (com pressão estática a 300 kPa), caixa de descarga da bacia sanitária com capacidade igual a 6 litros com mecanismo de duplo acionamento, metais sanitários com dispositivos economizadores (segundo informado pelo fabricante), misturadores para água quente e hidrômetro individual em local de fácil acesso. • Previsão do consumo anual de água potável: NÃO REALIZOU cálculos, porém utilizou-se de informações da revisão da literatura para implantação de sistemas. Esta pesquisa confirma no capítulo posterior que houve redução do consumo. • Seleção de espécies vegetais de baixo consumo para irrigação. 	<p>Fase de realização Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Redução do consumo de água potável:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2).
<p>Gestão de águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisa para a viabilidade de implantação de sistema de coleta de águas pluviais (Categoria 1). 	<p>Gestão de águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de águas pluviais: • Sistema de coleta para usos não potáveis. • Dispositivos separados das instalações de água potável e com identificação das torneiras. • Realização de um estudo técnico prévio – projeto hidráulico e sanitário. 	<p>Gestão de águas pluviais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2).
AQUA NÃO AVALIA, porém foi colocado no empreendimento		
<p>Reuso de água cinza</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesquisa para a viabilidade de implantação de sistema . 	<p>Reuso de água cinza.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de reuso de águas cinza para usos não potáveis. • Dispositivos separados das instalações de água potável e com identificação das torneiras. • Realização de um estudo técnico prévio – projetos hidráulico e sanitário. 	<p>Reuso de água cinza</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2). ▪ Mão de obra capacitada à realizar os projetos hidráulico e sanitário.

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
6. Gestão dos resíduos e efluentes de uso e operação		
<p>Fase de programa Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Adequação entre a coleta interna e a coleta externa, controle da triagem e armazenamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informação das práticas do condomínio sobre a coleta de lixo. 	<p>Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Adequação entre a coleta interna e a coleta externa, controle da triagem e armazenamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto arquitetônico apropriado com local de armazenamento intermediário, dimensionado de forma coerente com os fluxos de entrada e saída e com lixeiras classificando os tipos de resíduos. • Zona de compostagem com dimensionamento conforme o fluxo de saída. 	<p>Fase de realização Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Adequação entre a coleta interna e a coleta externa, controle da triagem e armazenamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico.
AQUA NÃO AVALIA, porém foi colocado no empreendimento		
<p>Redução da poluição do solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa de sistemas para redução da poluição do solo - banco de dados (Categoria 2). 	<p>Redução da poluição do solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto sanitário com sistema de filtragem por zona de raízes (Categoria 2), com dimensionamento conforme revisão da literatura. 	<p>Redução da poluição do solo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto sanitário.

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
7. Gestão da manutenção	Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE	Fase de realização Nível máximo: EXCELENTE
<p>Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para gestão da água, gestão dos resíduos e outros equipamentos. 	<p>Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para gestão da água: medidor individual, registro acessível permitindo isolar a unidade habitacional (água fria e água quente), folga de 30% entre as tubulações PEX (<i>Cross-linked polyethylene</i>) embutidas em laje e registros que permitam isolar cada ambiente úmido da unidade habitacional (água fria e água quente) - projeto hidráulico. • Para gestão dos resíduos: local bem iluminado e com revestimento em cerâmica até 1,40m de altura das paredes (projeto arquitetônico), equipado com um ponto de água com registro (projeto hidráulico) e com tubulação de esgoto dotada de ralo sifonado e ventilada (projeto sanitário). • Para outros equipamentos: ao sistema de placas solares para limpeza periódica das placas e acesso ao controlador de temperatura (projeto arquitetônico). 	<p>Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico, hidráulico e sanitário.
<p>Equipamento para a permanência do desempenho na fase de operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa para viabilidade de implantação de sistema de automação predial para os sistemas de consumo de água, iluminação e proteção contra a incidência direta do sol. 	<p>Equipamento para a permanência do desempenho na fase de operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NÃO REALIZOU por não estar no orçamento disponível. Esta não é uma exigência obrigatória do AQUA, por isso não conduziu para a redução do nível da categoria. 	
	<p>Informação destinada aos futuros ocupantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realização do manual do proprietário. 	

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
<p>8. Conforto higrotérmico</p> <p>Fase de programa Nível máximo: EXCELENTE</p>	<p>Fase de concepção Nível intermediário: SUPERIOR</p> <p>Medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno, assegurando resfriamento sem aparelho de ar-condicionado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto arquitetônico/bioclimático, conforme revisão da literatura (Categoria 1), SEM REALIZAR cálculos específicos, simulações ou medição <i>in loco</i> das temperaturas de conforto de verão e inverno. Porém, este fato não garante o desempenho, fazendo com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior. 	<p>Fase de realização Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados: desempenhos (categoria 2).
<p>9. Conforto acústico</p> <p>Preocupou-se apenas com as disposições arquitetônicas espaciais para melhoria do conforto acústico interno. Não aplicou cálculos, pois considerou que as atividades exercidas no empreendimento e o contexto do entorno (distanciamento das edificações confrontantes e da rodovia) não implicariam interferências acústicas consideráveis.</p> <p>Como o AQUA apresenta avaliação segundo cálculos, esta categoria não foi considerada para a avaliação do nível de sustentabilidade do empreendimento</p>		

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
10. Conforto visual	Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE	Fase de realização Nível intermediário: SUPERIOR
<p>Fase de programa</p> <p>Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Aproveitar a iluminação natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adequação das aberturas conforme diretrizes do Zoneamento Bioclimático Brasileiro (Z3 Florianópolis) (Categoria 1). <p>Disponibilizar uma iluminação artificial confortável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adequação do nível de iluminância. <p>Disponibilizar dispositivos economizadores: produtos conforme o banco de dados (categoria 2).</p> <p>Disponibilizar uma iluminação artificial das zonas exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otimizar a aplicação nos projetos arquitetônico e luminotécnico. 	<p>Fase de concepção</p> <p>Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Aproveitar a iluminação natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto bioclimático: dimensionamento das aberturas da sala de estar superior a 15%, das cozinhas superior a 10% e dormitórios superior a 15%, conforme a revisão da literatura. <p>Disponibilizar uma iluminação artificial confortável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto luminotécnico. <p>Disponibilizar comando de iluminação por detector de presença no hall, na circulação das escadas e no exterior.</p> <p>Disponibilizar uma iluminação artificial das zonas exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar luminárias que possuam refletores orientados para o solo. • Projetar iluminações dos caminhos e circulações de forma a não serem encobertas pela vegetação. 	<p>Fase de realização</p> <p>Nível intermediário: SUPERIOR</p> <p>Aproveitar a iluminação natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implantação das disposições do projeto arquitetônico/bioclimático. <p>Disponibilizar uma iluminação artificial confortável:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implantação das disposições do projeto luminotécnico. • Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2). <p>NÃO REALIZOU por não estar no orçamento disponível (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior).</p> <p>Disponibilizar uma iluminação artificial das zonas exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2).

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
11. Conforto olfativo		
<p>Fase de programa Nível máximo: BOM</p> <p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuidados para instalação de gás. • Dimensionamento de aberturas conformes ao código de obras local e projeto bioclimático (Categoria 1). 	<p>Fase de concepção Nível máximo: BOM</p> <p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projeto conforme a norma ABNT NBR 13103 - Adequação de ambientes residenciais para instalação de aparelhos que utilizam gás combustível - ventilação permanente nas cozinhas e banheiros e cuidados para que os dispositivos de sombreamento não impeçam o funcionamento das saídas de ar. • Posicionamento adequado das aberturas para ventilação natural, e dimensionadas de forma que seja a metade da superfície de iluminação natural (Categoria 10). 	<p>Fase de realização Nível máximo: BOM</p> <p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico/bioclimático. ▪ Aplicação dos produtos conforme o banco de dados (categoria 2).
12. Qualidade sanitária dos ambientes		
<p>Fase de programa Nível máximo: BOM</p> <p>Criar boas condições de higiene nos ambientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalações dos ambientes úmidos conforme o código de obras local. 	<p>Fase de concepção Nível máximo: BOM</p> <p>Criar boas condições de higiene nos ambientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos em vedações verticais com a altura da barra impermeável: na cozinha de 1,50m e banheiros de 2,00m. • Vedações verticais que não degradam com a água. 	<p>Fase de realização Nível máximo: BOM</p> <p>Criar boas condições de higiene nos ambientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto arquitetônico. ▪ Aplicação dos produtos, conforme o banco de dados (categoria 2).
<p>Controle das fontes de odores desagradáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distanciamento da edificação e construções vizinhas. 	<p>Controle das fontes de odores desagradáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localização da zona de compostagem, e dimensionamento conforme fluxo de lixo (Categoria 6). • Locais de armazenamento dos resíduos devem ser arejados e ventilados (Categoria 6). • Projeto sanitário estruturado de modo a impedir que os gases provenientes do interior do sistema atinjam áreas de utilização e edificações vizinhas. 	<p>Controle das fontes de odores desagradáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação das disposições do projeto sanitário.

Aspectos técnicos e arquitetônicos incorporados no empreendimento		
13. Qualidade sanitária do ar		
<p>Fase de programa Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conforme disposições da Categoria 11 <p>Controle das fontes de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escolha de produtos de modo a limitar os impactos da construção à qualidade do ar interior e à saúde humana. 	<p>Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conforme disposições da Categoria 11 <p>Controle das fontes de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não empregar produtos à base de amianto ou que contenham amianto em sua composição. • Projeto luminotécnico: lâmpadas fluorescentes compactas • Somente tintas ecológicas e à base de água. 	<p>Fase de realização Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Ventilação eficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conforme disposições da Categoria 11. <p>Controle das fontes de poluição:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escolha de produtos conforme o banco de dados - menos poluentes e com desempenho avaliado pelo programa de etiquetagem do Inmetro (Categoria 2).
14. Qualidade sanitária da água		
<p>Fase de programa Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Assegurar a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações sobre a qualidade da água: obter os resultados da análise da qualidade da água realizada antes do hidrômetro e os resultados da análise da água que sai das torneiras após a execução das instalações. • Declarações e autorizações sanitárias necessárias para o sistema de aproveitamento de água pluvial. 	<p>Fase de concepção Nível máximo: EXCELENTE</p> <p>Assegurar a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de aproveitamento de água pluvial com separação da rede de água potável das redes de água não potável e distinção e identificação das tubulações de água não potável por meio de cores das tubulações das redes de água potável (Categoria 5). • Projetar os reservatórios de água não potável para reutilização, considerar o esvaziamento dos mesmos, a proteção em relação à poluição exterior e à entrada de insetos e animais, a proteção em relação a elevações de temperatura e o acesso aos seus pontos internos – projeto hidráulico. <p>Risco de queimadura e de legionelose:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudo técnico detalhado conforme o fabricante sobre critérios de projeto arquitetônico e hidráulico para as placas solares (Categoria 5). • Medidas tomadas para que a redução de temperatura seja feita o mais próximo possível dos pontos de uso (Categoria 7). 	<p>Fase de realização Nível intermediário: SUPERIOR</p> <p>Assegurar a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações sobre a qualidade da água: NÃO REALIZOU por não contratar serviço para as análises (este fato faz com que a categoria passe do nível Excelente para o Superior). • Mão de obra especializada, atendendo às recomendações da NBR 7198:1993 e legislação local. • Limpeza das tubulações após a sua execução e antes da instalação dos metais sanitários. • Implantação das disposições do projeto hidráulico. <p>Risco de queimadura e de legionelose:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mão de obra especializada capacitada a atender exigências referentes à prevenção dos riscos relacionados à legionelose e às queimaduras.

