

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**O processo de projeto de uma edificação mais sustentável:
contribuições relativas ao programa arquitetônico**

Luis Fernando Carvalho Felix

Porto Alegre
2008

Luis Fernando Carvalho Felix

**O PROCESSO DE PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO MAIS
SUSTENTÁVEL: CONTRIBUIÇÕES RELATIVAS AO
PROGRAMA ARQUITETÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia.
Orientação: Prof. Dr. Miguel Aloysio Sattler

Porto Alegre

2008

F316p Felix, Luis Fernando Carvalho

O processo de projeto de uma edificação mais sustentável: contribuições relativas ao programa arquitetônico / Luis Fernando Carvalho Felix. – 2008.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2008.

Orientação: Prof. Dr. Miguel Aloysio Sattler

1. Processo de projeto. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Construção civil. I. Sattler, Miguel Aloysio, orient. II. Título.

CDU-69:658(043)

LUIS FERNANDO CARVALHO FELIX

**O PROCESSO DE PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO MAIS
SUSTENTÁVEL: CONTRIBUIÇÕES RELATIVAS AO
PROGRAMA ARQUITETÔNICO**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, Área Construção, e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 15 de Setembro de 2008

Prof. Miguel Aloysio Sattler
PhD pela University of Sheffield, Inglaterra
Orientador

Prof. Fernando Schnaid
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dóris Catharine Cornélie Knatz Kowaltowski
PhD. pela University of California, Berkeley, EUA

Prof. Inácio Benvegno Morsch
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Profa. Ana Luiza Raabe Abitante
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Profa. Luciana Inês Gomes Miron
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Dedico esse trabalho aos meus pais Paulo Felix e Ana Maria Carvalho, que diante de todas as suas diferenças souberam me passar o que cada um tem de melhor.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) e ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudos que possibilitou a minha total dedicação no desenvolvimento deste trabalho.

A empresa, em especial, ao diretor dono que colaborou e acreditou neste trabalho, abrindo suas portas à realização desta dissertação.

Ao professor Miguel Aloysio Sattler, pela orientação desta dissertação, por me proporcionar grande crescimento profissional e pessoal e, também, por confiar e acreditar no meu trabalho.

Aos professores Luis Carlos Bonin e Luis Eduardo Isatto, pela grande colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

As colegas e amigas do grupo de sustentabilidade, Caroline Kehl, Cecilia Rocha e Juliana Cruz, que em meio as suas críticas e sugestões contribuíram para dar foco a este trabalho.

Ao demais colegas da turma de 2006, Guilherme Biesek, Patricia Tilmam, Camile Borges, Paulo Salvador, Ilídio Alexandre, pela amizade durante estes anos.

Aos queridos amigos e companheiros de apartamento em Porto Alegre: Ricardo Rodrigues, pela sua atenção e colaboração na resolução dos problemas de informática deste trabalho; e Raphaelly Felix, por compartilhar de alguns devaneios que muito colaboraram na definição do escopo deste trabalho.

RESUMO

FELIX, L. F. C. **O processo de projeto de uma edificação mais sustentável: contribuições relativas ao programa arquitetônico.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Apesar dos recentes esforços realizados pela comunidade acadêmica e do crescente interesse das entidades setoriais de disseminar conceitos e práticas de construções mais sustentáveis, a adoção de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto de edificações não é sistemática, em grande parte das empresas de projeto. A carência de projetos pilotos tem sido apontada como um dos motivos para existência de uma grande lacuna entre o conhecimento que se tem disponível e as práticas atualmente aplicadas pelas empresas. **O objetivo desta dissertação** é colaborar para o entendimento do processo de projeto de uma edificação mais sustentável, estimulando e facilitando que novos projetos venham a ser concebidos com critérios de sustentabilidade. **O método da pesquisa**, basicamente foi composto, por duas etapas. Primeiro uma investigação preliminar, que teve como intuito compreender previamente o processo de projeto de edificações e os requisitos de sustentabilidade. E a partir de então, selecionar o desenvolvimento de um projeto, para ser objeto da etapa seguinte, o estudo de caso, propriamente. Nesta etapa, a partir de entrevistas e uma ampla observação participante, foram reunidos e sistematizados os dados sobre o processo de projeto do caso selecionado. Em uma base de dados foram organizadas as informações levantadas, segundo diferentes estruturas conceituais de programa arquitetônico: os valores de projeto de Hershberger, o método *Problem Seeking* e o procedimento descrito por Christopher Alexander. Também foi utilizado um aplicativo computacional, que permitiu uma re-categorização dos dados do projeto, servindo estes, de subsídios para análises. **Os resultados** desta pesquisa permitiram colaborar para o entendimento da inclusão de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto de edificações. Sistematizar de dados de um projeto explicitando os requisitos de sustentabilidade contemplados, assim como, identificar relações entre tais requisitos.

Palavras-chave

Palavras-chave: Requisitos de sustentabilidade, processo de projeto, programa arquitetônico.

ABSTRACT

FELIX, L. F. C. The project process of a more sustainable building: contributions related to architectural programs. \ 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre

In spite of recent efforts of the academic community and the increasing interest of sector entities to spread concepts and practices of more sustainable buildings, the adoption of sustainable requirements in the project process is not systematic in most part of project firms. The lack of pilot project has been point out as major reason for the existence of a large gap between what is available and the practices used by the firms. The goal of this research is to contribute for the understanding of the project process of more sustainable buildings, stimulating and facilitating the conception of new project considering sustainability criteria. The research method was composed of two major phases. In the first phase, a preliminary investigation was performed to understand the building project process and the sustainability requirements. In the second phase, a project was selected for developing the case study. In this phase, information and data of the project process was collected through interviews and intensive participant observation. The information was organized in a database according to different conceptual frameworks of architectural programs: the project values of Hershberger, the problem seeking method and the proceeding presented by Christopher Alexander. A computational applicative was used which allowed a re-categorization of the project data providing the basis for analysis. The results of this research have collaborated for the understanding of the inclusion of sustainability requirements in building project processes, and also for the systematization of the data of a project specifying the sustainability requirements applied and also the relation between these.

Keywords

Keywords: Sustainability requirements, project process, architectonic program

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS.....	16
1.1.1	<i>O Desenvolvimento Sustentável e a Indústria da Construção Civil.....</i>	<i>16</i>
1.2	CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	18
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.4	QUESTÕES DE PESQUISA.....	22
1.5	OBJETIVOS DA PESQUISA	22
1.6	DELIMITAÇÕES.....	23
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2	O PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES.....	25
2.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO	25
2.2	O PROJETO DO PRODUTO	29
2.3	O PROGRAMA ARQUITETÔNICO	31
2.3.1	<i>Valores de projeto – Hershberger.....</i>	<i>33</i>
2.3.2	<i>Método Problem seeking</i>	<i>36</i>
2.3.3	<i>O programa arquitetônico segundo Alexander.....</i>	<i>39</i>
2.3.3.1	<i>HIDECS: decomposição hierárquica de sistemas</i>	<i>41</i>
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
3	REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES.....	45
3.1	O CONCEITO DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS	45
3.2	A VALORIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS	46
3.3	OS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES	48
3.3.1	<i>Agenda 21 para a Construção Sustentável</i>	<i>48</i>
3.3.2	<i>Principais sistemas de avaliação ambiental de edifícios</i>	<i>53</i>
3.4	LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED™).....	55
3.5	A INTRODUÇÃO DE REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NO PROCESSO DE PROJETO	60
3.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
4	MÉTODO DE PESQUISA	63
4.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	63
4.2	DELINEAMENTO.....	64
4.3	INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR	65
4.4	ESTUDO DE CASO.....	66
4.4.1	<i>Caracterização da empresa.....</i>	<i>66</i>
4.4.2	<i>Fase preparatória.....</i>	<i>66</i>
4.4.3	<i>Fase de desenvolvimento</i>	<i>67</i>
4.4.4	<i>Análise dos resultados.....</i>	<i>69</i>
4.4.4.1	<i>Foco no programa arquitetônico.....</i>	<i>69</i>
4.4.4.2	<i>Foco no processo de projeto</i>	<i>81</i>
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	83
5.1	INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR	83
5.2	ESTUDO DE CASO	86
5.2.1	<i>A empresa e o processo de projeto.....</i>	<i>87</i>

5.2.2	<i>O projeto da edificação</i>	91
5.2.3	<i>A abordagem de sustentabilidade – o protocolo LEED</i>	100
5.2.3.1	Terrenos sustentáveis	100
5.2.3.2	Eficiência no uso da água	102
5.2.3.3	Energia e Atmosfera	102
5.2.3.4	Materiais e Recursos	105
5.2.3.5	Qualidade do ar interior	106
5.2.4	<i>Análise preliminar do programa arquitetônico</i>	107
5.2.5	<i>Decomposição do sistema de requisitos funcionais</i>	128
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	135
6.1	CONCLUSÕES	135
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	138
7	REFERÊNCIAS	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas e seqüência de projeto, de acordo com Melhado et al. (1996), apresentado em Fabrício (2002).	27
Figura 2 - Processo de desenvolvimento tradicional de empreendimentos de construção (FABRÍCIO, 2002; adaptado a partir de GOBIN, 1993).	28
Figura 3 - ‘Organograma’ genérico da equipe tradicional de projeto (FABRÍCIO 2002; adaptado a partir de MELHADO, 1994)	30
Figura 4 – Gráfico do conjunto de variáveis do contexto (esquerda) e gráfico de árvore de variáveis do contexto (direita).	39
Figura 5 – Árvore de diagramas proposto por Alexander, para o projeto de uma aldeia, na Índia.	40
Figura 6 - distribuição dos créditos ambientais do BREEAM, HKBEAM, LEED™, MSDG, CASBEE e GBTool, após re-categorização realizada por Silva (2003).....	55
Figura 7 - Delineamento da pesquisa	64
Figura 8 - Interface da base de dados SINFORMA. Na parte inferior da janela está a definição da ligação entre os dados apresentados na tela (C1 – 1 – F1).	72
Figura 9 - Janela da base de dados SINFORMA, para a edição dos dados do contexto.....	73
Figura 10 - Tela de edição dos dados de um requisito funcional (esquerda) e a interface para determinar as relações entre um requisito funcional e os demais (direita).....	74
Figura 11 - Janela da base de dados SINFORMA, para a edição dos dados da forma.	76
Figura 12 - Tela geral da base de dados com as janelas de contexto, requisito funcional e forma na opção de edição.	77
Figura 13 - Relação de ligações entre requisitos funcionais, no formato como é exportado pela base de dados para o sub-módulo HIDECS.....	79
Figura 14 - Interface do aplicativo sub-módulo HIDECS.....	80
Figura 15 - Resultado das divisões dos dois primeiros subgrupos, do conjunto original de 17 elementos.....	81
Figura 16 - Esboço conceitual da concepção arquitetônica do prédio	91
Figura 17 - Corte BB; (A) Salão de festas, (B) Área social da residência, (C) Área íntima da residência, (D)Área “coringa”, (E) Garagem, (F) Escritório (G) Escritório 2.	93
Figura 18 - Corte AA; (A) Salão de festas, (B) Área social da residência, (C) Área íntima da residência, (D) Área “coringa”, (E) Garagem, (F) Escritório, (G) Escritório 2.	93

Figura 19 - Planta do primeiro pavimento [bloco residencial]; (1) deck, (2) salão de festas, (3) ateliê, (4) banheiro; (5) lavanderia, (6) espaço técnico – caldeira.....	94
Figura 20 - Primeiro pavimento: [bloco residencial]; (7) espaço técnico – ventilador axial, (8) lavabo; [bloco comercial] (9) circulação, (10) acesso de serviço, (11) depósito, (12) copa/cozinha, (13) espaço “coringa”, (14) banheiro, (15) pátio.....	95
Figura 21 - Segundo pavimento: [bloco residencial] (16) cozinha, (17) despensa, (18) sala de estar/jantar, (19) jardim japonês, (20) garagem, (21) acesso residencial; [bloco comercial] (22) circulação, (23) acesso comercial.....	96
Figura 22 - Terceiro pavimento: [Bloco residencial] (24) dormitório 1 ou estar íntimo, (25) estar íntimo, (26) banheiro social, (27) dormitório 2 ou ante-sala suíte; (28) suíte casal; (29) closet, (30) banheiro casal; [bloco comercial] (31) banheiro escritório, (32) sala de reuniões, (33) sala anexo, (34) sala principal escritório.....	97
Figura 23 - Quarto pavimento: [bloco residencial] (35) deck piscina, (36) terraço; [bloco comercial] (37) banheiro, (38) ante sala escritório 2, (39) escritório 2, (40) banheiro, (41) sala superior escritório 1.....	98
Figura 24 - Quinto pavimento: [bloco comercial] (42) caixa de reservatórios, (43) espaço técnico – reservatórios adicionais, (44) espaço técnico – equipamentos solares	99
Figura 25 - Corte CC (esquerda) Corte DD (direita).....	99
Figura 26 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto	110
Figura 27 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto	111
Figura 28 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto	112
Figura 29 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto	113
Figura 30 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto	114
Figura 31 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto	115
Figura 32 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto	116
Figura 33 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking	117
Figura 34 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking	118

Figura 35 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking	119
Figura 36 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking	120
Figura 37 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking	121
Figura 38 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking	122
Figura 39 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger	123
Figura 40 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger	124
Figura 41 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger	125
Figura 42 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger	126
Figura 43 - Diagrama de relações entre os requisitos funcionais	127
Figura 44 - Decomposição do sistema de requisitos funcionais.....	128
Figura 45 - Subsistemas de requisitos funcionais independentes.....	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definições de programa arquitetônico.....	31
Tabela 2 – Valores contemporâneos que dão origem aos tópicos de projeto.....	35
Tabela 3 – Definições dos quatros aspectos da estrutura conceitual Problem Seeking	37
Tabela 4 – Estrutura da informação em projeto, segundo o <i>Problem Seeking</i>	38
Tabela 5 - Principais Sistemas de Avaliação Ambiental de Edificação	54
Tabela 6 - Estrutura de avaliação do LEED™ 2.2.....	58
Tabela 7 - Níveis de classificação do LEED™.....	59
Tabela 8 – Fontes de evidência para o estudo de caso	67
Tabela 9 – Estrutura para enunciar os requisitos funcionais	75
Tabela 10 – Entrevistas realizadas na etapa de investigação preliminar.....	84
Tabela 11 – Organização dos aspectos relativos a forma e ao contexto.....	109
Tabela 12 – Requisitos funcionais relativos à implantação.....	110
Tabela 13 – Requisitos funcionais relativos à concepção (a).....	111
Tabela 14 – Requisitos funcionais relativos a concepção (b).....	112
Tabela 15 – Requisitos funcionais relativos a funcionalidade	113
Tabela 16 – Requisitos funcionais relativos a tecnologias (a)	114
Tabela 17 – Requisitos funcionais relativos a tecnologias (b)	115
Tabela 18 – Requisitos funcionais relativos a materiais	116
Tabela 19 - Subsistemas identificados pelo sub-módulo HIDECS	129
Tabela 20 – Requisitos funcionais organizados segundo os subgrupos definidos pelo sub- módulo HIDECS, incluindo as classificações de Hershberger e do Problem Seeking	132

LISTA DE SIGLAS

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning

ASTM: American Society for Testing and Materials

BEPAC: Building Environmental Performance Assessment Criteria

BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CASBEE: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

CFC: Clorofluorcarbono

CHP: Combined Heat and Power

CIB: International Council for Research and Innovation in Building and Construction

DOE: United States Department of Energy

EPA: United States Environmental Protection Agency

GBC: Green Building Challenge

GBC-BRASIL: Green Building Council do Brasil

GBTool: Green Building Tool

HCFC: Hidroclorofluorcarbono

HIDECS: Hierarchical Decomposition of Systems

HK-BEAM Hong Kong Building Environmental Assessment Method

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design

MSDG: Minnesota Sustainable Design Guide

PV: Photovoltaic

RCD: Resíduo de Construção e Demolição

SBC: Sustainable Building Challenge

UNCED: United Nations Conference on Environment and Development

UNEP: United Nations Environment Programme

USGBC: United States Green Building Council

VOCs: Compostos Orgânicos Voláteis

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta o escopo do trabalho. São apresentados o contexto e justificativas, o problema de pesquisa, as questões e objetivos de pesquisa, suas delimitações e a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS

1.1.1 O Desenvolvimento Sustentável e a Indústria da Construção Civil

De acordo com NSSD¹ (apud SILVA, 2003), o conceito de desenvolvimento sustentável emergiu durante discussões realizadas no início dos anos 70, seguindo uma série de publicações-chave, que chamavam a atenção para a super-exploração do meio ambiente pelo homem, enfocando o desenvolvimento econômico e o crescimento da preocupação global, quanto aos objetivos do desenvolvimento e às limitações ambientais.

Assim, o Desenvolvimento Sustentável foi definido – na *World Commission on Environment and Development*, em 1987, através do documento intitulado *Our Common Future*² – como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as próprias necessidades” (CIB, 2000). Esta, então, veio a se tornar a definição clássica de desenvolvimento sustentável, representando, assim, um processo de mudança, onde a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional devem estar em harmonia e aumentar o potencial de suprimento das necessidades e aspirações humanas (BRANDON, 1999).

¹ NSSD – NATIONAL STRATEGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Sustainable Development: Concepts and Approaches. 2003. Disponível em: <<http://www.nssd.net/references/SustDev.htm>> Acessado em: 10 março de 2003.

² Também conhecido como *The Brundtland Report*, em menção a Gro Harlem Brundtland, coordenadora dos trabalhos e então Primeira-Ministra da Noruega.

Traduzindo em propostas de ações o conceito de desenvolvimento sustentável, a Agenda 21³ consolida a idéia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem constituir um binômio indissolúvel, que promova a ruptura do padrão tradicional de crescimento econômico, tornando compatíveis duas grandes aspirações do final do século XX: o direito ao desenvolvimento, sobretudo para os países que permanecem em patamares insatisfatórios de renda e de riqueza, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações (ASSEMBLÉIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1992).

Também abordando o conceito, Silva (2003) afirma que a busca do equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável é usualmente descrita em função da chamada “*triple botton line*”, que congrega as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável.

Assim, de acordo com Silva, a dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável requer o equilíbrio entre proteção do ambiente físico e seus recursos, e o uso destes recursos de forma a permitir que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável. A dimensão social requer o desenvolvimento de sociedades justas, que proporcionem oportunidades de desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida. A dimensão econômica, por sua vez, requer um sistema econômico, que facilite o acesso a recursos e oportunidades e o aumento de prosperidade para todos, dentro dos limites do que é ecologicamente possível e sem ferir os direitos humanos básicos (CIB; UNEP-IETC, 2002).

Neste contexto, a indústria da construção e o ambiente construído devem ser considerados como as duas áreas-chaves para obter um desenvolvimento sustentável na nossa sociedade (CIB, 2000). Isto devido ao fato de que a indústria da construção – particularmente nas fases de construção, operação e demolição de edifícios – representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2001). Dados recentes (CIB; UNEP-IETC, 2002) apontam que este setor absorve em torno de 50% de todos os recursos extraídos da crosta terrestre e consome entre 40 e 50% da energia consumida em cada país.

³ Agenda 21 - documento elaborado em consenso entre governos e instituições da sociedade civil de 179 países e aprovado em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro (DEGANI, 2003).

Sendo assim, este setor da sociedade carrega uma importância vital, tão grande que boa parte dos outros setores industriais, quando comparados ao responsável por gerir o ambiente construído, são simplesmente insignificantes. Com isso, habitação adequada e infra-estrutura necessária para transporte, comunicação, abastecimento de água e saneamento, energia, atividades industriais e comerciais, que atendam o crescimento populacional, são os maiores desafios (CIB, 2000).

1.2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção sustentável é, então, encarada como uma forma da indústria da construção responder à obtenção do desenvolvimento sustentável, nos vários aspectos: cultural, sócio-econômico e ambiental (CIB, 2000). Assim é possível definir a construção sustentável como o compromisso com (BRE; CAR; ECLIPSE⁴ apud SILVA, 2003):

- **Sustentabilidade econômica:** aumentar a lucratividade e crescimento, através do uso mais eficiente de recursos, incluindo mão de obra, materiais, água e energia.
- **Sustentabilidade ambiental:** evitar efeitos perigosos e potencialmente irreversíveis no ambiente, através do uso cuidadoso de recursos naturais, minimização de resíduos, e proteção e, quando possível, melhoria do ambiente.
- **Sustentabilidade social:** responder às necessidades de pessoas e grupos sociais envolvidos em qualquer estágio do processo de construção (do planejamento à demolição), provendo alta satisfação do cliente e do usuário, e trabalhando estreitamente com clientes, fornecedores, funcionários e comunidades locais.

Aspectos sociais, culturais e econômicos, apesar de bem menos desenvolvidos na literatura, até o presente momento, foram especificamente citados na Agenda Habitat II⁵, que enfatiza o fato de que a indústria da construção é a maior contribuinte para o desenvolvimento sócio-econômico de todos os países. Assim, uma construção sustentável pode ser encarada como uma contribuição para a diminuição da pobreza, criando um ambiente de trabalho saudável e seguro, distribuindo equitativamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a

⁴ BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE); CAMBRIDGE ARCHITECTURAL RESEARCH (CAR); ECLIPSE RESEARCH CONSULTANTS. *Management Sustainable Construction – MaSC. Profiting from Sustainability*. CRC Ltd., London: 2002. 16 pp.

⁵ Habitat II: segunda conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos, realizada em Istambul, Turquia; de 3 a 14 de junho de 1996.

criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios e melhorias para a comunidade (CIB, 2000).

Contudo, o conceito de construção sustentável deve variar conforme prioridades de cada país e relaciona-se, dentre outros aspectos, com a sua cultura, estágio de desenvolvimento industrial e com as características dos diversos agentes envolvidos no processo construtivo (DEGANI, 2003). Neste sentido, John et al. (2000) estabelecem uma proposta de Agenda 21 para indústria da construção civil brasileira, considerando nossas particularidades e necessidades ambientais, funcionais, sociais e econômicas. Nesta agenda, preconiza-se que a construção sustentável, no Brasil, deve-se manifestar através de ações sobre os seguintes tópicos:

- redução nas perdas e desperdícios de materiais de construção;
- reciclagem de resíduos da indústria da construção civil, como materiais de construção, inclusive dos resíduos de construção e demolição;
- eficiência energética das edificações;
- conservação da água;
- melhoria da qualidade do ar interior;
- durabilidade e manutenção;
- tratamento do déficit em habitação, infra-estrutura e saneamento;
- melhoria da qualidade do processo construtivo.

Neste contexto, os escritórios de projeto surgem com grande potencial de contribuição, uma vez que determinam as características da edificação e interagem com vários elementos da cadeia produtiva da construção. Seu papel, além de minimizar e eliminar impactos ambientais decorrentes da construção e operação de um edifício é incentivar o compromisso ambiental de fornecedores de materiais e serviços, além de estimular a conscientização por ações, também por parte dos incorporadores e usuários dos edifícios.

Contudo, a introdução de conceitos de sustentabilidade no setor da indústria da construção civil no Brasil é muito recente. E, por isso, duas questões se colocam como importantes para que tais estratégias avancem: educação e projetos-pilotos, que mostrem a praticidade e a economia das edificações construídas dentro de tais premissas. Desta forma, pensa-se ser possível diminuir a enorme distância que há entre o conhecimento já disponível sobre sustentabilidade e as práticas atualmente aplicadas a edificações (SATTLER, 2004).

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Na década de 70, questões ambientais se refletiram na construção de edificações por meio de projetos, que buscavam reduzir o consumo energético. Desde lá, a ênfase na construção de baixo impacto ambiental passou a ter um escopo cada vez mais amplo e sistêmico, sendo incluído dentro do conceito de desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA et al., 2004), e recebendo uma ligação mais explícita a tal conceito, por meio da Agenda 21 para Construção Sustentável (CIB, 1999) e da Agenda 21 para Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento (CIB; UNEP-IETC, 2002).

Da perspectiva da sustentabilidade ambiental, o projeto de edificações passou a se preocupar não só com o consumo energético, tais como o consumo de recursos e emissões de resíduos sólidos, líquido e gasosos, durante o uso das edificações, mas com todo o seu ciclo de vida⁶ (OLIVEIRA et al., 2004).

Assim, atualmente, os arquitetos, engenheiros e gestores de projeto se deparam, então, com novos desafios, ao tratar do processo de projeto de edificação, à luz do desenvolvimento sustentável. Há a necessidade, desde a fase de pré-programação, de que seja agora contemplado todo um novo conjunto de variáveis ambientais, sociais e econômicas, além dos tradicionais aspectos que já fazem parte do processo do projeto de edificações.

Porém, a sustentabilidade é tema complexo para a construção de edifícios, em virtude do grande número de agentes envolvidos ao longo de todo o processo produtivo, bem como durante a vida do produto empreendido (DEGANI; CARDOSO, 2004). Apresentam-se, assim, como desafios: o desenvolvimento de projetos e o relacionamento com os projetistas, os aspectos de qualidade ambiental a serem considerados, a tomada de decisão, etc. (SJÖSTROM e BAKENS, 1999).

Diante deste cenário, surgiram, em países desenvolvidos, iniciativas que acabaram por acrescentar novos requisitos ao processo de projeto – denominados de requisitos de sustentabilidade ambiental – que carecem ser mais explicitamente e objetivamente determinados e processados (OLIVEIRA et al. 2004). Tais iniciativas referem-se, basicamente

⁶ O ciclo de vida é entendido como o conjunto de etapas, desde a extração de recursos, até a disposição final dos resíduos de demolição. Também é chamado de análise do berço ao túmulo.

aos sistemas de avaliação e certificação ambiental de edificações, que, aos poucos, vêm sendo discutidos e almejados em empreendimentos no país.

Silva (2003), por exemplo, discute o estado dos atuais sistemas avaliação disponíveis e culmina com a proposição de diretrizes e base metodológica para o desenvolvimento de um sistema no Brasil. Vosgueritchian e Melhado (2005) realizam uma análise cruzada entre a gestão de projetos e o atendimento a requisitos de um dos sistemas de avaliação, demonstrando por que um edifício de melhor desempenho ambiental depende de ações integradoras, no âmbito da gestão do processo de projeto. Degani e Cardoso (2004) mencionam que há uma tendência no Brasil para a certificação ambiental de empreendimentos, como consequência de uma avaliação positiva do seu desempenho.

Degani e Cardoso (2004) também mencionam que, da análise de algumas empresas que possuem sistemas de gestão eficientes, geralmente nos moldes da norma NBR ISO 9001 (Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos), verifica-se que os registros gerados por estes sistemas já evidenciam a necessidade, dentre outros fatores, o atendimento dos requisitos dos clientes, com relação ao desempenho ambiental do edifício acabado (DEGANI; CARDOSO, 2004).

Contudo, é possível verificar que alguns empreendimentos desenvolvidos hoje no Brasil que estão almejando ser mais sustentáveis, independentemente do motivo, estão utilizando o protocolo LEED⁷ como norteador do processo de projeto. Desta forma, gera-se a inclusão de diversos novos requisitos no programa arquitetônico de um edifício. Segundo Triana et al. (2006), esta abordagem também tem implicado num processo de projeto diferenciado dos habituais, principalmente em função do caráter integrado e multidisciplinar. Ou seja, a proposta de desenvolver um empreendimento com um viés de sustentabilidade tem afetado bastante o programa arquitetônico e a forma de projetar.

Por estas razões e afirmativas (GANGEMI et al., 2000) de que o processo de projeto de edificações mais sustentáveis tem ocorrido de forma diferenciada, exigindo considerações adicionais ao programa arquitetônico e uma nova maneira de encarar sua gestão, um estudo sobre a integração dos requisitos de sustentabilidade no processo de projeto poderá contribuir

⁷ LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*): sistema de avaliação de sustentabilidade de edifícios, desenvolvido pelo *United States Green Building Council* dos Estados Unidos.

para a melhoria do processo de empreendimentos desta natureza, possibilitando que os agentes envolvidos na tomada de decisão sejam estimulados e melhor preparados para incluí-los no escopo de suas atividades.

1.4 QUESTÕES DE PESQUISA

A partir da discussão apresentada nos itens anteriores, este trabalho se propõe a contribuir para responder a seguinte questão: **“Como aprimorar a inclusão de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto de edificações?”**.

Partindo desta questão, foram formuladas questões secundárias mais específicas:

- Quais requisitos de sustentabilidade estão sendo contemplados em projetos de edificações mais sustentáveis?
- Como organizar os requisitos de sustentabilidade a serem contemplados em um programa arquitetônico?
- Quais as relações entre requisitos de sustentabilidade em uma edificação?
- O método de análise dos princípios da síntese da forma (Moreira, 2007) pode auxiliar na estruturação e inclusão de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto?

1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo deste trabalho é, portanto: **“Contribuir para o entendimento e melhoria da inclusão de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto de edificações”**. A partir deste, foram também definidos os seguintes objetivos específicos:

- Reunir informações sobre o projeto de uma edificação mais sustentável e compreender as principais questões que o nortearam.
- Sistematizar os dados de um projeto explicitando os requisitos de sustentabilidade contemplados.
- Identificar relações entre requisitos de sustentabilidade.
- Aplicar o método de análise dos princípios da síntese da forma desenvolvido em Moreira (2007).

1.6 DELIMITAÇÕES

Este trabalho possui as seguintes delimitações:

- Não foi abordada a relação cliente-arquiteto no processo de projeto, pois devido à peculiaridade deste estudo, os dois agentes são a mesma pessoa.
- O foco maior das investigações se concentrou em como a sustentabilidade foi considerada no projeto do produto, tendo sido analisado apenas alguns aspectos gerenciais do processo.
- O principal método de análise deste trabalho baseou-se fundamentalmente no procedimento desenvolvido em Moreira 2007. Neste sentido, cabe salientar que os aplicativos computacionais desenvolvidos por este autor não foram questionados, apenas replicados na íntegra neste trabalho.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. O presente capítulo aborda o contexto sobre o qual é desenvolvida a pesquisa, identifica as principais lacunas de conhecimento que justificam o desenvolvimento do trabalho, bem como apresenta as questões de pesquisa, objetivos, delimitações e a estrutura do documento.

O capítulo 2 aborda o processo de projeto de edificações, discutindo etapas e agentes envolvidos. Caracteriza-se e discute-se sobre o projeto do produto. E, por fim, define-se o programa arquitetônico, apresentando-o também através de diferentes estruturas conceituais.

O capítulo 3 trata das edificações sustentáveis, abordando definições e conceitos, a crescente valorização deste tipo de empreendimento e os requisitos atribuídos a esta concepção. Assim, são discutidos alguns aspectos da Agenda 21 para construção sustentável, os principais sistemas de avaliação ambiental de edifícios, e, especificamente, o sistema de avaliação LEED. E, finalmente, neste capítulo, são discutidos aspectos sobre a introdução de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto.

O capítulo 4 apresenta o método de pesquisa utilizado neste trabalho. São descritos a estratégia e o delineamento da pesquisa, assim como são relatadas as atividades realizadas.

No capítulo 5, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da investigação preliminar e do estudo de caso realizado em um escritório de projeto, de Porto Alegre.

Finalmente, no capítulo 6, são apresentadas as conclusões da pesquisa, são discutidas as implicações da consideração de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto e são sugeridos novos trabalhos concernente ao tema estudado.

2 O PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES

Neste capítulo procura-se contextualizar o leitor acerca do processo de projeto de edificações. Apresenta-se uma caracterização geral do processo, seguido de uma abordagem mais específica sobre o projeto do produto edificação. Além disso, também é discutido o programa arquitetônico, através de três diferentes estruturas conceituais.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO

Tradicionalmente, a concepção de novos empreendimentos da construção é associada aos projetos de arquitetura e engenharia, que representam o desenvolvimento espacial e tecnológico dos edifícios. Porém, diversas outras atividades são exercidas durante o desenvolvimento de um empreendimento da construção. A montante do projeto, a contratação dos projetistas e a montagem do programa de necessidades representam atividades fundamentais na concepção do empreendimento. De outro lado, uma série de decisões é desenvolvida, de forma a permitir a tradução de especificações do projeto em soluções construtivas (FABRICIO, 2002).

Ao longo do processo de projeto, vários projetistas, consultores e agentes do empreendimento são mobilizados para contribuir no projeto. Cada um participa com os seus interesses e conhecimentos, de forma a desenvolver uma parte das decisões e formulações projetuais. Estas decisões são condicionadas por cronogramas, legislações e normas disponibilidades econômicas e financeiras, possibilidades tecnológicas e construtivas, etc. (FABRICÍO, 2004).

Assim, o processo de projeto pode ser entendido como uma seqüência de passos e atividades, que possibilitam a construção de uma edificação. E, neste sentido, diversos trabalhos, incluindo referências normativas e bibliográficas, têm se proposto a caracterizar o encadeamento destas atividades, havendo, contudo, algumas diferenças em termos de nomenclatura utilizada, número de etapas e, mesmo, na abrangência do processo.

A NBR 13531 “Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas” (ABNT, 2000) apresenta as seguintes etapas para o projeto de edificações: (I) levantamento; (II) programa de necessidades; (III) estudo de viabilidade; (IV) estudo preliminar; (V) anteprojeto ou pré-executivo; (VI) projeto legal; (VII) projeto básico (opcional); (VIII) projeto para execução. Complementarmente, a NBR 13532 “Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura” estabelece fases correlatas para a elaboração de projeto arquitetônico.

O manual da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 2000) denominado “Manual de contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo”, apresenta e descreve as seguintes etapas para o projeto de arquitetura: (I) levantamento de dados, (II) estudo preliminar; (III) anteprojeto; (IV) projeto legal; (V) projeto executivo, subdividido em pré-executivo, projeto básico, projeto de execução, detalhes de execução; (VI) caderno de especificações; (VII) compatibilização / coordenação / gerenciamento dos projetos; (VIII) assistência à execução da obra; (IX) serviços adicionais (opcional).

Visando a implantação de sistema de gestão da qualidade em empresas de projeto, os autores Tzortzopoulos (1999) e Romano (2003) também desenvolveram e caracterizaram as etapas para o processo de projeto. Tzortzopoulos (1999) propõe as seguintes etapas para o processo de projeto: (I) Planejamento e concepção do empreendimento, (II) Estudo preliminar, (III) Anteprojeto, (IV) Projeto legal, (V) Projeto executivo, (VI) Acompanhamento da obra, (VII) Acompanhamento do uso. Já, Romano (2003) propõe as seguintes etapas: (I) Planejamento do empreendimento; (II) Projeto informacional; (III) Projeto Conceitual; (IV) Projeto preliminar; (V) Projeto legal; (VI) Projeto detalhado & projeto para produção; (VII); acompanhamento da obra; (VIII) acompanhamento do uso. Além de servirem para orientar o processo de projeto, é possível observar que tais proposições de modelos objetivam caracterizar marcos de entregas parciais do projeto, além, também, de definir responsabilidades durante as etapas do processo.

Apesar de algumas diferenças, os modelos propostos pela AsBEA (2000), por Tzortzopoulos (1999) e por Romano (2003) trazem uma abordagem semelhante do processo de projeto, no que se refere às subetapas de projeto e às responsabilidades ao longo do processo. Com relação à NBR 15531, os demais modelos apresentados estendem a abrangência do processo de projeto até o acompanhamento e avaliação do uso do edifício. Porém, outro ponto em comum, que estas subdivisões do processo de projeto têm, é o fato de que apresentam diversas etapas e subetapas hierarquizadas e uma rígida organização sequencial.

Assim, contrapondo estas abordagens, apresenta-se aqui também uma subdivisão proposta por Melhado et al. (1996)⁸, apresentada em Fabrício (2002). Nela, os autores propõem uma subdivisão para o processo de projeto, voltada à participação e à coordenação de esforços dos quatro principais agentes de um empreendimento de construção e incorporação de edifícios (figura 1).

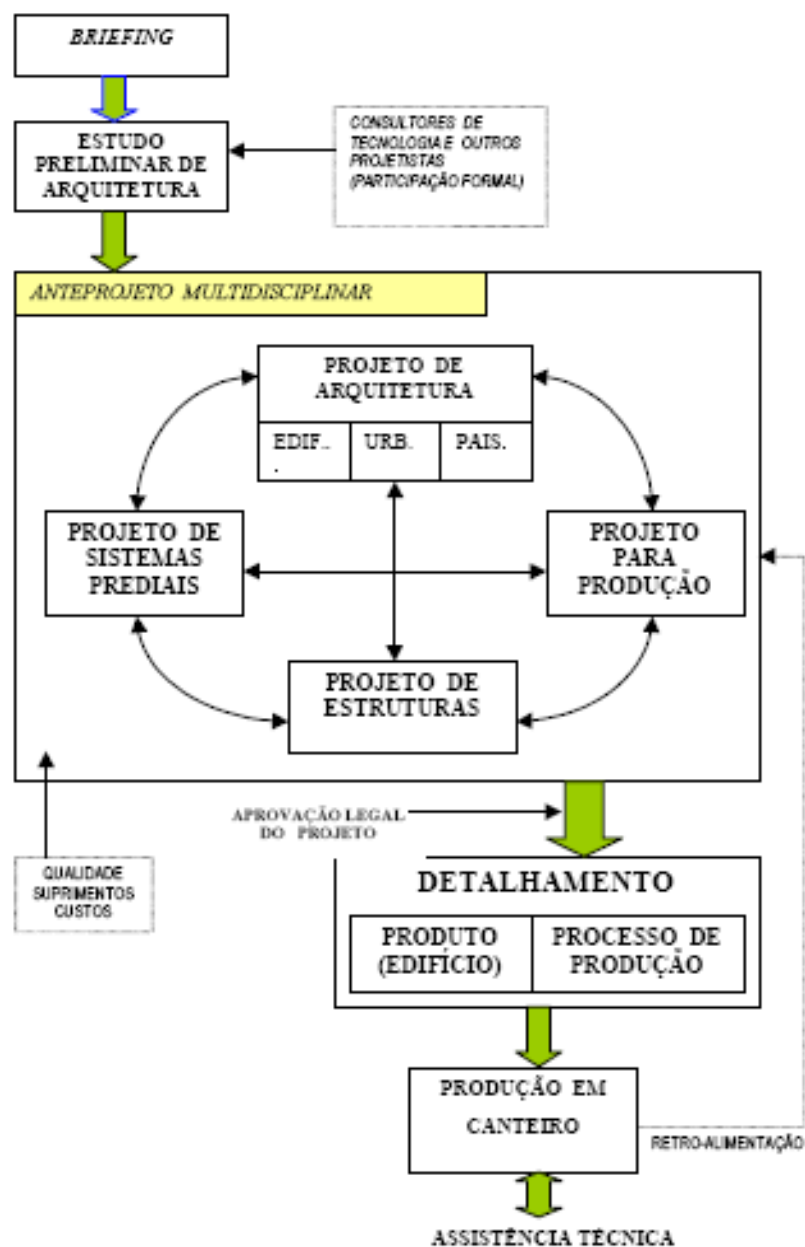


Figura 1 – Etapas e seqüência de projeto, de acordo com Melhado et al. (1996), apresentado em Fabrício (2002).

⁸ MELHADO, S.B.; BARROS, M.M.S.; SOUZA, A.L.R. **Qualidade do projeto de edifícios**: fluxogramas e planilhas de controle de projeto. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1996. (Documento CPqDCC n. 20091 – EP/SC-1).

Contudo, embora existam diversas propostas de modelo para o processo de projeto, as quais são bem caracterizadas e subdivididas em diversas etapas, coabitam em um empreendimento da construção três esferas de desenvolvimento: a de planejamento, a de projeto e a de construção.

Neste sentido Fabrício (2002), a partir de Gobin (1993), sintetiza, conforme a ilustração (figura 2), o encadeamento do processo de desenvolvimento dos empreendimentos tradicionais da construção de edifícios. No início de cada uma das principais etapas do processo, as possibilidades são amplas e, conforme vão amadurecendo, ocorre um afunilamento, até que se chegue a uma solução final, que acaba sendo ponto de partida para a próxima etapa. Acrescentando ao raciocínio de Gobin, o autor ilustra a influência dos fornecedores e subempreiteiros, que, embora não sejam adequadamente considerados no processo de projeto, desempenham um papel muito importante no processo de produção.

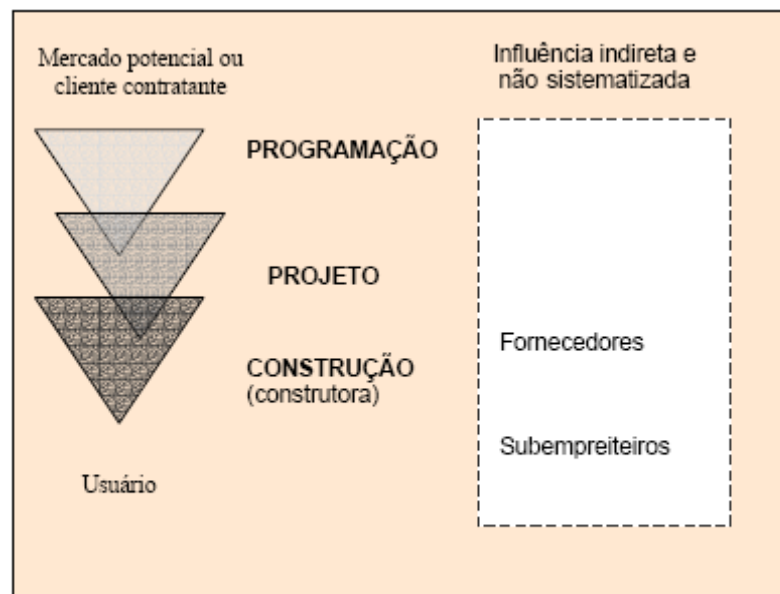


Figura 2 - Processo de desenvolvimento tradicional de empreendimentos de construção (FABRÍCIO, 2002; adaptado a partir de GOBIN, 1993).

Portanto, dentre as etapas do processo de um empreendimento, a fase de projeto é apontada como aquela que apresenta as maiores oportunidades de intervenção e agregação de valor ao produto (FABRÍCIO, 2002). Dessa forma, os processos de concepção e projeto devem ser vistos como estratégicos para a qualidade do edifício, ao longo do seu ciclo de vida.

2.2 O PROJETO DO PRODUTO

Segundo Castro, apud Zambrano (2004), o desenvolvimento do projeto do produto edificação é um ato complexo, que envolve a exploração simultânea de várias alternativas, por meio de saltos de níveis de abstração e descrição, ao longo dos quais aquele que projeta sintetiza todos os dados que dispõe, numa solução arquitetônica capaz de suplantar as restrições ambientais, materiais, financeiras etc., atendendo e evolutivamente reestruturando as exigências iniciais. Opinião semelhante é dada por Krishah et al. (1998), que afirmam que o processo de desenvolver uma solução arquitetônica é uma atividade complexa, que envolve a interatividade entre parâmetros de diversas naturezas e variadas magnitudes.

Este processo é, então, uma atividade que envolve diversos profissionais projetistas, contratados por um promotor, para atuarem no desenvolvimento de um determinado empreendimento. Em geral, a mobilização destes projetistas ocorre de uma forma gradual, à medida que o empreendimento avança. Contrata-se, primeiramente, o arquiteto, que, efetivamente, concebe o produto, que, posteriormente, será complementado pelos projetos de especialidades (FABRÍCIO, 2002).

Desta forma, ocorre que a concepção arquitetônica, muitas vezes, é terminada sem nenhuma participação dos demais projetistas – salvo algumas consultas ao projetista de estruturas, que costuma entrar no processo de projeto antes das demais especialidades – o que caracteriza um processo seqüencial, onde os demais projetistas partem do projeto ou anteprojeto de arquitetura e das soluções adotadas nesta disciplina, para desenvolver soluções técnicas que “complementem” o projeto de arquitetura. Assim, o programa é apresentado para os demais projetistas de engenharia através de desenhos e soluções de projeto previamente adotadas, reduzindo bastante a possibilidade de colaboração (FABRÍCIO, 2002).

Fabrício (2002), a partir de Melhado (1994), apresenta um esquema que assinala a disposição e inter-relação dos diversos agentes envolvidos no projeto do produto (ver figura 3).

na maior parte das vezes, tecnologias e práticas de projeto tradicionais (WISE¹⁰ apud TZORTZOPOULOS, 1999).

2.3 O PROGRAMA ARQUITETÔNICO E OS PRINCÍPIOS DA SÍNTESE DA FORMA SEGUNDO MOREIRA (2007)

Diversas são as definições para o programa arquitetônico. Mas, fundamentalmente, os resultados de diferentes programas sobre um mesmo contexto são, ou pelo menos deveriam ser, semelhantes. De modo a confrontar estas definições a tabela abaixo (tabela 1) apresenta diferentes, mas semelhantes, abordagens:

Tabela 1 – Definições de programa arquitetônico

O programa arquitetônico é o estágio de definição do projeto – o momento de descobrir a natureza do problema de projeto, em vez da natureza da solução de projeto.	(HERSHBERGER, 1999)
O programa é um método sistêmico de investigações para delinear o contexto, onde o projeto deve ser desenvolvido, bem como definir os requisitos que um projeto bem sucedido deve atender.	(DUERK, 1993)
O programa é visto como um sistema para processar informações, que configura os rumos do projeto, para que acomode as necessidades do usuário, do cliente, do projetista ou do incorporador.	(VAN DER VOORDT; VAN WEGEN, 2005)

Contudo, segundo Moreira (2007), para melhor tratarmos as questões envolvidas no programa arquitetônico, é necessário uma compreensão de como são definidos e solucionados os problemas de um projeto, em termos funcionais. Neste sentido, e baseado no procedimento descrito por Christopher Alexander, em “Notes on the synthesis of form”¹¹, o autor apresenta e discorre sobre os princípios da síntese da forma, conceituando *forma*, *contexto*, *conjunto e ajuste*.

¹⁰ WISE, D. Informing Design Decisions. In: POWELL, P.; BRANDON, P. Building Design, Quality, Cost and Profit, 1954.

¹¹ ALEXANDER, C. **Notes on the Synthesis of form**. 9th. Print. Cambridge: Harvard University Press, 1977. 216p.

Assim, Alexander define a *forma* como objeto final do projeto, como a solução de um problema colocado. Uma vez que o problema é estabelecido segundo as necessidades do homem, a *forma* é uma resposta funcional a estas necessidades: a *forma* satisfaz uma função. E a *forma* é a parte do mundo que o homem pode alterar diretamente: pode-se projetar novas formas e propor novas soluções (MOREIRA, 2007).

O *contexto* é a situação que envolve o edifício e tudo aquilo que constitui o ambiente onde o edifício opera. Não é apenas uma situação física, limitada por uma área, um terreno e suas características geográficas, mas todas as situações de uso, da cultura, da urbanidade, da estrutura e assim por diante. Fazem parte do *contexto* as propriedades e características dos usuários do edifício, bem como seus valores e preferências, estéticos ou culturais. O processo de projeto em arquitetura engloba a identificação do *contexto*, ao considerar:

- As condições físicas do terreno onde se vai construir: orientação geográfica, ventos predominantes, topografia, vegetação, clima;
- As condições urbanas do terreno: vias de acesso, edifícios importantes ou características existentes no entorno, legislação urbanística, infra-estrutura;
- As características do usuário: atividades que o edifício deverá abrigar, expectativas dos usuários, recursos financeiros, estrutura das relações entre os usuários;
- As condições temporais: por quanto tempo cada uma das propriedades do *contexto* irá se manter, quais as possíveis modificações, previsões de ampliação ou demolição das partes do edifício.

(ALEXANDER, 1977)

Também, segundo Moreira, para compreender o processo de concepção da forma e de descrição do contexto, deve-se entender os princípios que definem o *conjunto*. Desta forma, o *conjunto* é constituído pela *forma* e pelo *contexto*. Diante de um *conjunto*, o arquiteto estabelece, de modo abstrato, organizações diferentes para o *contexto*, ao mesmo tempo em que procura respostas funcionais para problemas, que identifica através da definição da *forma*.

Ao considerar as dimensões reais do projeto, resta ao arquiteto a difícil tarefa de definir um *conjunto*, que considere a complexidade do *contexto* e proponha uma *forma ajustada* a ele. Assim, para que o projeto alcance seu objetivo, o arquiteto deve ser capaz de identificar os ajustes entre *contexto* e *forma*.

Diante do exposto, pode se dizer que a estrutura proposta por um programa é um sistema, onde os dados sobre o contexto são organizados para atender ao processo de projeto, permitindo a compreensão das relações funcionais entre o contexto e um espaço físico, seja ele edificado ou planejado. Assim, como as relações são funcionais, os problemas identificados pelo programa também devem ser colocados em termos funcionais. O programa é o primeiro passo do processo de projeto – porque trata das condições que deverão ser observadas no decorrer do projeto – e, como tal, deve se ater à descrição do contexto ou dos aspectos gerais da forma e evitar sugerir ou impor soluções de projeto para o edifício (MOREIRA, 2007).

Neste sentido, existem algumas estruturas – apresentadas em Moreira (2007) e que aqui serão reproduzidas – propostas para a organização dos aspectos a serem contemplados por um programa arquitetônico.

2.3.1 Valores de projeto – Hershberger

Esta estrutura se pauta no fato de que a busca pela descrição das necessidades às quais o projeto deve responder implica em identificar os valores do usuário, em relação ao espaço construído. De modo que os valores são as necessidades mais importantes em um edifício, segundo a percepção de seu ocupante.

Na abordagem feita por Moreira, ele afirma que a arquitetura sempre discutiu quais os valores essenciais que uma edificação deveria considerar. Isso foi expresso através do tratado de Vitruvius, que no primeiro século antes de Cristo, define três valores principais para as obras arquitetônicas: *firmitatis* (solidez), *utilitatis* (utilidade) e *venustatis* (beleza). Neste sentido, o autor afirma que dois mil anos depois, os programas arquitetônicos ainda retomam os conceitos de valor para identificar e ponderar as necessidades dos usuários, em relação aos edifícios que serão projetados.

Assim, para Hershberger (1999), os valores Vitruvianos foram atualizados, gerando-se um maior número, mais difíceis de serem identificados junto ao usuário e ao contexto. O resultado dessa complexidade é expresso por Hershberger em uma lista dos valores contemporâneos mais importantes, divididos segundo os aspectos:

- Humano: adequação funcional, social, física, fisiológica e psicológica;
- Ambiental: local, clima, contexto, fontes e gastos;

- Tecnológico: materiais, sistemas e processos;
- Econômico: financeiro, construção, operações, manutenção e energia;
- Segurança: estrutural, fogo, químico, pessoal, e vandalismo;
- Temporal: crescimento, mudanças e permanências;
- Estético: forma, espaço, cor e significado;
- Cultural: histórico, institucional, político e legal.

Segundo Hershberger (1999), a partir desta lista, o programa arquitetônico deve identificar, junto ao usuário, quais são os valores mais importantes e que serão considerados como tópicos centrais do projeto. Estes valores, então, deverão ser descritos em detalhe, para compor uma estrutura que auxiliará o desenvolvimento do projeto arquitetônico (MOREIRA, 2007). A tabela 2, a seguir apresenta uma estrutura geral, segundo os principais valores contemporâneos de Hershberger (1999).

Tabela 2 – Valores contemporâneos que dão origem aos tópicos de projeto

Aspectos humanos	Atividades funcionais para ser habitável
	Relações sociais a serem mantidas
	As características físicas e necessidades dos usuários
	As características fisiológicas e necessidades dos usuários
	As características psicológicas e necessidades dos usuários
Aspectos ambientais	Terreno e vistas
	Clima
	Contexto urbano
	Recursos naturais
	Resíduos
Aspectos culturais	Histórico
	Institucional
	Político
	Legal
Aspectos tecnológicos	Materiais
	Sistemas estruturais
	Processos construtivos e de concepção da forma
Aspectos temporais	Crescimento
	Mudança
	Permanência
Aspectos econômicos	Financeiros
	Construção
	Operação
	Manutenção
	Energia
Aspectos estéticos	Forma
	Espaço
	Significado
Aspectos de segurança	Estrutural
	Incêndio
	Químico
	Pessoal
	Crime

(fonte: HERSHBERGER, 1999)

2.3.2 Método Identificação do Problema (*Problem seeking*)

Esta outra estrutura proposta para o programa arquitetônico vai além de uma lista de verificação: é uma estrutura conceitual. Ou seja, quando um projeto envolve uma grande quantidade de informações ou uma variedade de funções, uma lista de valores ou tópicos não é suficiente para verificar os fatores envolvidos. Neste sentido, Moreira afirma que, para auxiliar o desenvolvimento do programa arquitetônico, é necessário um programa mais organizado, um método que permita analisar as condições colocadas, uma estrutura conceitual. Com isso, o autor apresenta uma estrutura proposta por Peña e Parshall (2001)¹² denominada *Problem Seeking*.

De acordo com este método de *identificação do problema (Problem Seeking)* o programa arquitetônico é dividido em cinco passos:

- 1) Estabelecer **Metas**;
- 2) Coletar e analisar **Fatos**;
- 3) Descobrir e testar **Conceitos**;
- 4) Determinar as **Necessidades**;
- 5) Situar o **Problema**.

Peña e Parshall, autores da técnica, definem esse processo de programação como uma abordagem simples e abrangente do contexto: “simples o bastante, para que o processo seja repetido para diferentes tipos de edifícios, e abrangente, para cobrir a maior parte dos fatores que influenciam no projeto de edifícios”. Seu principal objetivo é descrever o problema a que o projeto deverá responder. A definição dos cinco pontos é, então, encarada como um modo de se alcançar este objetivo. Estes pontos podem, ainda, ser identificados nas respostas das seguintes perguntas:

- 1) Metas – O quê o cliente quer obter e por quê?
- 2) Fatos – O quê sabemos? O que é dado?
- 3) Conceitos – Como o cliente quer alcançar as metas?
- 4) Necessidades – Quanto dinheiro e espaço? Qual o nível de qualidade?

¹² PEÑA, W. M.; PARSHAL, S. A. **Problem Seeking**: An Architectural Programming Primer. 4th. Ed. New York: John Wiley and Sons, 2001. 224 p.

- 5) Problema – Quais são as condições significativas que afetam o projeto do edifício?
Quais são as direções gerais que o projeto deve tomar?

As respostas a estas perguntas não precisam ser obtidas na ordem dos cinco passos, desde que o último ponto seja determinado como o resultado do processo. Para que todos os aspectos do problema sejam descritos, o *Problem Seeking* dispõe, ainda, de quatro termos de classificação dos cinco passos. Ou seja: os cinco pontos são cruzados com outros quatro aspectos, que deverão ser sempre considerados: a função, a forma, a economia e o tempo. Cada um destes aspectos é, então, definido por Peña e Parshall, na tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Definições dos quatros aspectos da estrutura conceitual Problem Seeking

Função	Implica em “o que vai acontecer no edifício”. É relativo às atividades, às relações entre os espaços, e às pessoas – o número de suas características. As palavras-chave são: (1) pessoas, (2) atividades e (3) relações.
Forma	Diz respeito ao local, ao ambiente físico (e psicológico) e à qualidade do espaço e da construção. Forma é o que será visto e sentido. É “o que existe agora” e “o que haverá”. As palavras-chave são: (4) local, (5) ambiente e (6) qualidade.
Economia	Diz respeito ao orçamento e à qualidade da construção, mas também pode incluir considerações de custos de operação e do ciclo de vida. Palavras chaves são: (7) orçamento inicial, (8) custos operacionais e (9) custos do ciclo de vida.
Tempo	Tem três classificações – passado, presente e futuro – as quais lidam com influências da história, as mudanças inevitáveis do presente e as projeções para o futuro. As palavras-chave são: (10) passado, (11) presente, (12) futuro.

(fonte: adaptado de Moreira, 2007)

Para cada um dos cinco pontos, deverão ser descritos os quatro aspectos correspondentes. O resultado desta associação está representado na tabela 4, a seguir.

O método de identificação do problema (*Problem Seeking*) descreve, então, quais são os princípios que deverão ser observados na análise de um contexto, cujo objetivo é estabelecer, de modo claro, o problema que o projeto deverá solucionar. Não se trata, apenas, de uma lista de verificação.

Tabela 4 – Estrutura da informação em projeto, segundo o *Problem Seeking*

	Metas	Fatos	Conceitos	Necessidades	Problema
Função Pessoas Atividades Relações	Missão Número máximo Identidade visual Interação/privacidade Hierarquia de valores Atividades básicas Segurança Progressão (fluxo) Separação Encontros Transporte/ Estacionamento Eficiência Prioridade das relações	Dados estatísticos Parâmetros de área Previsões pessoais Características do usuário Características da comunidade Estrutura de organização Valores das perdas potenciais Estudo de tempo de deslocamento Análise de tráfego Padrões de comportamento Adequação do espaço Tipo/intensidade Diretrizes de barreiras físicas	Disposição de serviços Disposição de pessoas Disposição de atividades Prioridades Hierarquias Controles de segurança Fluxos seqüenciais Fluxos separados Fluxos misturados Relações funcionais Comunicações	Áreas necessárias: por organização, por tipo de espaço, por tempo, por localização Requisitos de estacionamento Necessidades de espaços externos Alternativas funcionais	Requisitos próprios e importantes de desempenho que irão conformar o projeto do edifício.
Forma Local Ambiente Qualidade	Tendência quanto aos elementos do terreno Responsabilidade ambiental Uso eficiente do terreno Relações comunitárias Investimentos comunitários Conforto físico Segurança física Ambiente social/psicológico Individualidade Orientação Imagem projetada Expectativa do cliente	Análise do terreno Análise do solo Ocupação Análise climática Levantamento dos códigos ocupação Entorno Implicações psicológicas Ponto de referência/entrada Custo por metro quadrado Eficiência do edifício ou do layout Custos dos equipamentos Área por unidade	Intensificar Fundações especiais Densidade Controles ambientais Segurança Vizinhança Conceitos morar/trabalhar Orientação Acessibilidade Caráter Controle de qualidade	Custos de desenvolvimento do terreno Influência do ambiente nos custos Custos de construção/área Fatores de eficiência globais do edifício	Considerações principais quanto à forma que afetarão o projeto do edifício
Economia Orçamento inicial Custos operacionais Custos da vida útil	Extensão orçamentária Custos efetivos Retorno máximo Retorno dos investimentos Minimizar os custos operacionais Manutenção e custos de operação Redução custos do ciclo de vida Sustentabilidade	Parâmetros de custos Orçamento máximo Fatores de uso-tempo Análise de mercado Custos das fontes de energia Fatores climáticos e de atividades Dados econômicos Sistema de avaliação de consumo de energia (LEED, p. ex.)	Controle de custo Disposição proporcional Multifuncional/versátil Propaganda Conservação de energia Redução de custos Reciclagem	Análise das estimativas de custos Balanço orçamentário Análise do fluxo de caixa Orçamento energético Custos operação Indicadores de sustentabilidade Custos ciclo vida	Considerações sobre o orçamento inicial e sua influência na construção e na geometria do edifício
Tempo Passado Presente Futuro	Preservação histórica Atividades estáticas/dinâmicas Mudanças Crescimento Data de ocupação desejada Disponibilidade de recursos monetários	Significado Parâmetros de espaço Atividades Projeções Durações Fatores de ampliação gradativa	Adaptabilidade Tolerância Conversibilidade Aplicabilidade Cronograma linear/comparativo Fases	Ampliação Cronograma Cronograma de custos	Implicações de mudança e crescimento no desempenho a longo prazo

(PEÑA e PARSHALL, 2001)

2.3.3 O programa arquitetônico segundo Alexander

Contempladas, então, as estruturas conceituais acerca do programa arquitetônico, abordadas no trabalho de Moreira (2007), será aqui discutido o procedimento proposto por Christopher Alexander (1977), em *Notes on the synthesis of form*.

Segundo Moreira, o objetivo do método descrito por Alexander é transformar um conjunto de dados sobre o contexto em uma estrutura organizada, como representada pelo gráfico de árvore (figura 4). Para isso, o contexto é descrito em termos funcionais, o que permite colocar os aspectos a que a forma deverá responder. O conjunto de requisitos funcionais é um sistema e será analisado com o propósito de identificar seus subsistemas internos¹³. Os subsistemas são partes do conjunto – subconjuntos – que operam de modo independente. Os subsistemas possuem ligações internas entre seus elementos que, para os propósitos do projeto, representam as relações entre os requisitos funcionais. Entretanto, qualquer uma das técnicas de programação arquitetônica descritas partem do mesmo princípio: propor uma estrutura que represente as questões envolvidas no projeto, para que a definição de um edifício seja adequada ao contexto onde ele vai operar.

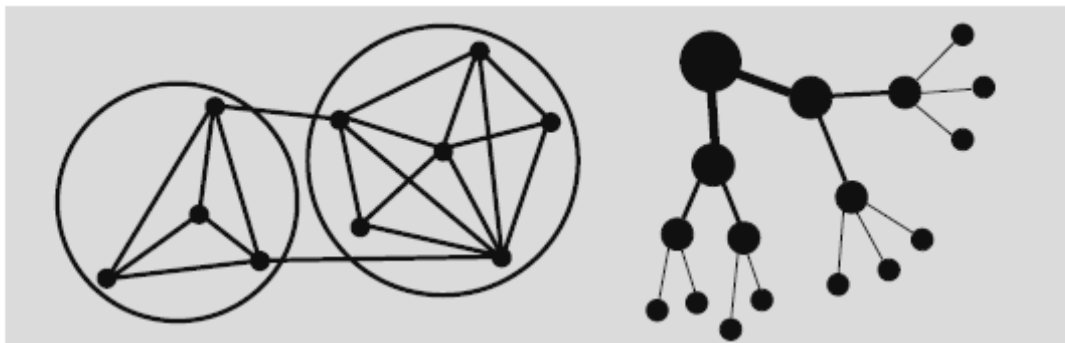


Figura 4 – Gráfico do conjunto de variáveis do contexto (esquerda) e gráfico de árvore de variáveis do contexto (direita).

(fonte: ALEXANDER, 1977)

Semelhante à figura 4 (direita), o gráfico de árvore da figura 5 melhor ilustra os subsistemas, partes do conjunto, que operam de forma independente. Tal ilustração permite evidenciar a composição de requisitos, de modo a formar os subconjuntos independentes que, por sua vez, compõem o todo.

¹³ Sistema é um modelo que representa as propriedades de um evento. Conjunto é um modo matemático de representar um sistema e suas variáveis.

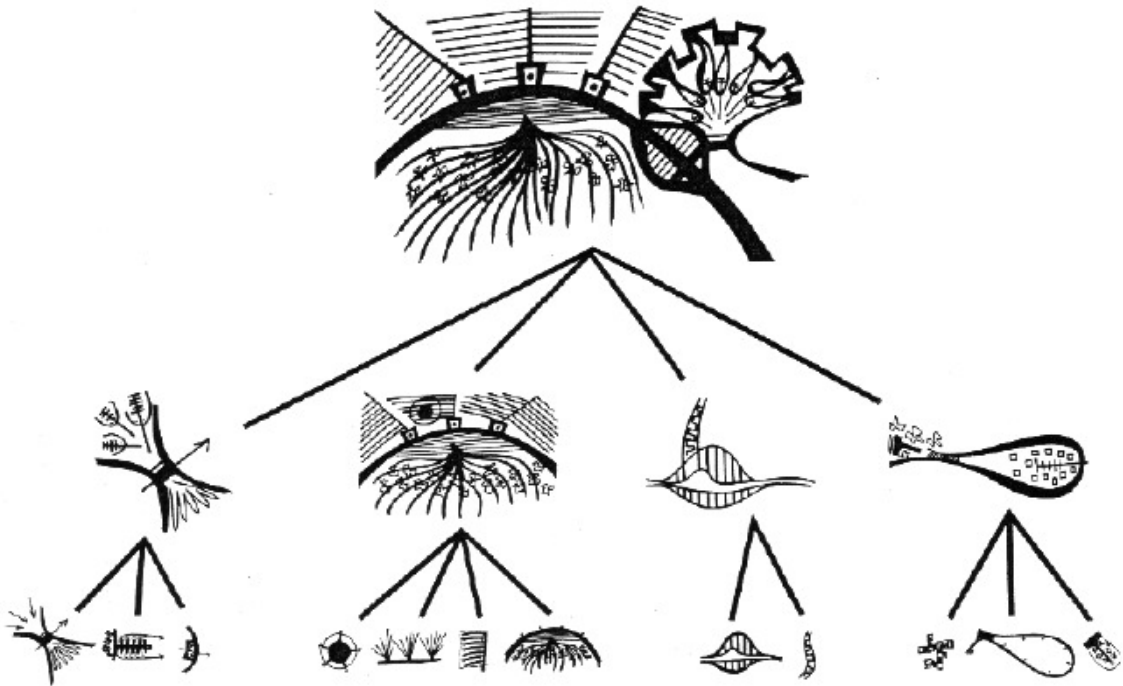


Figura 5 – Árvore de diagramas proposto por Alexander, para o projeto de uma aldeia, na Índia.

Diante do exposto, Moreira afirma que a totalidade dos dados coletados sobre o contexto configura um grande sistema, de forma que o objetivo do programa é dispor esses dados de tal modo que representem o contexto. É uma questão de montar um modelo de um sistema complexo. Assim, Alexander parte da teoria dos conjuntos e da teoria dos sistemas, para formular um procedimento, que permita identificar os subsistemas mais independentes, em um conjunto tão grande de dados.

Desta forma, se o programa for capaz de identificar subsistemas independentes, uma alteração do contexto ou um problema de desempenho do edifício poderá ser solucionado, sem que outros subsistemas tenham que ser modificados. Neste caso, para obter a melhor divisão em subsistemas, Alexander propõe verificar as estruturas possíveis para o contexto.

Objetivando um melhor esclarecimento do procedimento proposto por Christopher Alexander, cabe aqui a descrição do funcionamento do sistema HIDECS (*Hierarchical Decomposition of Systems*).

2.3.3.1 HIDECS: decomposição hierárquica de sistemas

Antes de sua descrição, cabe salientar que o HIDECS, desenvolvido por Alexander na década de 60, foi recriado por Moreira (2007), em linguagem de programação atual.

Tal procedimento realiza uma identificação de um subconjunto, que é feita através da análise de sua estrutura interna: um subconjunto é, então, encontrado, porque seus elementos estão muito mais conectados entre si do que em outras divisões possíveis do mesmo conjunto. Assim, o método consiste em dividir o conjunto original em dois subconjuntos: cada vez que o conjunto fosse dividido, o resultado seria avaliado pelo modelo matemático que, por sua vez, expressaria o grau de ligação interna daquela divisão. Ao comparar o grau de conectividade de todos os resultados, seria identificada a melhor divisão de um conjunto, em dois subconjuntos. Por exemplo, em um projeto que lida com um conjunto de 141 elementos, o total de subconjuntos possíveis é de 2^{141} . Assim, a melhor divisão é aquela que quebra as ligações mais fracas do conjunto, e o separa em dois subconjuntos independentes (MOREIRA, 2007).

Nas palavras de Alexander (1963), se dividirmos o conjunto de pontos conectados em dois conjuntos, provavelmente algumas das ligações serão rompidas. Obviamente, se esta divisão romper muitas ligações fortes, então as variáveis em um conjunto ficarão fortemente ligadas àquelas do outro conjunto, e a partição, portanto, não é a melhor alternativa. Por outro lado, se a divisão separar poucas ligações, as duas listas são pouco dependentes. Se tratarmos o número de ligações rompidas como a função de critério, e minimizarmos esta função, teremos dois conjuntos de variáveis, os quais poderemos considerar como sistemas razoavelmente independentes.

Alexander define uma função INFO, como critério para verificar as divisões mais independentes de um conjunto. O objetivo do procedimento proposto é identificar a divisão do conjunto que retorne o menor valor possível para a função (ALEXANDER apud MOREIRA, 2007):

$$INFO = \frac{(l - l_a - l_b) m(m-1) / 2 - l.a.b}{\sqrt{\{a.b.(m(m-1) / 2 - a.b)\}}}$$

onde:

m = o número total de variáveis;
 a = o número de variáveis em um subsistema;
 b = o número de variáveis no outro subsistema;
 l = o número total de conexões;
 l_a = o número de conexões plenamente contido no primeiro subsistema;
 l_b = o número de conexões plenamente contido no outro subsistema.

No exemplo anteriormente citado, que contém 141 requisitos, o valor de “ m ” na função será sempre 141. O número total de conexões (l), também será constante. De modo que o projetista, durante a atividade de estabelecer os requisitos funcionais, que expressam as propriedades do contexto, descreve qual requisito está associado a outro e estabelece, assim, as ligações. Se uma divisão do conjunto considerar dois subconjuntos como, por exemplo, 60 e 81 elementos, respectivamente, os valores de “ a ” e “ b ” serão 60 e 81. Na seqüência, deverá ser verificado o total de conexões em cada um dos subconjuntos, estabelecendo os valores de “ l_a ” e “ l_b ”. Para cada subconjunto possível deverá ser aplicado o mesmo procedimento, até concluir todas as divisões do conjunto, que são, aproximadamente:

2.787.593.150.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000

Moreira evidencia, então, que não é possível executar esta operação de divisão em subconjuntos e verificação matemática do resultado, sem o auxílio de um computador. Assim, o autor relata que, em 1962, Alexander desenvolveu um programa de computador, em um IBM 7090¹⁴, para dividir e identificar os subconjuntos de requisitos funcionais para um determinado projeto.

Tal programa de computador recebeu o nome de HIDECS: *Hierarchical Decomposition of Systems*. Segundo Alexander (1963)¹⁵, o programa começa gerando, aleatoriamente, um par complementar de subconjuntos de M [conjunto de requisitos funcionais]. Após, o programa testa todos os pares de subconjuntos que podem ser derivados deste par inicial, movendo um único elemento de um subconjunto para o outro. O melhor par de subconjuntos [segundo a função INFO] substitui o par inicial. O programa repete este processo de teste e substituição

¹⁴ Computador IBM-7090, da segunda geração de servidores, fabricados entre 1958 e 1969

¹⁵ ALEXANDER, C. **HIDECS 3: Four computer programs for the hierarchical decomposition of systems which have an associated linear graph**. Cambridge: School of Engineering – Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1963. 24p., (Research Report R63-27)

até encontrar um par de subconjuntos, que não pode ser melhorado através da substituição de um único elemento.

Também, objetivando caracterizar o procedimento de Alexander, Jones (1976)¹⁶ o descreve como um método de cinco passos:

1. Identificar todos os requisitos que influem na forma física de uma estrutura;
2. Decidir se existe independência ou dependência entre cada par de requisitos e registrar cada escolha em uma matriz de interações;
3. Decompor a matriz de interações em conjuntos que estejam internamente conectados, de modo compacto, e conectados, com folga, a cada um dos outros conjuntos. Estes são os componentes “corretos”;
4. Criar um componente físico para cada série de requisitos;
5. Organizar estes novos componentes para formar um novo sistema físico ou introduzir alguns dos novos componentes em sistemas físicos existentes

Deste modo, o objetivo de Alexander é descrever um modelo matemático capaz de identificar, da melhor maneira possível, as partes de um problema. Assim, o projetista poderia se dedicar a porções menores e mais simples do contexto, para resolver o problema mais amplo e complexo. Ao mesmo tempo, os subconjuntos podem ser vistos como subsistemas independentes, que poderiam ser substituídos ou aperfeiçoados, sem que o projeto completo fosse comprometido. Assim, as operações matemáticas envolvidas na identificação dos subconjuntos garantiriam uma visão do sistema, que o projetista é incapaz de perceber, dado o grau de complexidade da rede de ligações entre os elementos que constituem o conjunto (MOREIRA, 2007).

Complementando a análise, Moreira afirma, também, que, dentre outros aspectos, existem níveis hierárquicos da constituição da forma; ou seja, os subconjuntos menores estão contidos em subconjuntos maiores, que, juntos, compõem um sistema completo ainda maior. E que, no caso, a cidade é um exemplo destes grandes sistemas, que abarca subsistemas menores, como bairros, edifícios, unidades residenciais e seus cômodos. Em cada uma das esferas dos grupos de subsistemas existem sobreposições que o projetista deve considerar. Quando uma

¹⁶ JONES, J.C. **Métodos de diseño**. Barcelona: Gustavo Gili, 1976. 370p. [Trad. De Maria Luisa López Sarda, *Design Methods: Seeds of human futures*, 1970]

determinada parte do problema é identificada, outras partes estarão atreladas a ela. Cabe ao projetista compor com as soluções das partes e considerar o projeto em sua totalidade, para obter uma solução completa e íntegra.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo procurou-se, então, apresentar algumas questões envolvidas no desenvolvimento de uma edificação. Mais especificamente na fase de projeto, que é apontada como aquela com maior oportunidade de intervenção e agregação de valor ao produto final. Assim, foram apresentados, à luz dos princípios da síntese as forma, aspectos a serem contemplados por um programa arquitetônico.

O intuito desta abordagem foi, então, explicitar os tradicionais aspectos, normalmente considerados no programa arquitetônico de uma edificação. De modo que, no capítulo seguinte, se propõe levantar os aspectos a serem incluídos no programa, de forma a se conceber uma edificação mais sustentável.

Além disso, cabe salientar que o trabalho desenvolvido por Moreira (2007), constituiu a referência bibliográfica mais importante para análise dos princípios da síntese da forma, assim como, também, foi explorado do seu trabalho a recriação do HIDECS (apresentado com maiores detalhes no capítulo 4), desenvolvido por Christopher Alexander, em 1962.

3 REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES

O presente capítulo trata das edificações sustentáveis. Apresenta-se o conceito do que seria uma edificação sustentável, aborda-se a sua crescente valorização e discutem-se os requisitos necessários à sua concepção. Além disso, apresenta-se um dos principais sistemas de avaliação de sustentabilidade de edificações e discutem-se alguns aspectos sobre a introdução de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto.

3.1 O CONCEITO DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Segundo Hawken, Lovins e Lovins (2004), as edificações sustentáveis são o resultado da fusão bem-sucedida da eficiência na utilização de recursos com a sensibilidade ambiental, a atenção pelo bem estar humano e o sucesso financeiro. Estas edificações utilizam os materiais, a energia, a água e o solo mais eficientemente do que aquelas que são construídas, simplesmente, baseadas em normas e códigos de edificações. Elas proporcionam ambientes – seja de trabalho, ensino ou moradia – mais saudáveis, com uma maior quantidade de luz natural, melhor qualidade do ar interno, proporcionando ganhos de saúde, conforto e produtividade dos usuários (KATS, 2003).

O *Green Building Council of Australia* (GBCA, 2007) define as edificações sustentáveis ou *green buildings*¹⁷ como aquelas que incorporam práticas de projeto, execução e operação que reduzam substancialmente ou eliminam os impactos negativos sobre o meio ambiente ou seus ocupantes, através de estratégias dirigidas a: (1) Eficiência energética; (2) Redução da emissão de gases causadores do efeito estufa; (3) Conservação da água; (4) Redução, reuso e reciclagem de resíduos; (5) Prevenção da poluição (ruído, água, ar, solo); (6) Redução do

¹⁷ Também assim chamadas, por predominar, em sua concepção, aspectos da dimensão ambiental da sustentabilidade. Desta forma, neste trabalho não foi feita distinção entre os termos *green building* e edificações sustentáveis.

consumo de recursos naturais; (7) Produtividade e saudabilidade dos ambientes; e (8) Flexibilidade e adaptabilidade dos espaços.

Além destes aspectos, Sattler (2004) também explicita algumas premissas conceituais de projetos de edificações sustentáveis:

- Os princípios da sustentabilidade devem orientar diretamente o processo de desenvolvimento do projeto;
- Uma abordagem sistêmica deve ser adotada;
- O processo deve considerar, tanto quanto possível, ciclos locais para o fluxo de materiais e energia envolvidos;
- O projeto deve tentar refletir os processos que ocorrem na natureza e aplicar seus princípios (*projetar com a natureza*);
- Como o ser humano e a sustentabilidade humana se constituem no principal objetivo de cada projeto, o uso de produtos que sabidamente apresentam ameaça a saúde humana e ao meio ambiente, em qualquer etapa do ciclo de vida, deve ser eliminado, ou se isso não for possível, minimizado;
- Como a sustentabilidade humana requer a preservação da natureza, aquilo que se aplica aos humanos deve ser aplicado às milhares de outras espécies com quem compartilhamos este planeta.

3.2 A VALORIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

O movimento de *green buildings* está crescendo rapidamente (WOLFF, 2006), e além do fato ser encarado como uma resposta do setor da construção à meta do desenvolvimento sustentável, outras razões também podem justificá-lo. Uma delas decorre dos diversos benefícios proporcionados por este tipo de construção (NEEDY et al., 2004) e outra pode ser pela criação de uma vantagem competitiva, ao se projetar edifícios ambientalmente amigáveis (NGOWI, 2001).

Deste modo, estudos sugerem que os edifícios sustentáveis ou *green buildings* podem resultar em significativas economias, seja através de ganho na produtividade dos usuários, seja pela redução de custos com saúde e segurança ou pela redução de custos com energia, manutenção e operação da edificação (KATS, 2003; FOWLER, 2004; NEEDY et al., 2004; WOLFF,

2006). Ries et al. (2006) menciona as principais áreas de melhorias proporcionadas pelos *green buildings*:

- Ganhos na produtividade dos usuários;
- Redução de custos com segurança e saúde dos usuários;
- Melhoria na qualidade do ambiente interno;
- Redução nos custos manutenção;
- Economia de energia e água.

Apontado, então, como um dos diversos benefícios, os ganhos de produtividade podem ser justificados pela significativa correlação que há entre desempenho do trabalho dos usuários e a edificação em que este processo ocorre (NEEDY et al., 2004). Assim, Kats (2003), em seu estudo envolvendo edifícios comerciais e institucionais (escolas), relata significativos ganhos em produtividade dos usuários. Ries et al. (2006), num estudo envolvendo uma edificação industrial, menciona o aumento de produtividade, na ordem de 25%, devido às novas instalações *green*. Outros autores, como Romm e Browning (1998), também relatam, em seus oito estudos de caso, os ganhos de produtividade superiores a 16%, num comparativo das antigas com as novas instalações.

A economia de energia, outro benefício em potencial dos *green buildings*, dá-se, segundo Kats (2003), por duas razões: primeiro, porque reduz a aquisição da energia elétrica pelo prédio e, segundo, porque também diminui o pico de energia demandada da concessionária. Em seu estudo, ele afirma que pode haver uma redução do consumo de energia na ordem de 30%.

Com relação à vantagem competitiva, Ngowi (2001) menciona que estratégias de negócio visam à criação de vantagem competitiva, basicamente, de duas formas: uma, oferecendo produtos com preços menores do que os dos concorrentes, e a outra, diante da habilidade de oferecer produtos diferenciados, que recompensem os custos extras de sua produção. Neste sentido, os projetos de edifícios ambientalmente amigáveis têm a ampla capacidade de gerar vantagem competitiva para as empresas que as produzem, pois se diferenciam: na maneira com que empregam os recursos, utilizam a energia e dispõem os resíduos, mais eficientemente, do que os convencionais, e, ainda, proporcionam benefícios aos seus usuários (NGOWI, 2001).

3.3 OS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Com o intuito de levantar os requisitos necessários a uma edificação, de forma a torná-la mais sustentável, serão analisados alguns dos principais critérios de sustentabilidade, contidos em alguns documentos, publicações e sistemas de avaliação ambiental de edificações.

Neste trabalho, requisitos de sustentabilidade devem ser entendidos como aqueles que, uma vez introduzidos no processo de um empreendimento e implementados na forma de especificações de projeto, proporcionam a otimização do desempenho ambiental de uma edificação. Segundo a ISO (2002), desempenho ambiental é definido como a capacidade mensurável de um produto para a promoção da sustentabilidade do meio ambiente, através da redução de impactos ambientais negativos e da melhoria dos serviços e conforto proporcionado aos usuários de uma edificação.

3.3.1 Agenda 21 para a Construção Sustentável

A Agenda 21 para a Construção Sustentável é um documento que tem, como principal finalidade, fornecer uma estrutura conceitual, que defina as vinculações entre o conceito de desenvolvimento sustentável e o setor da construção. Sua publicação ocorreu em 1999, a partir do Congresso Mundial Sobre Construção Sustentável, do CIB¹⁸, realizado em Gävle, na Suécia, em 1998. Teve como grande mérito sistematizar todos os estudos do CIB realizados nas décadas de 80 e 90, pelas diversas comissões de trabalho (Ws)¹⁹ e grupos de tarefa (TGs)²⁰, que contemplavam, predominantemente, as questões ambientais.

A Agenda detalha conceitos, aspectos e desafios para indústria da construção alcançar um patamar mais sustentável, e é organizada em três grandes blocos: (1) Gerenciamento e Organização; (2) Os Aspectos do Produto e do Edifício e (3) Consumo de Recursos. Assim,

¹⁸ *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* [Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação em Edifícios e Construção].

¹⁹ *Energy Conservation in the Built Environment* [Conservação de Energia no Ambiente Construído] (W076); *Water Supply and Drainage* [Sistemas Prediais de Água e Esgoto] (W062); *Indoor Climate* [Clima de Interiores] (W077); *Prediction of Service Life of Building Materials and Components* [Previsão da Vida Útil de Materiais e Componentes da Construção]; *Design for durability* [Projeto para a Durabilidade] (W094), são alguns dos exemplos das *Working Commissions* [Comissões de Trabalho].

²⁰ *Environmental Assessment of Building* [Avaliação Ambiental de Edifícios] (TG08, depois transformada em *Working Commission W100*); *Best Practices for Sustainable Construction* [Melhores Práticas para Construção Sustentável] (TG16); *Environmental Design Method in Materials and Structural Engineering* [Método de Projeto Ambiental para Materiais e Engenharia Estrutural] (TG22); *Urban Sustainability* [Sustentabilidade Urbana] (TG38).

contribuindo para o levantamento de requisitos necessários a um projeto de edificação mais sustentável, são apresentados, em linhas gerais, os seguintes tópicos:

(1) Gerenciamento e organização

Para viabilização de alguns dos itens ambientais da Agenda, alguns aspectos relativos à organização e ao gerenciamento do setor são considerados importantes:

- Definição de padrões e melhoria da qualidade ambiental das construções – projeto, processo e produto;
- Processo de projeto – intensificação do caráter multidisciplinar do projeto, que deve ser necessariamente integrado para aumentar a eficiência global do processo; importância de adoção de princípios de projeto ambientalmente responsável; ênfase na formação profissional.
- Re-engenharia do processo construtivo, com maior coordenação e integração entre parceiros, atualização e desenvolvimento de novos conceitos, em decorrência da penetração de novas tecnologias; melhor gerenciamento do processo construtivo, através da implementação de gerenciamento da qualidade total; identificação e fortalecimento de oportunidades de reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD)/ emprego de reciclados na construção etc;
- Capacitação de recursos humanos e melhoria da segurança no ambiente de trabalho;
- Desenvolvimento de normalização orientada à qualidade ambiental de edifícios e produtos para construção;
- Educação/informação e conscientização pública.

Os aspectos de organização e gerenciamento do setor assumem proporção crítica, devido à complexidade resultante do grande número de agentes envolvidos nas atividades da indústria da construção, desde o planejamento e o projeto, até a operação e a eventual demolição do edifício, ao final do seu ciclo de vida. Acrescentar a dimensão ambiental à etapa de projeto requer a integração entre as diversas disciplinas envolvidas e o desenvolvimento de ferramentas avançadas de suporte à tomada de decisões, visando, sempre, à otimização e à retroalimentação do processo (CIB, 2000; JOHN et al. 2001).

(2) Os aspectos do Produto e do Edifício

A opção de ter como base o pressuposto do enfoque de um edifício sustentável inclui, pelo menos, um cálculo de todos os fatores que podem afetar o meio ambiente ou a saúde humana. Para isso, tal esquema deve abranger uma variedade de fatores, alguns deles técnicos, outros relacionados com os comportamentos e reações humanas. Assim, o documento do CIB (2000) menciona que uma estrutura, para medir a atuação de edifícios, deve incluir fatores como:

- recursos consumidos;
- energia;
- materiais;
- água;
- terra;
- capital e investimentos operacionais;
- funcionalidade ou nível de serviço;
- adequabilidade ao propósito visado;
- flexibilidade, adaptabilidade e durabilidade;
- manutenção e desempenho;
- qualidade do ar em ambiente fechado;
- ventilação e qualidade do ar;
- conforto térmico;
- iluminação e luz do dia;
- ruídos e acústica;
- controle de sistemas;
- carga no meio ambiente;
- carga no local e áreas adjacentes;
- carga na comunidade e na região;
- poluição de ar na região;
- degradação da camada de ozônio;
- efeito estufa – gases;
- gerenciamento;
- planejamento do processo construtivo;
- planejamento do funcionamento de edifícios;
- gerenciamento do funcionamento de edifícios;

- manutenção de edifícios.

(CIB, 2000)

Qualidade dos Ambientes Interiores

Dando ênfase à qualidade do ambiente interno da edificação, em função de problemas da qualidade do ar – ligados à falta de ventilação e problemas sérios de saúde, como os causados pelo amianto, pela tinta contendo chumbo ou pela poeira da madeira – chama-se à atenção e aponta-se como desafio a abordagem dos seguintes aspectos:

- poeiras e outras partículas geradas durante a construção / reconstrução;
- ventilação inadequada e ambiente úmido;
- a qualidade e o projeto do equipamento de distribuição do ar;
- procedimentos de conservação;
- escolha do material para o interior do edifício e do mobiliário;
- emissões dos equipamentos dos escritórios, como copiadoras e impressoras a laser.

Maior conforto térmico, isolamento acústico e condições de iluminação também constituem mais três desafios importantes a serem resolvidos pelos projetistas, pelos pesquisadores e pela indústria da construção (CIB, 2000).

(3) Consumo de recursos

Com relação ao consumo de recursos, expresso através do uso da energia e da água, do impacto dos materiais e do uso do solo, a Agenda aponta os seguintes desafios para indústria de construção civil:

Promoção da eficiência energética através de:

- medidas de conservação de energia tais como:
 - estocagem e recuperação do aquecimento;
 - pequenas unidades CHP;
 - bombas elétricas de aquecimento;
 - pilhas PV;
 - tecnologias para aquecimento / resfriamento híbridas e passivas;
 - sistemas de iluminação passivos;
 - isolamento translúcido;

- tecnologia sensorial e domótica²¹ de construção avançados;
- novos materiais e sistemas de isolamento acústico / térmico.
- programa de reforma extensiva, através de:
 - reforma de instalações;
 - domótica e sistemas de gerenciamento de energia;
 - maior iluminação natural;
 - melhor controle da qualidade do ar, ruídos e riscos para saúde internos.
- aspectos do transporte
- uso de energias renováveis

Redução do uso da água potável de alta qualidade:

- contar com água da chuva;
- reduzir o consumo doméstico, por meio de sistemas de gerenciamento da água usada;
- sistemas de saneamento sem água;
- uso de plantas resistentes à seca;

Seleção de materiais com bom desempenho ambiental:

- uso de materiais renováveis ou recicláveis
 - concreto com agregados reciclados;
 - blocos de alvenaria reciclados;
 - madeira reciclada;
- redução do uso de recursos naturais
 - cimentos com cinza volante
- reciclagem

Contribuição para um desenvolvimento sustentável:

- uso eficiente do solo;
- projeto para vida útil mais longa;
- longevidade dos edifícios, por meio da flexibilidade e adaptabilidade;
- melhor compreensão das necessidades e requerimentos dos futuros usuários;
- preparar para novos usos edifícios ultrapassados, direcionados para outras atividades;
- conversão dos edifícios existentes;
- reforma;

²¹ É uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo “Domótica” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle automatizado de algo).

- gerenciamento sustentável dos edifícios;
- prevenção do declínio urbano e redução da ocupação desordenada;
- contribuição para criação de empregos;
- preservação da herança cultural.

Questões Sociais, culturais e econômicas:

- contribuição para diminuição da pobreza;
- ambiente de trabalho saudável e seguro.

3.3.2 Principais sistemas de avaliação ambiental de edifícios

Os sistemas para avaliação de desempenho ambiental de edificações surgiram na década de 90, na Europa, nos Estados Unidos e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais, estabelecidas a partir na UNCED, do Rio de Janeiro (SILVA, 2003).

Segundo Silva (2000), todos estes sistemas propostos tinham como objetivo encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental, provendo avaliações, ora detalhadas, para o diagnóstico de eventuais necessidades de intervenção no ambiente construído; ora simplificadas, para orientar projetistas ou sustentar a atribuição de selos ambientais para os edifícios.

Degani e Cardoso (2002) também afirmam que estes sistemas simplificados servem como guias para o projeto, estimulando a competição pelo “verde”, a consciência ambiental dos consumidores e a transformação do mercado. A tabela 5 apresenta os principais sistemas discutidos em Silva (2003).

Tabela 5 - Principais Sistemas de Avaliação Ambiental de Edificação

País	Sistema	Comentários
Reino Unido	BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	O primeiro deles e que embasou os vários <i>orientados ao mercado</i> , subseqüentes;
Estados Unidos	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Atualmente o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento;
Canadá	BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria)	O primeiro sistema orientado à pesquisa metodológica;
Internacional	GBC (Green Building Challenge)	Sucessor do BEPAC, resultado de um consórcio internacional ²² ;
Japão	CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)	O método lançado mais recentemente, que introduziu alguns conceitos inovadores à avaliação de edifícios.

(fonte: Adaptado de Silva, 2003)

Com isso, embora não exista uma classificação formal neste sentido, é possível fazer uma distinção entre os sistemas. De um lado existem aqueles *orientados para o mercado*, como o BREEAM e o LEED, os quais foram desenvolvidos para serem facilmente absorvidos pelos projetistas, e de outro, existem aqueles *orientados para a pesquisa*, como BEPAC, GBC, os quais estão centrados no desenvolvimento metodológico e fundamentação científica (SILVA, 2003).

Em outra análise realizada por Silva, onde foram estudados pormenorizadamente os métodos BREEAM, LEEDTM, HKBEAM, MSDG, CASBEE E GBTool, ela faz a constatação de que os nomes, conteúdo e nível de detalhamento das categorias variam de um método a outro, porém, dentro de blocos de discussão relativamente comuns. E, para ilustrar isso, a autora procede a uma re-categorização dos itens de cada método, numa mesma base de categorias, por ela definida (ver figura 5).

²² Atualmente seu nome mudou para SBC, em função da substituição da palavra “Green” pela palavra “Sustainable”.

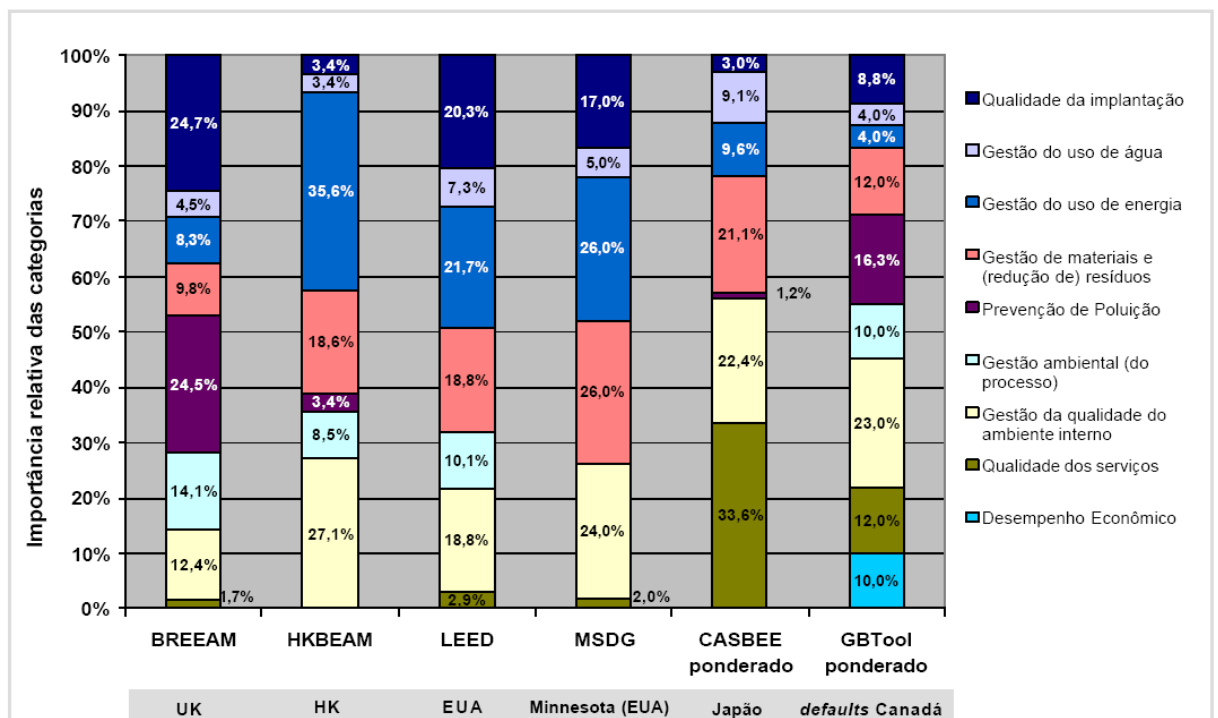


Figura 6 - distribuição dos créditos ambientais do BREEAM, HKBEAM, LEEDTM, MSDG, CASBEE e GBTool, após re-categorização realizada por Silva (2003)

(fonte: SILVA 2003)

Contudo, considerando o método LEED, o sistema de avaliação mais difundido no mundo inteiro e que também vem sendo utilizado e discutido atualmente no Brasil (TRIANA et al., 2006; VOSGUERITCHIAN; MELHADO, 2005), este trabalho fará uma abordagem mais aprofundada somente deste sistema.

3.4 LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEEDTM)

É um dos principais sistemas de avaliação ambiental de edificações disponível na atualidade. Foi criado pelo *U. S. Green Building Council (USGBC)*²³ e desenvolvido para ser um sistema de classificação e certificação ambiental, projetado para facilitar a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável para os profissionais e para a indústria da construção americana e proporcionar reconhecimento junto ao mercado, pelos esforços despendidos para essa finalidade (USGBC, 2007).

²³ Conselho americano de *green buildings*

O LEED é, provavelmente, o método disponível mais amigável, enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional. Com uma estrutura simples, o *LEEDTM* é baseado em especificações de desempenho, em vez de critérios prescritivos, e toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos de terceira parte, com credibilidade reconhecida, como a ASHRAE²⁴; a ASTM²⁵; a EPA²⁶; e o DOE²⁷ (SILVA, 2003).

Segundo Triana (2005), o LEED foi criado para:

- a) Definir edificações, estabelecendo um padrão comum de medida;
- b) Promover a prática de desenho integrado como um todo;
- c) Reconhecer líderes ambientais na indústria;
- d) Estimular a competição pelo verde;
- e) Elevar a consciência dos benefícios das edificações verdes; e
- f) Transformar o mercado imobiliário.

Atualmente, compondo o portfólio do sistema, existem as seguintes modalidades de avaliação:

- **LEED-NC** – para novas construções e grandes renovações, aplicado para edifícios comerciais, escritórios, edificações institucionais, como bibliotecas, colégios, museus, igrejas, hotéis, e edificações residenciais multifamiliares;
- **LEED-EB** – para operações de edificações existentes;
- **LEED-CI** – para projetos de interiores comerciais;
- **LEED-CS** – para a envoltória de edificações;
- **LEED-H** – para residências;
- **LEED-ND** – para o desenvolvimento de bairros.

Com exceção à modalidade LEED for HOMES, todas as demais possuem uma estrutura de avaliação muito semelhante. Isso permite que a apresentação de sua estrutura e processo de certificação seja feita somente a partir da modalidade principal, a LEED-NC.

²⁴ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

²⁵ American Society for Testing and Materials.

²⁶ U.S. Environmental Protection Agency.

²⁷ U.S. Department of Energy.

Estrutura e processo de certificação

O LEED está dividido em cinco categorias de avaliação, que correspondem às áreas de desempenho ambiental. Não há, porém, um critério de ponderação entre as categorias, mas o número de variável de itens dentro das categorias define, implicitamente, pesos para cada uma delas (ver tabela 6).

Para a avaliação de um edifício existe um critério mínimo de nivelamento, que corresponde ao cumprimento de uma série de pré-requisitos. Satisfeitos todos estes pré-requisitos, o edifício torna-se apto a passar para a etapa de análise e classificação de desempenho, dada pelo número de créditos obtidos. Assim, caso o edifício atinja um mínimo de 26 pontos, ele será certificado em um dos quatro níveis, mostrados na tabela 7.

Tabela 6 - Estrutura de avaliação do LEED™ 2.2

Sítios Sustentáveis		até 14 pts
Pré-req. 1	Prevenção de poluição na atividade de construção	Requisito
Crédito 1	Seleção de área	1
Crédito 2	Densidade de desenvolvimento e conectividade com a comunidade	1
Crédito 3	Redesenvolvimento de áreas contaminadas (brownfields)	1
Crédito 4.1	Transporte alternativo, acesso a transporte público	1
Crédito 4.2	Transporte alternativo, bicicletário e salas de conversão	1
Crédito 4.3	Transporte alternativo, veículos mais eficientes	1
Crédito 4.4	Transporte alternativo, capacidade de estacionamento	1
Crédito 5.1	Desenvolvimento urbano, proteção ou restauração do habitat	1
Crédito 5.2	Desenvolvimento urbano, maximização da área aberta	1
Crédito 6.1	Gestão da água da chuva, controle quantitativo	1
Crédito 6.2	Gestão da água da chuva, controle qualitativo	1
Crédito 7.1	Redução de ilhas de calor, telhado	1
Crédito 7.2	Redução de ilhas de calor, entorno	1
Crédito 8	Redução de poluição luminosa	1
Uso eficiente de água		até 05 pts
Crédito 1.1	Paisagismo com uso eficiente de água, redução de 50%	1
Crédito 1.2	Paisagismo com uso eficiente de água, sem irrigação ou água não potável	1
Crédito 2	Tecnologias inovadoras para reutilização das águas	1
Crédito 3.1	Conservação de água, redução de 20%	1
Crédito 3.2	Conservação de água, redução de 30%	1
Energia e Atmosfera		até 17 pts
Pré-req. 1	Verificação de conformidade pré-entrega (<i>commissioning</i>)	Requisito
Pré-req. 2	Eficiência energética mínima	Requisito
Pré-req. 3	Redução CFCs, equipamentos de condicionamento e ventilação artificial	Requisito
Crédito 1	Otimização do desempenho energético	1-10
Crédito 2	Uso de energia renovável	1-3
Crédito 3	Verificação de conformidade pré-entrega adicional	1
Crédito 4	Redução de HCFCs ²⁸ e <i>Halons</i> (dano a camada de ozônio)	1
Crédito 5	Mensuração e verificação de desempenho	1
Crédito 6	Uso de tecnologias renováveis de poluição zero: solar, eólica, geotérmica, etc.	1
Materiais e recursos		até 13 pts
Pré-req. 1	Coleta e armazenamento, material reciclável produzido p/ usuários edifício	Requisito
Crédito 1.1	Reuso de edifício, manutenção de 75% do existente (parede, piso, telhado)	1
Crédito 1.2	Reuso de edifício, manutenção de 95% do existente (parede, piso, telhado)	1
Crédito 1.3	Reuso de edifício, manutenção de 50% elementos não estruturais (interior)	1
Crédito 2.1	Gestão de RCD, desvio de 50% de sua disposição	1
Crédito 2.2	Gestão de RCD, desvio de 75% de sua disposição	1
Crédito 3.1	Reutilização de recursos, 5%	1
Crédito 3.2	Reutilização de recursos, 10%	1

²⁸ HCFC - Hidroclorofluorcarbono

Crédito 4.1	Materiais com conteúdo reciclado, 10%	1
Crédito 4.2	Materiais com conteúdo reciclado, 20%	1
Crédito 5.1	Materiais regionais, 10% extraído, processado e manufaturado (região)	1
Crédito 5.2	Materiais regionais, 20% extraído, processado e manufaturado (região)	1
Crédito 6	Materiais rapidamente renováveis	1
Crédito 7	Uso de madeira certificada	1
Qualidade do ambiente interno		até 15 pts
Pré-req. 1	Qualidade do ar interno mínima	Requisito
Pré-req. 2	Controle ambiental de fumaça de cigarros	Requisito
Crédito 1	Monitoramento de CO ₂	1
Crédito 2	Aumento da eficiência de ventilação	1
Crédito 3.1	Plano de gestão de qualidade do ar interno, durante a construção	1
Crédito 3.2	Plano de gestão de qualidade do ar interno, antes da ocupação	1
Crédito 4.1	Materiais com baixa emissão de VOCs ²⁹ : colas e selantes	1
Crédito 4.2	Materiais com baixa emissão de VOCs: tintas e revestimentos	1
Crédito 4.3	Materiais com baixa emissão de VOCs: carpetes	1
Crédito 4.4	Materiais com baixa emissão de VOCs: compósitos de madeira	1
Crédito 5	Controle de poluição interna por origem química	1
Crédito 6.1	Controlabilidade pelos usuários, iluminação artificial	1
Crédito 6.2	Controlabilidade pelos usuários, conforto térmico	1
Crédito 7.1	Conforto térmico, projeto	1
Crédito 7.2	Conforto térmico, verificação	1
Crédito 8.1	Luz natural e vista para o exterior, 75% de luz natural nos espaços	1
Crédito 8.2	Luz natural e vista para o exterior, 90% de vista exterior para os espaços	1
Inovação e processo de projeto		até 05 pts
Crédito 1.1	Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)	1
Crédito 1.2	Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)	1
Crédito 1.3	Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)	1
Crédito 1.4	Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias)	1
Crédito 2	Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED TM	1
Total do projeto		até 69 pts

(USGBC, 2005)

Tabela 7 - Níveis de classificação do LEEDTM.

Nível de classificação	Pontos (total 69 pts)
LEED TM Certified	26 a 32 pts
Silver	33 a 38 pts
Gold	39 a 51 pts
Platinum	≥ 52 pts

(USGBC, 2005)

²⁹ VOCs (Volatile Organic Compounds) – Compostos orgânicos voláteis

Assim, ao saber quais são os requisitos avaliados num sistema, como o LEED, pode-se fazer o caminho inverso, para buscar o que o projeto deveria ter para o alcance da sustentabilidade.

Embora alguns autores critiquem os sistemas de avaliação, apontando algumas limitações – utilização como ferramenta de projeto; desconsideração dos aspectos financeiros, as variações regionais, sistema de ponderação e as escalas de desempenho–, não há dúvidas de que os métodos de avaliação ambiental de edifícios contribuem significativamente para o alcance de metas do desenvolvimento sustentável acerca da construção. De um lado, proporcionam uma estrutura de trabalho para medir e monitorar o desempenho ambiental de edifícios, e, de outro, alertam profissionais da construção para importância do desenvolvimento sustentável no processo de construção (DING, 2007).

3.5 A INTRODUÇÃO DE REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NO PROCESSO DE PROJETO

Segundo Pushkar et al. (2005), diversos fatores dificultam o processo de se otimizar ambientalmente o projeto de um edifício, ou seja, de se introduzir requisitos de sustentabilidade no processo de projeto. Primeiro, porque, diferente de um processo industrial, o produto varia de um para outro projeto, nunca se repete exatamente o mesmo. Segundo, porque os edifícios são produtos muito mais complexos, compostos por uma grande quantidade de materiais e componentes, cada qual constituindo uma variável, que deve ser selecionada na fase de projeto, e que pode ter reflexos no meio ambiente, durante todo o seu ciclo de vida. Outro fator que dificulta o processo de projeto é a forma com que ele vem acontecendo, ou seja, altamente fragmentado: diversos profissionais trabalhando separadamente em diferentes escritórios, cada um engajado em fornecer soluções, a partir diversos critérios, que não necessariamente remetem as questões ambientais, mas que de qualquer forma, são essenciais para o projeto (PUSHKAR et al., 2005).

Porém, mesmo assim, os requisitos de sustentabilidade ambiental estão sendo inseridos na tomada de decisão dos projetistas (CIB; UNEP-IETC, 2002), juntamente com outros, tradicionalmente ponderados, o que, de acordo Gangemi et al. (2000), requer toda uma nova forma de se encarar a gestão do processo de projeto, mais significativamente dentro da equipe de projeto, onde alguns aspectos devem ser considerados.

É considerado essencial que a abordagem ambiental exista dentro de uma equipe de projeto e se desenvolva através da interação entre diferentes especialidades. Assim, durante todo o projeto, as decisões não são tomadas isoladamente, mas em conjunto com todos os agentes envolvidos, decidindo sobre os mais diversos aspectos, tais como orientação, forma da edificação, processo construtivo, etc. A partir do ponto em que cálculos e análises climáticas ou ambientais se tornam complexas, os projetistas passam a requisitar os serviços de consultoria, ou seja, de um especialista. Assim as estratégias e o desempenho ambiental da edificação são estabelecidos pela equipe de projeto e consultores externos. Geralmente, o número de consultores externos ligados às questões ambientais e de energia depende das dimensões e da complexidade do projeto (GANGEMI et al. 2000).

A relação com o cliente também é considerada um ponto chave para o projeto de um *green building*. É necessário um maior investimento, para se constituir um edifício desta natureza, o que acaba dificultando a sua negociação com o cliente. Também ocorre que muitos clientes solicitam o projeto de um *green building*, sem deixar claros os seus requisitos, com relação aos aspectos ambientais. Nesta situação, torna-se importante que o arquiteto e a consultoria adotem uma postura pró-ativa, incluindo soluções alternativas no projeto, que objetivem a qualidade ambiental do edifício (GANGEMI et al. 2000).

De fato, a complexidade e a multi-disciplinaridade representam as mudanças que o projeto e a construção de edifícios sustentáveis devem encarar. A natureza e a quantidade de informações necessárias são também considerações que levam a repensar o projeto, como um todo. Neste sentido, a consultoria ambiental tem exercido um papel fundamental, sendo requisitada, ou diretamente pelo cliente, ou por recomendação feita pela equipe de projeto (GANGEMI et al. 2000).

Contudo, a consideração dos requisitos ambientais, conjuntamente com os demais requisitos tradicionalmente ponderados no processo de projeto, tende a aumentar o número de *trade-offs* a serem realizados. Assim, os requisitos ambientais, a exemplo dos demais, devem ser incorporados o mais cedo possível no processo (OLIVEIRA et al., 2004).

Langdon (2004) também afirma que o melhor e mais econômico *design* sustentável é aquele em que as características são incorporadas em um estágio inicial de projeto, sendo integradas e dando um efetivo suporte, umas às outras. Se os elementos de um *design* sustentável não

forem incorporados desde o princípio no projeto, será muito mais difícil a sua incorporação posterior (LANGDON, 2004).

Também considerando os requisitos de sustentabilidade no processo de projeto, Oliveira et al. (2004) afirmam que tal introdução depende da existência de dispositivos facilitadores, que auxiliem os agentes envolvidos em suas decisões com respeito a questões ambientais. E neste caso, dispositivos facilitadores podem ser entendidos, como quaisquer elementos, tais como normas, listas de checagem, sistemas de avaliação ou manuais, que possibilitem explicitar requisitos de sustentabilidade ambiental durante o processo de projeto (OLIVEIRA et al., 2004). Opinião semelhante é defendida por Degani (2003), que afirma que a disponibilidade de soluções para a melhoria do desempenho ambiental do processo de produção e do produto acabado e a aplicabilidade de ferramentas de gestão são fatores que se apresentam como elementos impulsionadores para uma construção mais sustentável.

Desta forma, é possível identificar a existência de normas, regulamentações e sistemas de avaliação que exercem a função de tais dispositivos. Contudo, segundo Silva (2003), deve-se considerar que, enquanto as legislações e regulamentações determinam níveis mínimos de desempenho, introduzindo-os de forma obrigatória no processo de projeto, a adoção de sistemas de avaliação, atrelados a sistemas de certificação, possibilitam níveis superiores, pois acabam estimulando a concorrência pelo *green*.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo maior deste capítulo foi, então, apresentar e discutir os requisitos necessários a uma edificação de forma a torná-la mais sustentável. Assim, a análise de documentos, publicações e sistemas de avaliação ambiental de edificações, teve como intuito fornecer a base para identificação dos aspectos de sustentabilidade contemplados pelo projeto, objeto do estudo de caso deste trabalho.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Nesse capítulo será apresentado o método de pesquisa utilizado neste trabalho. Aborda-se a estratégia utilizada, o delineamento da pesquisa e a descrição das etapas envolvidas.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada para este trabalho é o estudo de caso, pois, segundo Yin (2001), esta é a estratégia mais adequada quando: (1) colocam-se questões do tipo “como” e “por que”; (2) a investigação se focaliza num fenômeno contemporâneo, inserido em algum contexto da vida real; e (3) quando o pesquisador tem pouco ou nenhum controle dos eventos.

Porém, há algumas divergências na literatura sobre a conceituação do estudo de caso, principalmente quando um dos instrumentos para coleta de dados é a observação participante. Thiollent (1997), por exemplo. Afirma que, se existe a participação do pesquisador no estudo, trata-se de pesquisa-ação. No entanto, a pesquisa-ação apresenta características diferenciadas do estudo de caso. Segundo Dick (1993), a pesquisa-ação tem dois objetivos: a ação, de modo a trazer mudança em alguma comunidade ou organização, e a pesquisa, para aumentar o entendimento. Neste caso, a pesquisa-ação é tida como um processo cíclico, participativo e essencialmente qualitativo, em que o processo de aprendizagem exerce o papel de indutor de mudanças (THIOLLENT, 1997; DICK, 1993).

Desta forma, observa-se que, embora as duas estratégias possam ser adotadas em pesquisa com intervenção, num contexto da vida real, a pesquisa-ação é uma estratégia complexa e indicada para pesquisas, cujo objetivo é a mudança na organização, no processo, no grupo ou no indivíduo. Já, o estudo de caso é indicado em situações nas quais pode haver necessidade de algum tipo de intervenção, mas cujo objetivo principal é o desenvolvimento de um produto, aplicação ou experimentação de um modelo, método, ferramenta ou instrumento (HIROTA et al., 2000).

Segundo Yin (2001), os estudos de caso não buscam a generalização de seus resultados, mas, sim, a compreensão e interpretação mais profunda dos fatos e de fenômenos normalmente isolados. E, embora não possam ser generalizados, os resultados obtidos devem possibilitar a disseminação do conhecimento.

Diante do exposto, entende-se que o trabalho em questão caracteriza-se como um estudo de caso com intervenção, pois não há um processo cíclico, participativo, cujo processo de aprendizagem exerce o papel indutor de mudanças. Há, contudo, a observação participante e intervenções, cujo objetivo é o desenvolvimento de um produto. A unidade de análise do estudo é o processo de projeto de um edifício, que incorpora requisitos de sustentabilidade.

4.2 DELINEAMENTO

Este trabalho foi dividido em quatro grandes etapas. Uma etapa inicial, correspondendo a uma investigação preliminar e algumas caracterizações. E mais três etapas subsequentes, que irão compor o estudo de caso, propriamente dito, sendo todas elas acompanhadas por revisão bibliográfica. A figura 6 apresenta, esquematicamente, o encadeamento destas etapas.



Figura 7 - Delineamento da pesquisa

4.3 INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR

Esta etapa teve início com uma revisão bibliográfica preliminar, que teve como objetivo entender os principais conceitos do tema em estudo. Paralelamente, buscou-se identificar empreendimentos de edifícios mais sustentáveis e entrevistar profissionais atuantes na área, almejando, assim, um entendimento prévio de como ocorre o processo de projeto, e se este difere do processo de um empreendimento convencional, por incorporar requisitos de sustentabilidade.

Os critérios para identificação e seleção de empreendimentos mais sustentáveis foram os seguintes:

- o processo de projeto deveria estar sendo desenvolvido dentro de uma empresa atuante no mercado;
- a edificação deveria estar propondo incorporar diversos requisitos de sustentabilidade (consideração de eficiência energética, de uso racional da água, de seleção de materiais de menor impacto ambiental, etc.);
- o processo de projeto do empreendimento deveria estar num estágio inicial;
- o processo de projeto, preferencialmente, deveria estar fazendo uso de um protocolo de avaliação/certificação ambiental de edifícios;

No caso das entrevistas, embora não fosse apresentada aos profissionais uma estrutura de questionamentos, as perguntas seguiam os seguintes critérios:

- apontar os principais motivos que levaram os clientes a investirem numa edificação mais sustentável;
- identificar interesses pela utilização de um protocolo de avaliação/certificação ambiental de edifícios.
- descrever a atuação do profissional no processo de projeto;
- descrever, sucintamente, o desenrolar do processo de projeto de um edifício mais sustentável;
- identificar influências no processo de projeto, devido, à utilização de um protocolo de avaliação/certificação ambiental de edifícios.

Tal iniciativa, de identificação de empreendimentos, também teve como propósito selecionar um caso para ser objeto de estudo desta pesquisa.

4.4 ESTUDO DE CASO

Inicialmente, apresenta-se uma caracterização geral da empresa onde foi desenvolvido o estudo de caso. Em seguida, descrevem-se os procedimentos utilizados na preparação do estudo, no desenvolvimento e na análise e discussão dos resultados.

4.4.1 Caracterização da empresa

O estudo de caso foi realizado em um Escritório de Arquitetura e Gerenciamento de Projetos, na cidade de Porto Alegre. A empresa caracteriza-se por ser uma empresa de pequeno porte, que atualmente tem se voltado, principalmente, para o gerenciamento de projetos e obras de condomínios horizontais. Possui, também, grande experiência em projetos e gerenciamento de construções de *shopping centers*. Sua estrutura organizacional conta com o diretor (dono da empresa) e um corpo técnico de gerentes e profissionais, que varia conforme a demanda pela gestão de projetos e empreendimentos.

Contudo, embora a empresa atualmente esteja voltada mais para o segmento do gerenciamento de projetos e obras, o projeto em questão trata de uma edificação que abrigará a residência e novo escritório do proprietário da empresa. Desta forma, o projeto de arquitetura passou a ser desenvolvido dentro do escritório.

As principais justificativas para a seleção desta empresa, para a realização do estudo de caso são: (1) o fato de a empresa ser uma das poucas atuantes no mercado de Porto Alegre, que se teve conhecimento, a estar desenvolvendo um projeto com grande ênfase nos conceitos de sustentabilidade; (2) estar disposta a fornecer os dados do processo de projeto para a pesquisa.

4.4.2 Fase preparatória

Inicialmente, foi feita uma visita à empresa, com o intuito de identificar algum empreendimento em potencial, assim como avaliar as possibilidades de realização de um estudo de caso. Foram discutidos alguns princípios e características de edificações mais sustentáveis, alguns empreendimentos já concluídos e, de uma forma geral, a área de atuação da empresa. Casualmente, a empresa contava com o desenvolvimento de um

empreendimento com ênfase em sustentabilidade e aceitou, previamente, disponibilizá-lo para realização de um estudo de caso.

A partir disso, foi elaborada uma proposta mais formal para realização do estudo de caso na empresa, visando esclarecer melhor os objetivos e que tipo de dados seriam coletados. Após ser definitivamente aprovada a realização do estudo, uma segunda visita foi realizada. Nela foram discutidos os dados disponíveis para coleta, o período para realização do mesmo, assim como a participação do pesquisador no processo de projeto.

Deste modo, a partir da identificação dos dados disponíveis, organizou-se uma listagem das fontes de evidência. A tabela 8 apresenta as fontes adotadas.

Tabela 8 – Fontes de evidência para o estudo de caso

Fontes de evidência	
Entrevistas semi-estruturadas	promotor, agentes de projeto
Análise de documentos	projetos, detalhamentos, memoriais descritivos
Observação participante	atuação no processo de projeto

4.4.3 Fase de desenvolvimento

Entrevistas semi-estruturadas:

A realização de entrevistas semi-estruturadas constituiu importante fonte de informações deste estudo. A interrogação direta das pessoas, cujo comportamento se deseja conhecer, possibilita a obtenção de dados, a partir do ponto de vista dos pesquisados (YIN, 2001). Embora não tenham sido apresentadas aos entrevistados, as entrevistas faziam uso de uma estrutura pré-definida, que obedecia aos seguintes critérios:

- Apresentar um histórico resumido da empresa/profissional, para demonstrar seu grau de experiência e a extensão das suas atividades;
- Identificar os possíveis fatores que levaram à introdução de requisitos de sustentabilidade no empreendimento;
- Descrever o processo de projeto do empreendimento;
- Reunir dados sobre o projeto em questão, que contemplassem a descrição do cliente do contexto e da forma;

- Coletar informações pertinentes ao preenchimento das três estruturas apresentadas na seção 2.3: HIDECS, *Problem Seeking*, Hershberger;
- Identificar os pontos principais que condicionaram o desenvolvimento do projeto;
- Reunir diversas opiniões do arquiteto, tanto sobre o projeto, como sobre a arquitetura, para uma leitura completa dos temas tratados nas entrevistas;
- Identificar fatores que favorecessem ou restringissem a adoção de práticas e tecnologias mais sustentáveis na edificação.

Análise documental:

Outra importante fonte de evidência utilizada foi a análise documental, que é uma fonte rica e estável de dados e possibilita ampla cobertura através de longo espaço de tempo, vários eventos e ambientes distintos. Além disso, o uso mais importante desta fonte é corroborar e valorizar as evidências oriundas de outras fontes (YIN, 2001). Portanto, foram analisados, neste trabalho: projetos, detalhamentos, memoriais e procedimentos utilizados no desenvolvimento do empreendimento.

Observação participante

A observação participante é uma modalidade especial de observação, na qual o pesquisador não é apenas um observador passivo. O pesquisador pode assumir várias funções dentro do estudo, podendo, de fato, participar dos eventos que estão sendo estudados (YIN, 2001). Dentre as principais oportunidades possibilitadas por esta técnica estão: (1) o acesso do pesquisador a eventos ou grupos, que são, de outro modo, inacessíveis à investigação científica e (2) a capacidade de perceber a realidade do ponto de vista de alguém que está “dentro” do estudo, ao invés de externo a ele (YIN, 2001).

Além disso, o envolvimento com os participantes do processo de análise fornece uma visão mais completa e rica do processo, que não poderia ser obtida através de outras técnicas, podendo gerar parceria e comprometimento com os envolvidos com o processo e com mudança (DICK, 1993). Porém, essa técnica apresenta alguns problemas e um dos principais está relacionado a possíveis pontos de vista tendenciosos, que possam vir a ser produzidos (YIN, 2001). Mesmo assim, devido à opção mais ampla do estudo, essa técnica foi utilizada ao longo de toda a pesquisa, através de reuniões e seminários.

4.4.4 Análise dos resultados

Nesta etapa, os dados coletados foram estruturados e analisados pelo pesquisador da seguinte forma: foi realizada uma análise mais extensa sobre os requisitos contemplados pelo programa arquitetônico. E, contemplando apenas alguns aspectos, foram analisados dados relativo ao processo de projeto.

4.4.4.1 Foco no programa arquitetônico

Procedendo, primeiramente, à análise focada no programa arquitetônico, organizou-se os dados, segundo o procedimento descrito em Moreira (2007), o qual foi previamente abordado no capítulo 2 deste trabalho.

A replicação do procedimento proposto por Moreira, neste trabalho, baseia-se na afirmação do autor de que, embora a base de dados tenha sido desenvolvida para análise de seus estudos de caso, ela também pode ser aplicada na concepção de um novo projeto arquitetônico. Isso permite organizar as informações relativas ao contexto. Tanto aquelas que tratam das expectativas dos usuários, como as propriedades de implantação da construção, de modo que, ao mesmo tempo em que as propriedades da forma são definidas durante o projeto, os requisitos funcionais registram os objetivos e as origens da cada solução. Complementando, o autor afirma que, conseqüentemente, novos atributos podem ser implementados na base de dados, para o desenvolvimento de um projeto, como a organização das informações através de outras estruturas de programa arquitetônico, o uso de diagramas e desenhos na análise e na síntese do projeto, a reutilização de soluções e a documentação do processo.

Desta forma, esta estrutura de análise foi utilizada com o intuito de se identificar os tópicos mais relevantes do projeto, de modo a levantar os dados da forma e contexto, para, então, identificar requisitos de sustentabilidade contemplados pelo projeto.

Contemplando, então, esta análise focada no projeto arquitetônico, serão abordados os seguintes tópicos: *análise preliminar, base de dados e sub-módulo de análise de dados HIDECS*.

A etapa de *análise preliminar* pautou-se nos seguintes passos:

1. Descrição da forma:

- o edifício e o exterior
- organização interna do edifício
- composição física do edifício e a construção

2. Descrição do contexto:

- o local onde o edifício é construído
- as expectativas e os valores do usuário a que se destina a construção
- as condições de construção do edifício

3. Identificar critérios estabelecidos pelo arquiteto para resolver o projeto em análise

Estes critérios são as questões fundamentais que o projeto procurou resolver e que compõem o partido arquitetônico adotado. Os tópicos-chave do partido organizam os dados levantados nos itens 1 e 2.

4. Identificar os requisitos funcionais.

A contribuição dessa etapa da análise foi compreender quais os requisitos funcionais principais, foram contemplados no projeto, sua relação com a forma e com o contexto, de modo a, então, fornecer uma base para análise dos requisitos de sustentabilidade.

O resultado disso foi a definição de uma série de tabelas com o contexto, as descrições da forma e os requisitos funcionais identificados. A primeira tabela apresenta um resumo geral em tópicos, com o contexto e as características da forma projetada. As tabelas seguintes foram divididas em tópicos-chave do partido, particular ao projeto. Existe, ainda, uma tabela sinóptica das relações entre o contexto, os requisitos funcionais e a forma.

Assim, uma vez separados e organizados os elementos identificados na análise preliminar do projeto, o passo seguinte foi dispor o resultado em diferentes estruturas conceituais de programa arquitetônico. Para tal, fez-se uso da base de dados desenvolvida por Moreira (2007), cujas propriedades são descritas a seguir.

A *base de dados* permitiu reunir as informações identificadas na análise preliminar, relativas ao contexto, aos requisitos funcionais e à forma do projeto. Através do programa de banco de dados Microsoft Access³⁰, o autor definiu uma base de dados padrão, denominada

³⁰ Microsoft ® Access 2000, versão 9.0.3821 SR-1, Copyright © 1992-1999 Microsoft Corporation.

SINFORMA, capaz de armazenar as informações sobre um projeto e aplicar diferentes estruturas de programa arquitetônico, para análise final.

Com o objetivo de descrever seu funcionamento, a base de dados pôde ser dividida em três módulos:

- o primeiro, armazena as informações obtidas nas entrevistas;
- o segundo, relaciona as informações em categorias e estabelece as ligações entre os dados;
- o terceiro, classifica os dados, segundo as estruturas de programa arquitetônico.

O usuário do programa é o responsável pela inserção dos dados, além de decidir como serão as associações entre eles. A função da base de dados é que as informações sejam estudadas, uma a uma, na busca da descrição que melhor corresponde ao ponto de vista do arquiteto entrevistado, e, então, rearranjadas, segundo as estruturas de programas arquitetônicos que, estão por trás do módulo de classificação dos dados.

A interface da base de dados SINFORMA é apresentada em uma única tela, com três regiões diferentes, onde são trabalhados os dados de contexto, requisito funcional e forma. É possível percorrer os dados, editá-los e criar novos, além de relacioná-los às estruturas de programa arquitetônico ou ponderá-los em níveis de importância, dentro do projeto. A tela principal é apresentada na figura 7 (MOREIRA, 2007).

Figura 8 - Interface da base de dados SINFORMA. Na parte inferior da janela está a definição da ligação entre os dados apresentados na tela (C1 – 1 – F1).

O primeiro módulo de reunião das informações sobre o projeto permite registrar os dados sobre contexto, requisitos funcionais e a forma. O contexto, descrito pelo arquiteto, é organizado através da seguinte estrutura:

- *Nome*: título do parâmetro de contexto identificado;
- *Descrição*: as características do contexto, segundo a descrição do arquiteto;
- *Natureza do contexto*: permite a organização dos dados sobre o contexto em grupos, como “implantação”, “usuário” ou “legislação”, a partir dos termos adotados nos depoimentos do arquiteto ou outras lógicas de organização. Os grupos definidos não serão reproduzidos nas estruturas de análise dos dados, pois funcionam apenas como palavras-chave, que identificam a natureza do contexto;
- *Valor*: identifica a importância – o *peso* – do parâmetro entre as propriedades do contexto completo descrito. A escala de valor contempla cinco graduações, que vão de 1 (maior importância) até 5 (menor importância), conferidas na análise dos dados, segundo a interpretação da exposição do arquiteto;
- *Diagrama do contexto*: representação gráfica do contexto, se existir.

Figura 9 - Janela da base de dados SINFORMA, para a edição dos dados do contexto

Para inserir ou editar o contexto, a respectiva janela da interface da base de dados é alterada, para acrescentar ou modificar a informação, conforme ilustra a figura 8.

Os dados do contexto são ligados aos dados dos requisitos funcionais, onde uma determinada condição do projeto é traduzida funcionalmente, segundo a interpretação apresentada pelo arquiteto. Os depoimentos, em meio à observação participante, resultaram em boa parte dos requisitos funcionais, sendo que a outra parte foi identificada no procedimento de análise preliminar da entrevista.

Os requisitos funcionais, que expressam as exigências que o projeto procurou responder, são inseridos na base, a partir da seguinte estrutura:

- *Nome*: título do requisito funcional identificado;
- *Descrição*: apresenta o desempenho funcional que a forma pretendeu, para atender o parâmetro do contexto;
- *Categoria funcional*: identifica o grupo de classificação ao qual pertence o requisito funcional. As opções de categorias funcionais foram armazenadas em outra tabela, pré-configurada a partir da relação de valores contemporâneos, que dão origem aos tópicos de projeto enunciados por Hershberger (1999);
- *Problem Seeking*: classifica o requisito, segundo a estrutura da informação em projeto. Para isso, a base incorpora uma tabela pré-configurada com a relação feita

por Peña e Parshall (2001, p. 152-159), incluindo a definição original de cada tópico, e que pode ser associada ao requisito em análise;

- *Nível*: como o valor do contexto, identifica a importância de um requisito entre os demais, que pode ser muito importante (nível 1) ou pouco importante (nível 5);
- *Diagrama de requisito funcional*: permite armazenar uma representação gráfica do requisito, se existir.

Por ser o núcleo central da análise do estudo de caso, os requisitos funcionais são conectados a vários outros dados da base. Além do contexto, um requisito está ligado a diversas propriedades da forma e às tabelas *Problem Seeking* (tabela 4, p.37) e dos tópicos de projeto segundo Hershberger (tabela 2, p.34). Para outras análises, como a proposta por Alexander, através do HIDEC, os requisitos são ainda relacionados uns aos outros. A figura 9 apresenta a interface de edição e entrada dos requisitos funcionais, além da interface para o relacionamento entre requisitos. Cada janela é apresentada na região relativa aos requisitos funcionais, na tela principal.

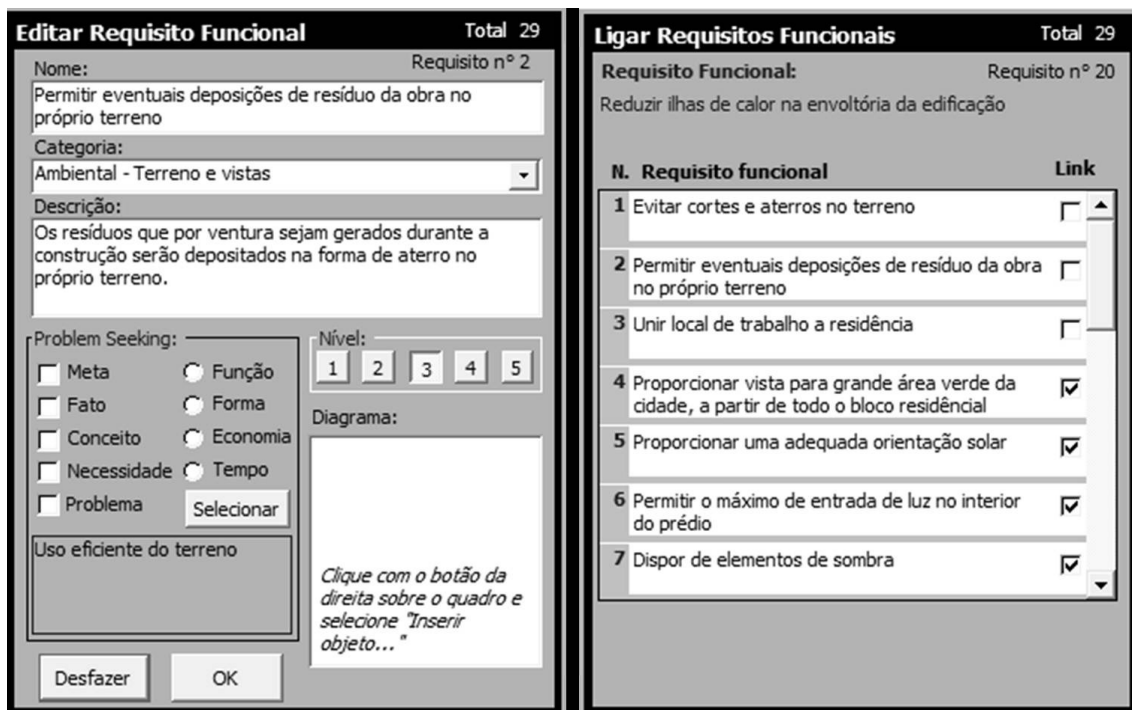


Figura 10 - Tela de edição dos dados de um requisito funcional (esquerda) e a interface para determinar as relações entre um requisito funcional e os demais (direita).

Segundo o autor do programa, uma vez definida a estrutura dos dados relativos aos requisitos funcionais, é importante estabelecer a maneira como eles são descritos. De forma que os requisitos podem ser descritos como de dois tipos:

- a) *Requisito Funcional do Contexto*: descreve um problema que está diretamente associado a uma particularidade do contexto.
- b) *Requisito Funcional de Forma*: descreve um problema que está diretamente associado ao agrupamento de elementos que compõem um espaço.

Assim, cada tipo de requisito funcional pode ser enunciado em duas partes: a primeira parte indica o que deve ser feito e a segunda parte identifica qual o contexto ou o espaço arquitetônico envolvido (tabela 9).

Tabela 9 – Estrutura para enunciar os requisitos funcionais

Requisito Funcional do Contexto	NECESSIDADE	Desempenho funcional esperado
	CONDIÇÃO	Detalhe do contexto
Requisito Funcional da Forma	NECESSIDADE	Desempenho funcional esperado
	CONDIÇÃO	Detalhe da forma

O objetivo do procedimento de enunciar os dados relativos aos requisitos é tornar precisa a descrição de cada uma das condições do projeto, sem destruir suas características. Oferece, também, uma sintaxe clara para apresentar os dados levantados. As duas divisões possíveis de contexto-função-forma e forma-função-forma devem ser organizadas no sentido dos aspectos mais gerais do projeto, até suas particularidades. Na configuração dos requisitos funcionais, percebe-se que uma necessidade se relaciona com uma particularidade do contexto ou da forma que foi avaliada pelo projetista.

Já, os aspectos relacionados à forma são organizados segundo a estrutura:

- *Nome*: identifica a forma;
- *Descrição*: descreve as propriedades da forma, para que atenda ao requisito funcional e, conseqüentemente, responda ao problema colocado pelo contexto ou

por um aspecto da forma, que seja tratado no detalhamento do projeto, como um aspecto de contexto;

- *Diagrama da forma*: representação gráfica da forma e de suas características através de diagramas e desenhos;
- *Nível*: identifica a importância do parâmetro da forma entre as outras propriedades descritas. A escala de valor contempla cinco graduações, que vão de 1 (maior importância) até 5 (menor importância), conferidas na análise dos dados, segundo a interpretação da exposição do arquiteto.

Os dados relativos à forma do edifício também estão ligados aos requisitos funcionais, o que fecha a rede dos tipos de dados que a base SINFORMA permite organizar. Não foram definidas categorias para a forma, uma vez que a relação que os dados mantêm com os requisitos é suficiente para organizá-los em diferentes estruturas, objetivo de todo o procedimento. A janela de dados pode ser vista na figura 10.

Figura 11 - Janela da base de dados SINFORMA, para a edição dos dados da forma.

O segundo módulo, que relaciona as informações em categorias, pode ser observado quando descritas as estruturas que permitem reunir os dados. Por exemplo: o contexto foi organizado em categorias, que identificam sua natureza, como “implantação” ou “usuário” e os requisitos funcionais, organizados segundo o *Problem Seeking* e a tabela Hershberger (tabela 2, p.34). Os níveis e valores também operam do mesmo modo, ao conferir graus de importância para cada dado, segundo os depoimentos do arquiteto, ao longo da observação participante. Entre os requisitos funcionais, a especificação do nível é importante para identificar uma

organização hierárquica das soluções e problemas de projeto. Além disso, para que a análise dos estudos de caso trabalhe com as diretrizes principais de um projeto, pode-se avaliar apenas os níveis mais altos (números menores) pelo HIDECS, por exemplo. Também é possível verificar em quais níveis estão os contextos e os aspectos da forma relacionados ao requisito, e, com isso, estabelecer em que nível do projeto um problema foi resolvido ou verificar os graus de importância atribuídos aos problemas.

Assim, de acordo com a proposta de Moreira, o responsável pela inserção dos dados também cria ligações entre um contexto, um requisito e uma forma. Sendo que, para isso, basta apresentar a descrição de cada um deles na tela e clicar ao botão “Conectar C – RF – F”. Caso uma propriedade da forma seja considerada um contexto para um detalhe do projeto, o botão “FORMA”, na barra superior da janela “Contexto”, carrega os parâmetros já definidos da forma. Assim, é possível conectar um dado da forma a um requisito funcional e, este, a uma outra forma. Na figura 11 (tela de apresentação da base de dados) pode ser observada, na parte inferior, a ligação entre C1, requisito funcional 1 e F1. Na figura abaixo são apresentadas as telas, em módulo de edição, e não existe uma conexão definida entre os dados.

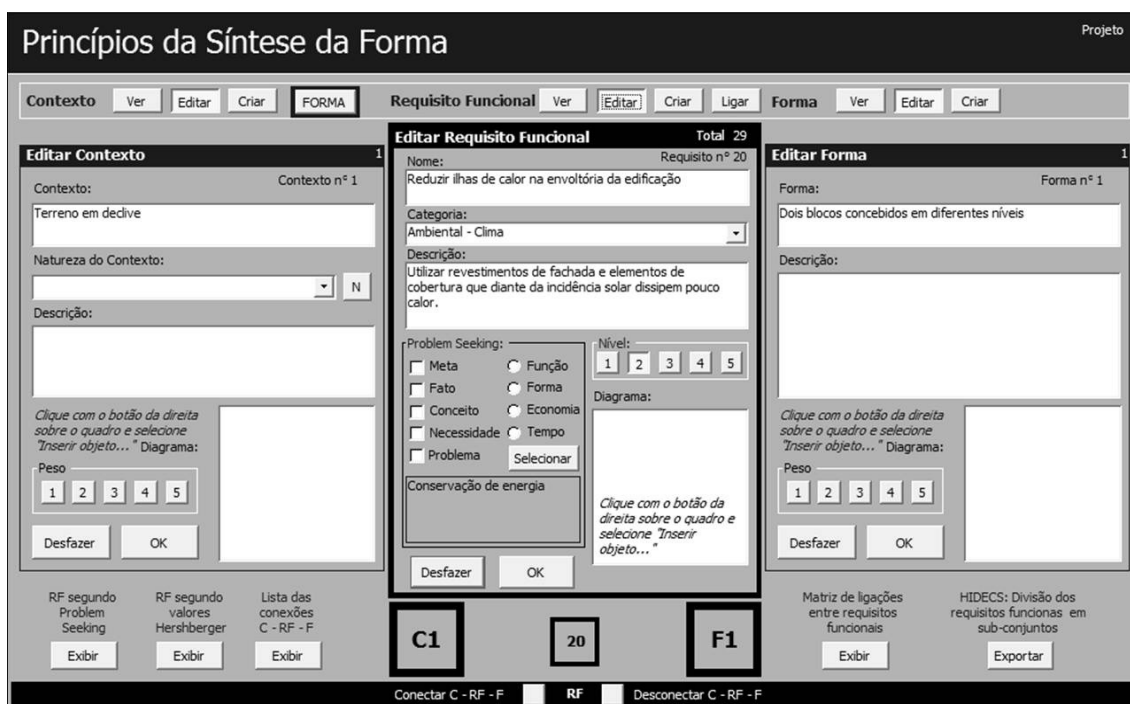


Figura 12 - Tela geral da base de dados com as janelas de contexto, requisito funcional e forma na opção de edição.

Na parte inferior da tela, dos dois lados do gráfico, que indica a conexão entre contexto, requisito e forma, encontram-se os botões que permitem visualizar os dados da base, organizados, da esquerda para a direita, segundo o *Problem Seeking*, os valores de Hershberger, as conexões C–RF–F, a matriz de relações entre requisitos funcionais e em subconjuntos, divididos pelo HIDECS de Alexander (figura 11). Esta é a interface do terceiro módulo da base, que permite a classificação dos dados, segundo os programas arquitetônicos previstos.

Segundo a proposta de Moreira, a qual está sendo reproduzida aqui, a idéia é que os requisitos funcionais, identificados no estudo de caso, sejam classificados segundo seu papel na definição da função, da forma, do orçamento (economia) e das diretrizes relativas ao tempo de vida do projeto. Nos estudos de caso realizados por Moreira (2007), o número de considerações propostas pela tabela *Problem Seeking* demonstrou ser bastante superior ao total de requisitos funcionais, de forma que nenhum de seus estudos de caso esgotou as considerações propostas por este programa arquitetônico, permitindo verificar quais as principais preocupações do projetista e quais os aspectos não considerados, a partir do quadro completo gerado.

Neste sentido, a tabela de Hershberger tem papel semelhante ao *Problem Seeking*, na organização e análise dos dados. Por se tratar de uma relação de categorias mais enxuta e de fácil aplicação, os valores contemporâneos de projeto propostos por Hershberger permitem uma descrição mais exata do requisito funcional, uma vez que considera, de modo objetivo, a implicação real de uma diretriz de projeto ou de um aspecto da forma. Uma consequência da associação à categoria de Hershberger é que um mesmo requisito funcional pode se enquadrar em várias opções da tabela, mas, ao ser eleita uma delas, obriga que se justifique a escolha. Quando um requisito funcional como, por exemplo, “permitir o acesso fácil de veículos” é enquadrado na categoria “Ambiental: terreno e vista” e não a opção “Ambiental: contexto urbano”, a descrição do contexto obriga que a escolha seja justificada (MOREIRA, 2007).

Assim, para que a análise das relações entre contexto, requisitos e forma seja compreendida na totalidade, a base de dados permite listar todas as conexões C–RF–F. Trata-se de um resumo importante, uma vez que a interface da base lida com uma seqüência C–RF–F por vez, o que dificulta encontrar as conexões estabelecidas anteriormente.

E, finalmente, a base SINFORMA permite apresentar, em uma matriz de pontos, quais as ligações estabelecidas entre os requisitos funcionais. O gráfico é baseado na matriz de relações entre requisitos, proposta por Chermayeff e Alexander (1966). A partir destas ligações, a base gera, também, uma lista de conexões entre requisitos (figura 12), que é exportada para outro programa de computador, que executa a operação de decomposição de sistemas (HIDECS), como descrita por ALEXANDER (1963).

```
total=17
2-1
3-1
3-2
4-2
4-3
5-1
5-2
5-4
6-4
6-5
7-6
8-6
8-7
9-7
9-8
10-6
10-7
10-8
10-9
11-4
11-7
11-9
11-10
12-9
12-11
13-12
14-13
15-12
15-13
15-14
16-4
16-14
16-15
17-1
17-14
17-15
17-16
```

Figura 13 - Relação de ligações entre requisitos funcionais, no formato como é exportado pela base de dados para o sub-módulo HIDECS

Trata-se do *sub-módulo de análise de dados HIDECS*, também desenvolvido por Moreira, de modo a reproduzir a operação proposta por Christopher Alexander. Assim, a utilização deste outro aplicativo se baseia nos seguintes passos.

A partir da lista dos pares de requisitos funcionais relacionados entre si, identificados no estudo de caso, a base de dados SINFORMA gera, tanto uma matriz, como um arquivo de texto (.txt), que representam essas associações. Constituem, portanto, um sistema, composto pelo total de requisitos funcionais e suas ligações. O objetivo seguinte é dividir o sistema em dois, de tal modo que sejam identificados os subsistemas mais independentes. Cada subsistema gerado é também dividido, e assim sucessivamente.

A interface do submódulo HIDECS (figura 13) permite dar início à divisão de um sistema a partir do arquivo de texto gerado pela base de dados SINFORMA. A seleção do arquivo de texto (.txt) pode ser feita nos diretórios do computador em uso, através das caixas “Diretório selecionado” e “Arquivo selecionado”. O botão “Carregar Novas Ligações” permite que o sub-módulo HIDECS identifique o total de elementos do sistema e suas ligações, no arquivo de texto selecionado. Para executar a divisão, pressiona-se o botão “Encontrar Subgrupos”. A tela representada na figura 13 ilustra o resultado da primeira divisão de um sistema de 17 requisitos funcionais, abordado no trabalho de Moreira.

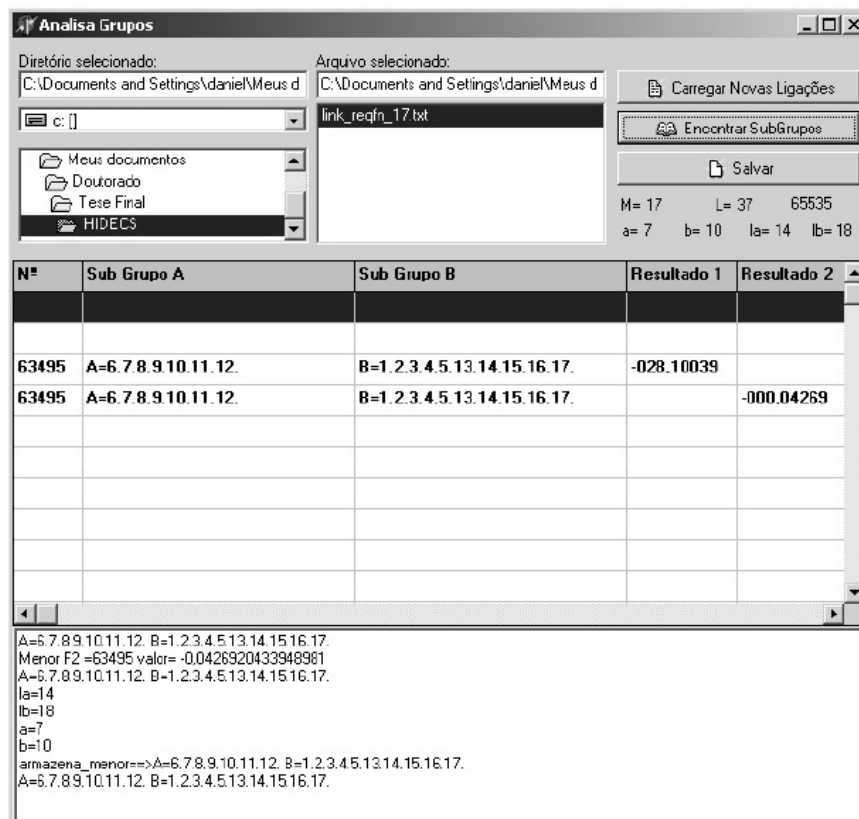


Figura 14 - Interface do aplicativo sub-módulo HIDECS.

A segunda e terceira colunas apresentam os resultados dos subgrupos encontrados. Resultando, no subconjunto A, os elementos 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12; e no subconjunto B, os elementos 1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16, 17.

Para executar uma nova divisão de um dos subsistemas encontrados, deve-se selecioná-lo e executar novamente a função “Encontrar Subgrupos”. Ao clicar sobre um dos resultados, as conexões do subgrupo são listadas, na parte inferior da tela. No final do processamento, dois novos grupos são identificados (figura 14).

The screenshot shows the 'Analisa Grupos' application window. At the top, it displays the selected directory and file: 'C:\Documents and Settings\daniel\Meus d' and 'link_reqfn_17.txt'. Below this is a file explorer view showing folders like 'Meus documentos', 'Doutorado', 'Tese Final', and 'HIDECS'. On the right, there are buttons for 'Carregar Novas Ligações', 'Encontrar SubGrupos', and 'Salvar'. Below the buttons, parameters are listed: M=10, L=18, 511, a=5, b=5, la=8, lb=8.

Nº	Sub Grupo A	Sub Grupo B	Resultado 1	Resultado 2
63495	A=6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	B=1. 2. 3. 4. 5. 13. 14. 15. 16. 17.	-028.10039	
63495	A=6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	B=1. 2. 3. 4. 5. 13. 14. 15. 16. 17.		-000.04269
8	A=6. 7. 8. 10.	B=9. 11. 12.	-006.06218	
8	A=6. 7. 8. 10.	B=9. 11. 12.		-000.08333
5	A=1. 2. 3. 4. 5.	B=13. 14. 15. 16. 17.	-016.09969	
5	A=1. 2. 3. 4. 5.	B=13. 14. 15. 16. 17.		-000.1280

Below the table, a detailed view of a sub-group division is shown:

```

A=1. 2. 3. 4. 5. B=13. 14. 15. 16. 17.
Menor F2 =5 valor= -0,128
A=1. 2. 3. 4. 5. B=13. 14. 15. 16. 17.
la=8
lb=8
a=5
b=5
armazena_menor=>A=1. 2. 3. 4. 5. B=13. 14. 15. 16. 17.
A=1. 2. 3. 4. 5. B=13. 14. 15. 16. 17.]

```

Figura 15 - Resultado das divisões dos dois primeiros subgrupos, do conjunto original de 17 elementos.

4.4.4.2 Foco no processo de projeto

Com relação à análise focada no processo de projeto, foram abordados somente alguns aspectos. Assim, em meio à observação participante e à análise da consideração dos diversos requisitos no programa arquitetônico, procurou-se observar os seguintes pontos:

- quais as grandes etapas que configuraram o processo de projeto;

- verificar a existência de marcos que caracterizem o fim e o início de uma determinada etapa;
- quais os profissionais envolvidos em cada etapa?
- como foi mobilizado cada um dos profissionais?
- como o protocolo interferiu no processo?
- extensão em que a sustentabilidade é considerada no processo de projeto.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente capítulo apresenta e analisa os resultados desta dissertação. Primeiramente, abordam-se as constatações feitas no estudo preliminar e a conseqüente seleção do projeto objeto do estudo de caso. Na seqüência são apresentados o processo de projeto desenvolvido pela empresa, o projeto da edificação e uma análise acerca de cada aspecto de sustentabilidade contemplado pelo projeto. E, por fim, utilizando-se do procedimento proposto por Moreira, (2007) são sistematizados e analisados os principais requisitos do projeto.

5.1 INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR

As investigações preliminares ocorreram no período de janeiro a abril de 2007 e tiveram início através de um levantamento expedito, em construtoras e imobiliárias de Porto Alegre. Para tal procedeu-se, primeiramente, a uma pesquisa na internet, buscando identificar o lançamento de empreendimentos que fossem anunciados como sendo mais sustentáveis. Em um segundo momento, partiu-se para uma busca, através de telefonemas, para construtoras e imobiliárias, onde eram feitos questionamentos que levavam em consideração os critérios expostos no item 4.3, do capítulo 4.

No entanto, não se obteve muito sucesso em ambas as buscas. Na ocasião, foi possível encontrar empreendimentos que incorporavam um ou outro requisito de sustentabilidade – como, por exemplo: coletores solares para aquecimento de água, coberturas verdes, reuso de materiais, etc. – mas que não, necessariamente, caracterizavam-se como uma edificação mais sustentável, conforme definido no capítulo 3 (item 3.1).

Porém, foram identificados alguns empreendimentos tidos como mais sustentáveis. No entanto, não estavam sendo desenvolvidos por empresas atuantes no mercado e sequer faziam uso de sistemas de avaliação/certificação ambiental de edifícios. Critérios estes, previamente estabelecidos para seleção do empreendimento.

Devido a este insucesso preliminar nas buscas por um empreendimento em Porto Alegre, que atendesse aos critérios de seleção estabelecidos, partiu-se para a busca de empreendimentos em outras localidades do país. Assim, foi possível encontrar empresas e um número maior de profissionais atuantes no mercado e envolvidos com questões de sustentabilidade nas cidades de Florianópolis e São Paulo. Desta forma, foram, então, abordados profissionais envolvidos com um empreendimento, em particular, na cidade de Florianópolis e profissionais envolvidos com construções mais sustentáveis, de uma forma geral, na cidade de São Paulo. A tabela, a seguir (tabela 13), apresenta a atividade dos profissionais entrevistados.

Tabela 10 – Entrevistas realizadas na etapa de investigação preliminar

Data da entrevista	Local da entrevista	Entrevistado
Fev. de 2007	Florianópolis	Engenheiro Civil, Pesquisador da UFSC, coordenador de uma das equipes de consultoria do empreendimento mais sustentável desenvolvido em Florianópolis
Fev. de 2007	Florianópolis	Arquiteta, Doutoranda da PPGAU/UFSC, participante do projeto do empreendimento em Florianópolis
Fev. de 2007	Florianópolis	Engenheiro Civil, Diretor de Planejamento da construtora e gerenciadora do empreendimento em Florianópolis
Mar. de 2007	São Paulo	Engenheiro Civil, Pesquisador da POLI/USP, atuante nas linhas de pesquisa: canteiro de obras sustentável e sistemas de gestão e metodologias de avaliação e de certificação
Mar. de 2007	São Paulo	Engenheira Civil, Doutoranda da POLI/USP, idem quadro acima
Mar. de 2007	São Paulo	Engenheiro Civil, consultor de projetos sustentáveis, profissional habilitado pelo LEED TM
Mar. de 2007	São Paulo	Arquiteta, projetista na área de sustentabilidade

Em ambas as localidades, as entrevistas obedeceram aos critérios apresentados no item 4.3. E, a partir delas, pode-se chegar às seguintes constatações:

- (1) o cenário atual indica um crescente interesse de investidores e incorporadores pela construção sustentável;
- (2) um dos principais motivos apontados para se investir em empreendimentos mais sustentáveis é a crescente valorização das questões ambientais, fazendo com que o projeto ganhe notoriedade, embora os reais interesses possam ser outros;
- (3) o sistema de avaliação/certificação ambiental de edifícios mais utilizado, atualmente, no Brasil é o LEED, o qual tem exercido a função de uma ferramenta de projeto para o desenvolvimento de empreendimentos mais sustentáveis;
- (4) a certificação ambiental do empreendimento, decorrente da utilização do protocolo, no processo de projeto, tem sido utilizada, principalmente, como uma estratégia de propaganda;
- (5) o processo de projeto tem exigido a atuação de um número maior de consultores, devido à ampla utilização de sistemas alternativos, tanto relacionados com energia, quanto com o uso da água;
- (6) o processo de projeto também tem exigido a presença de um consultor em construções sustentáveis que, entre outros fatores, atua trazendo uma visão holística dentro do processo de projeto;
- (7) o processo de projeto tem-se demonstrado como um processo diferenciado, devido ao caráter multidisciplinar e à grande interação entre as diferentes equipes de projeto.

A certificação ambiental de um empreendimento, a qual deveria ser apenas uma consequência da utilização de um protocolo no desenvolvimento do projeto, está sendo encarada como objetivo principal ao se abordar um sistema de avaliação ambiental, traduzindo-se, puramente numa estratégia de propaganda. Se, por um lado, tal fato estimula o mercado a atentar para as questões de sustentabilidade, criando uma espécie de competição pela rotulagem ambiental, por outro, deturpa os reais objetivos de uma construção mais sustentável, já que, pressupõe a abordagem de que os fins justificam os meios. Ou seja, só há uma consideração de aspectos de sustentabilidade, porque haverá um benefício comercial depois. Do contrário, pouco

importa a sustentabilidade. De qualquer forma, independente do motivo, a utilização de um sistema de avaliação/certificação ambiental no processo de projeto de um edifício sempre contribuirá para o desenvolvimento sustentável.

Durante o período destinado à investigação preliminar, foi possível verificar a crescente tendência de interesse de construtoras e escritórios de projeto pela construção sustentável. Ocorreu que, em meio às buscas e entrevistas nas cidades de Florianópolis e São Paulo, e também ampliando o levantamento expedito inicialmente feito, foi possível identificar o lançamento de dois empreendimentos na cidade de Porto Alegre, que se enquadravam com os critérios previamente estipulados. Desta forma, a seleção de um destes empreendimentos, justificada na caracterização da empresa (cap. 4 item 4.4.1), marcou a interface entre a investigação preliminar e o estudo de caso propriamente dito.

5.2 ESTUDO DE CASO

Procedendo à apresentação do estudo de caso, primeiramente se faz uma breve descrição da empresa e uma abordagem de como ocorreu o processo de projeto. Neste ponto cabe salientar, que o foco inicial que se pretendia dar ao trabalho era com relação ao processo de projeto, no sentido mais amplo, conforme definido no capítulo 2. Entretanto, diante das reais circunstâncias com as quais o pesquisador se deparou: *(1) desenvolvimento inicial do projeto realizado basicamente por um profissional; (2) arquiteto e cliente são a mesma pessoa; (3) previsão de mobilizações de projetistas e consultores depois do período destinado à coleta de dados; (4) etapas do processo de projeto extrapolando o período de realização do trabalho;* o foco do trabalho passou a ser o projeto do produto. Desta forma, são feitas apenas algumas considerações em relação ao processo de projeto, discutindo-se alguns aspectos das etapas então identificadas, dos agentes envolvidos e da forma como foram mobilizados.

Na seqüência, procede-se a uma abordagem do projeto do produto propriamente, onde são apresentados os pontos principais que condicionaram o projeto, os motivos pelos quais foi desenvolvido e uma abordagem específica sobre o enfoque de sustentabilidade dado à edificação. Por fim, são apresentadas as análises relativas aos diversos requisitos considerados pelo programa arquitetônico.

5.2.1 A empresa e o processo de projeto

Conforme mencionado no capítulo do método de pesquisa, a empresa promotora do empreendimento, apesar do seu pequeno porte, tem uma grande atuação no gerenciamento de projetos e obras, além de experiência em projetos complexos, como os de *shopping centers*. Tais fatores, associado principalmente, ao ativismo do diretor (dono da empresa) na área de construções sustentáveis, o levaram ao desenvolvimento de um projeto com grande ênfase em sustentabilidade. Tal ativismo nesta área o faz um dos membros fundadores do *Green Building Council* do Brasil (GBC – Brasil), umas das principais ONGs brasileiras nesta área, a qual esta vinculada ao *World Green Building Council* (WGBC).

Outra razão – além da motivação pessoal do arquiteto e proprietário do empreendimento – para investir num projeto dessa natureza, deve-se ao caráter estratégico de desenvolvimento de um edifício mais sustentável, visto que, conforme as constatações da investigação preliminar, há uma tendência pela construção mais sustentável, e que a manipulação de um projeto “piloto” certamente fornecerá uma bagagem à empresa. Contudo, embora a literatura aponte que o processo de projeto de uma edificação mais sustentável parte da mobilização de uma equipe multidisciplinar, desde a raiz do projeto, não foi esta exatamente a situação ocorrida no projeto deste estudo de caso.

No caso, a concepção inicial do projeto, denominada de estudo preliminar, foi desenvolvida basicamente pelo arquiteto / proprietário. Sendo assim, a concepção inicial se valeu muito da experiência do arquiteto, tanto no desenvolvimento de projetos complexos, como nos de *shopping centers*, quanto na coordenação de projetos, que, associados ao seu conhecimento sobre *Green Buildings* e protocolos de avaliação ambiental de edifícios, deram respaldo a uma proposição arquitetônica inicial, concebida por um único profissional.

Partindo do estudo preliminar de arquitetura, o qual já fora concebido com conceitos de sustentabilidade, através de considerações de orientação, iluminação natural, ventilação cruzada, implantação preservando o perfil natural do terreno etc., procedeu-se a uma verificação prévia do atendimento do projeto, perante o sistema de avaliação ambiental de edifícios LEED. A escolha por este protocolo se deu em função de que atualmente este é o protocolo de avaliação/certificação mais difundido no mundo. Além também, do fato de que o CBG Brasil está trabalhando na adaptação deste protocolo para o Brasil. A modalidade inicialmente utilizada no projeto fora a modalidade LEED-CI (*Commercial Interiors*), pois,

diante de uma análise do profissional LEED-AP (*Accredited Professional*)³¹ e consulta ao conselho americano USGBC (*United States Green Building Council*), a principal modalidade de avaliação –LEED-NC (*New Construction*)- não se enquadrava ao projeto, devido ao pequeno porte da edificação. E, em função dos espaços comerciais contemplados pelo projeto, decidiu-se por esta abordagem.

Porém, objetivando ampliar a abordagem do protocolo LEED ao restante da edificação (espaço não comercial), confrontou-se o estudo preliminar, também, com a modalidade LEED-CS (*Core & Shell*). Desta forma, o desenvolvimento do projeto foi norteado pelas modalidades CI (*Commercial Interiors*) e CS (*Core & Shell*), do protocolo LEED.

Desta forma, os itens de cada uma das modalidades abordadas foram explicitados em seminários promovidos pelo profissional LEED-AP. Assim, compondo a apresentação, foram colocados os seguintes itens: (1) nome do pré-requisito ou crédito; (2) categoria – água, energia, materiais, etc. – à qual ele pertence; (3) objetivo principal de se atender o crédito; (4) requisitos; (5) pontos possíveis no sistema de avaliação; (6) consideração da existência de desempenho exemplar; (7) os principais dados necessários; (8) possíveis consultorias ou órgãos a consultar; (9) produtos e sistemas envolvidos; (10) parte burocrática de documentação da consideração do crédito.

Na seqüência, cada um dos sistemas e/ou tecnologias, principalmente em termos de eficiência energética e uso racional da água, identificados pelo protocolo como sendo mais sustentáveis, foram analisados em sua implantação no estudo preliminar. Assim, foram estudados sistemas, como por exemplo, o aproveitamento da inércia térmica do solo, para auxílio no sistema de climatização, a reutilização das águas cinzas³² nos vasos sanitários, tendo sempre como objetivo avaliar as interferências na arquitetura.

Desta forma, a partir da análise das interferências na arquitetura, de cada um dos sistemas e tecnologias propostos, a arquitetura foi se readeguando e evoluindo para a condição de anteprojeto, que no caso, acabou demandando diversos espaços técnicos, *shafts*, e demais dutos, para as diversas instalações. Esta abordagem foi, também, identificada com um dos grandes preceitos do projeto. A arquitetura ser receptiva a “tudo”, ou seja, estarem previstas

³¹ Profissional habilitado junto ao conselho americano USGBC para atuar e articular o processo de projeto de um Green Building.

³² Correspondem as águas servidas provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderias.

no projeto esperas para instalação sistemas e equipamentos, possibilitando, sem grandes intervenções, sua futura instalação, conforme a necessidade e evolução financeira do proprietário.

Na seqüência do processo, ao já serem contemplados todos aqueles sistemas e tecnologias identificados como sendo mais sustentáveis, partiu-se para o desenvolvimento dos projetos complementares, então denominados “convencionais”.

Assim, os projetistas, como por exemplo, do projeto elétrico e do projeto hidrossanitário, eram demandados a lançar o respectivo projeto “convencional”, ao passo que eram discutidas os sistemas e tecnologias mais sustentáveis. Diante da não familiaridade de tais projetistas com proposições mais sustentáveis, seus projetos eram alimentados com propostas de sistemas inicialmente estudados pelo arquiteto e almejados para o empreendimento. Desta forma, os sistemas e tecnologias com viés em sustentabilidade eram integrados e compatibilizados ao respectivo projeto “convencional”. A partir desta lógica, os grandes projetos complementares (hidrossanitário e elétrico) foram, então, complementados e compatibilizados com diversos sistemas como, por exemplo, sistema para aproveitamento da água da chuva, sistema para recirculação das águas cinzas, sistema fotovoltaico para bombas de recirculação de água quente, sistema de controle e automação.

Na sequência, após a consideração de todos os sistemas e tecnologias almejados, os quais provocaram os devidos ajustes na arquitetura e determinaram esperas para futuras instalações, o processo contemplou a busca e seleção de materiais de menor impacto ambiental. Neste sentido, foi concebida, previamente, a estrutura de um banco de dados, denominado pela empresa “banco de dados *green*”, que, por sua vez, tem o propósito de cadastrar, além de produtos e serviços, documentos e informações pertinentes ao desenvolvimento de um *Green Building*. Assim, esta proposição também é vista como estratégica para a empresa, devido à geração e acúmulo de informações a serem utilizadas em projetos futuros.

Entretanto, especificamente em relação aos critérios de seleção de um produto da construção, a ser incluído neste banco de dados, propunha-se as seguintes considerações: (1) se possui conteúdo reciclado; (2) se possui conteúdo proveniente de fonte renovável; (3) se possui conteúdo proveniente de demolição/descarte; (4) se possui componente reconstituído; (5) se possui uréia em sua composição; (6) se possui formaldeído em sua composição; (7) se possui

VOCs³³ em sua composição; (8) se possui madeira com selo FSC³⁴; (8) se possui gás refrigerante a base de CFCs³⁵; (9) se possui selo de eficiência energética.

Contudo, diante do exposto, podemos afirmar que, resumidamente, o processo de projeto ocorreu na seguinte maneira. A partir de um estudo preliminar, concebido basicamente pelo arquiteto/cliente, o qual intrinsecamente já contemplava requisitos de sustentabilidade (orientação, iluminação, ventilação, etc.), promoveu-se uma análise, através de um LEED-AP, perante o protocolo LEED. Após serem avaliados e discutidos créditos e pré-requisitos do protocolo, foram confrontados com o estudo preliminar diversos sistemas e tecnologias, avaliando-se suas interferências e procedendo-se a adequações, conforme a necessidade. Tais confrontos com a arquitetura partiam sempre da consulta a especialistas e fornecedores, sendo que, nesta etapa, o objetivo maior era, sempre, o de avaliar grandes interferências na arquitetura. Realizados todos estes confrontos e adequações na arquitetura, o projeto passou, então, para a condição de anteprojeto. A partir desta etapa foram mobilizados os projetistas dos grandes projetos complementares (hidrossanitário e elétrico) e demandadas consultorias de diversos sistemas alternativos auxiliares aos projetos complementares. Assim, diante de novas avaliações de interferências na arquitetura e demais compatibilizações de sistemas alternativos, partia-se, a partir do “banco de dados *green*”, para a especificação dos demais insumos constituintes da edificação. Esta abordagem, então finalizada, dava ao projeto a condição de projeto executivo.

Embora muitos dos projetistas e pequenos consultores mobilizados durante o processo não estivessem familiarizados com conceitos de sustentabilidade, quase sempre se mostravam entusiasmados em se envolver com um projeto desta natureza. Assim como em outros projetos desenvolvidos com estes conceitos (TRIANA, 2006), este fator pode ser encarado como motivador para a formação de futuras equipes multidisciplinares, como então idealiza a literatura para o processo de projeto de empreendimentos mais sustentáveis (GANGEMI et al. 2000; PUSHKAR et al., 2005).

³³ Compostos orgânicos voláteis

³⁴ Conselho de manejo florestal

³⁵ Clorofluorcarbono

5.2.2 O projeto da edificação

Trata-se de uma edificação concebida para abrigar a residência e os locais de trabalho de um casal. O terreno destinado ao desenvolvimento da edificação já havia sido adquirido há alguns anos, em função de um desejo do proprietário de construir sua casa com vistas para uma grande área verde da cidade, algo ligado aos seus valores e seu apego ao ambiente natural. A idéia, então, compartilhada pelo casal, de unir moradia com local de trabalho, originou o desenvolvimento do projeto de uma edificação mista – metade residencial, metade comercial – sobre o terreno previamente adquirido.

Segundo o relato do arquiteto e proprietário do empreendimento, esta decisão de se unir moradia com local de trabalho, em primeiro lugar, está relacionada ao estilo de vida que hoje o casal pretende levar, eliminando tempo “desnecessário” de transporte de sua residência aos seus locais de trabalho, ou seja, propiciar a redução do uso do automóvel. Outro aspecto, também levado em consideração, foi a redução de despesas, tais como manutenção, limpeza e aluguéis, envolvidas na substituição de três estabelecimentos por um único. Como premissa, o arquiteto definiu a forma do edifício em dois blocos independentes, separados por um átrio, com iluminação zenital, voltado exclusivamente para o bloco residencial, ficando a parede de divisa com o bloco comercial totalmente cega. A perspectiva, a seguir (figura 15), ilustra a proposta, vista dos fundos.

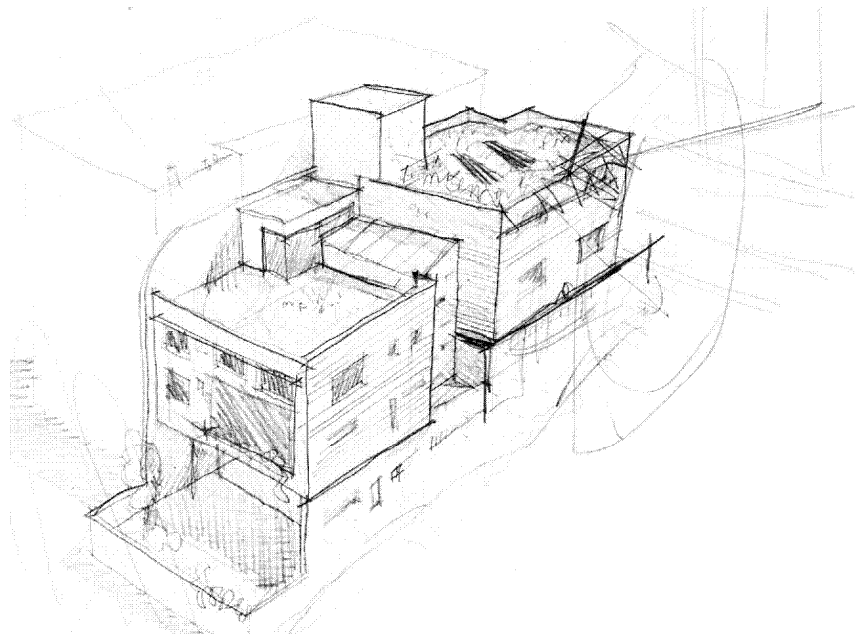


Figura 16 - Esboço conceitual da concepção arquitetônica do prédio

No decorrer dos depoimentos, em meio à observação participante do pesquisador, o arquiteto apresentou vários argumentos que justificaram o partido adotado e, conseqüentemente, a forma da edificação. Desta forma, as características gerais do empreendimento podem ser resumidas assim:

- Cliente definido como um casal, que pretende associar seus locais de trabalho à moradia;
- Locais de trabalho totalmente independentes da residência;
- Acesso comercial independente do acesso residencial;
- Terreno para o projeto bastante acidentado, com seu nível variando de 3 a 8 metros abaixo do nível da calçada;
- Condição de ocupação do terreno sem impor praticamente nenhuma movimentação de terra;
- Preocupação do cliente em manter uma árvore existente no terreno
- Casal hoje sem filhos, mas com planos de ter;
- Preferências por espaços amplos;
- Tirar partido, ao máximo, da vista para uma grande área verde da cidade.
- Finalmente, justificando a abordagem deste estudo, existia um grande desejo do cliente/arquiteto do empreendimento em conceber uma edificação mais sustentável.

Em função da declividade do terreno e da proposta do arquiteto de ocupá-lo, sem fazer, praticamente, nenhuma movimentação de terra, foi adotada uma solução sobre pilotis, que acabou originando ambientes inicialmente não incluídos no programa. Tais ambientes correspondem a um salão de festas, no bloco residencial, e um espaço denominado de “coringa”, no bloco comercial, que pode servir, tanto como um apartamento de zelador, quanto como outro conjunto comercial destinado à locação (figuras 16 e 17, ambientes A e D).

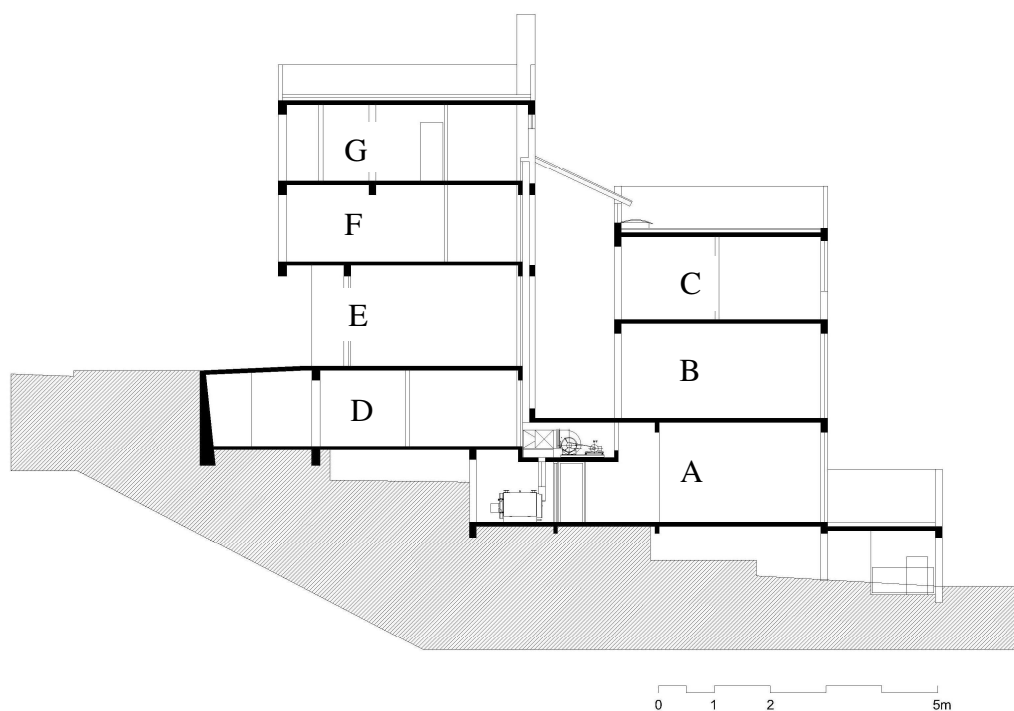


Figura 17 - Corte BB; (A) Salão de festas, (B) Área social da residência, (C) Área íntima da residência, (D) Área “coringa”, (E) Garagem, (F) Escritório, (G) Escritório 2.

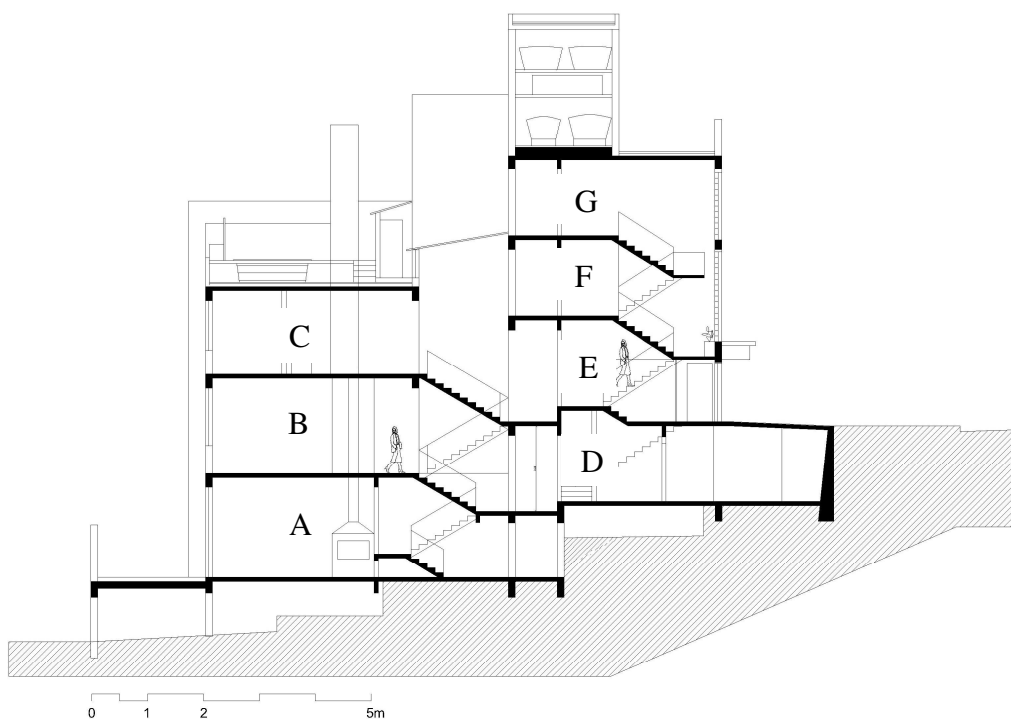


Figura 18 - Corte AA; (A) Salão de festas, (B) Área social da residência, (C) Área íntima da residência, (D) Área “coringa”, (E) Garagem, (F) Escritório, (G) Escritório 2.

Desta forma, o primeiro pavimento (figuras 16 e 17, ambiente A e D) e (figuras 18 e 19) também permitiu abrigar ambientes de serviço da residência, assim como propiciou a criação de espaços técnicos, destinados a instalações de eventuais equipamentos, requisitados pelo cliente, no intuito de conceber uma edificação mais sustentável. Neste sentido, foi criada uma lavanderia (figura 18, área 5) e espaços destinados a eventuais depósitos. Com relação aos espaços técnicos, foi criada uma área abaixo do deque do salão de festas (figura 18, área 1), destinado à instalação de equipamentos e dispositivos, principalmente hidrossanitários, e os compartimentos 6 (figura 18) e 7 (figura 19), destinados à instalação de caldeira e de um ventilador axial, respectivamente. Complementado a descrição dos compartimentos no primeiro pavimento residencial, tem-se um ateliê, junto ao salão de festas (figura 18, área 3), um banheiro (figura 18, área 4) e escadas de acesso (uma principal, vinda do ambiente social da residência e outra de serviço, vinda do bloco comercial).

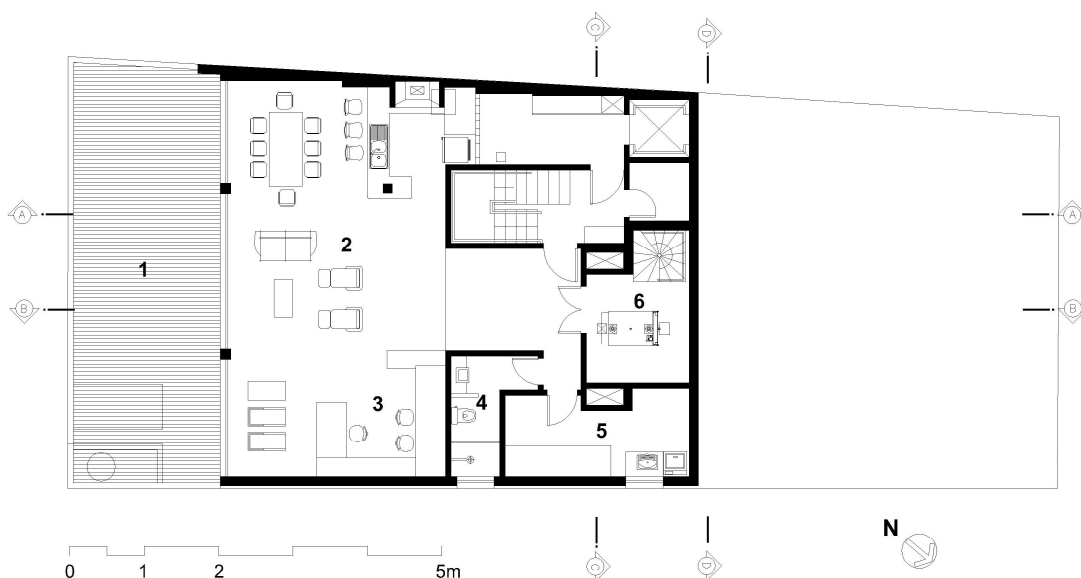


Figura 19 - Planta do primeiro pavimento [bloco residencial]; (1) deck, (2) salão de festas, (3) ateliê, (4) banheiro; (5) lavanderia, (6) espaço técnico – caldeira.

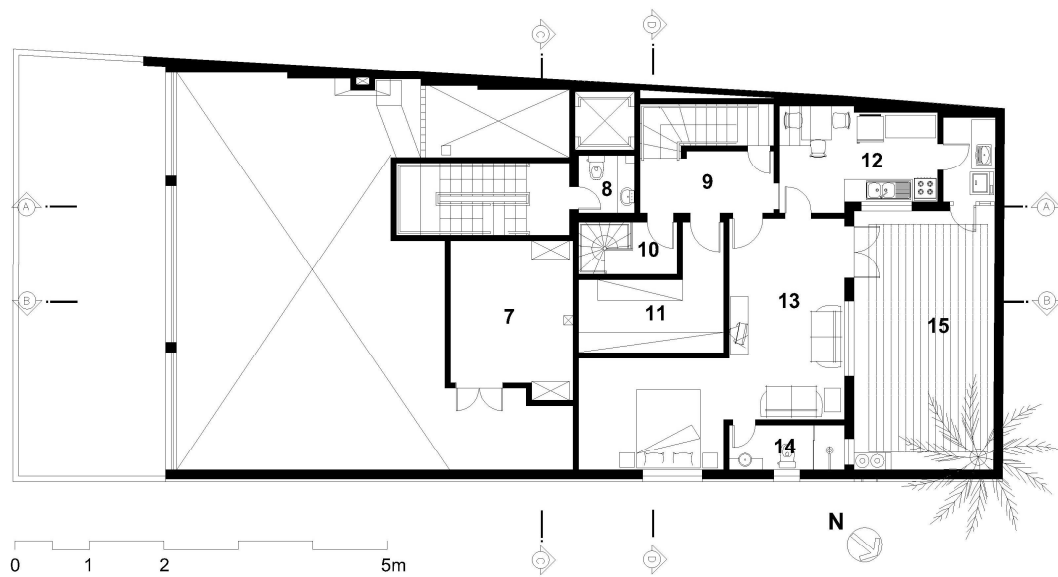


Figura 20 - Primeiro pavimento: [bloco residencial]; (7) espaço técnico – ventilador axial, (8) lavabo; [bloco comercial] (9) circulação, (10) acesso de serviço, (11) depósito, (12) copa/cozinha, (13) espaço “coringa”, (14) banheiro, (15) pátio.

No primeiro pavimento do bloco comercial (figura 19), originado em função do desnível do terreno, concentra-se o espaço denominado “coringa” (figura 19, área 13), que poderá abrigar uma sala comercial, ou um apartamento de zelador, utilizando-se também, da cozinha adjacente (figura 19, área 12). Na opção de utilização como sala comercial, o espaço 12 (figura 19) servirá de copa para o condomínio. Compondo, ainda, este ambiente tem-se um pátio (figura 19, área 15), um depósito do condomínio (figura 19, área 11) e a circulação (figura 19, área 9). A área 10 da figura 19 consiste num acesso de serviço da residência. E, juntamente com este pavimento, embora em níveis diferentes e pertencentes ao bloco residencial, tem-se um lavabo (figura 19, área 8) que atende à sala de estar/jantar e um espaço técnico (figura 19, área 7), destinado a abrigar um ventilador axial.

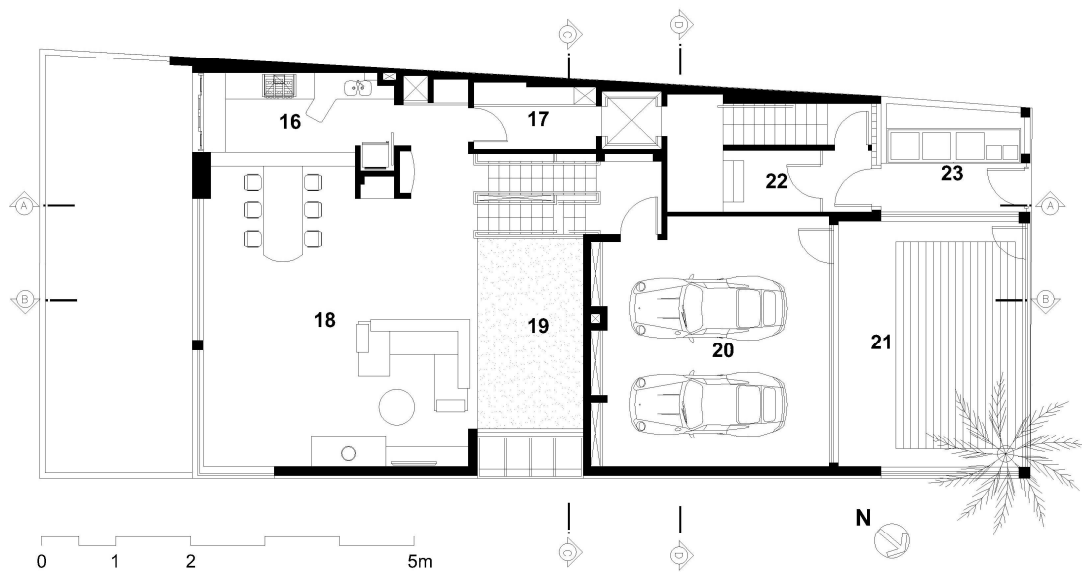


Figura 21 - Segundo pavimento: [bloco residencial] (16) cozinha, (17) despensa, (18) sala de estar/jantar, (19) jardim japonês, (20) garagem, (21) acesso residencial; [bloco comercial] (22) circulação, (23) acesso comercial.

No segundo pavimento (figuras 16 e 17, ambientes B e E) e (figura 20), que a partir desta nomenclatura tem o bloco da frente no nível da calçada, ficam os acessos do prédio. As áreas 23 e 22 (figura 20) dão acesso ao bloco comercial e as áreas 21 e 20 (figura 20) dão acesso ao bloco residencial, podendo-se notar, assim, a independência entre o bloco comercial e o bloco residencial. No acesso comercial, tem-se, no recuo de jardim, um espaço destinado à coleta seletiva de lixo (figura 20, área 23) e, logo em seguida, um hall de entrada, que dá acesso ao espaço “coringa”, no pavimento abaixo e a uma pequena circulação (figura 20, área 22). A qual por sua vez dá acesso, através de escada ou elevador, ao escritório 1 e escritório 2, nos pavimentos acima.

Em relação ao bloco residencial, tem-se, no recuo de jardim (figura 20, área 21), o acesso da garagem, através de um gradil metálico, o qual permitiu a passagem da água da chuva, assim como iluminação e ventilação, ao pavimento de baixo. A partir da garagem, tem-se o acesso à residência, propriamente, onde constam os seguintes ambientes: uma sala de estar/jantar integrada a um jardim de inverno, com zenital de iluminação e domos de ventilação (figura 20, áreas 18 e 19), uma cozinha (figura 20) e uma despensa (figura 20, área 17).

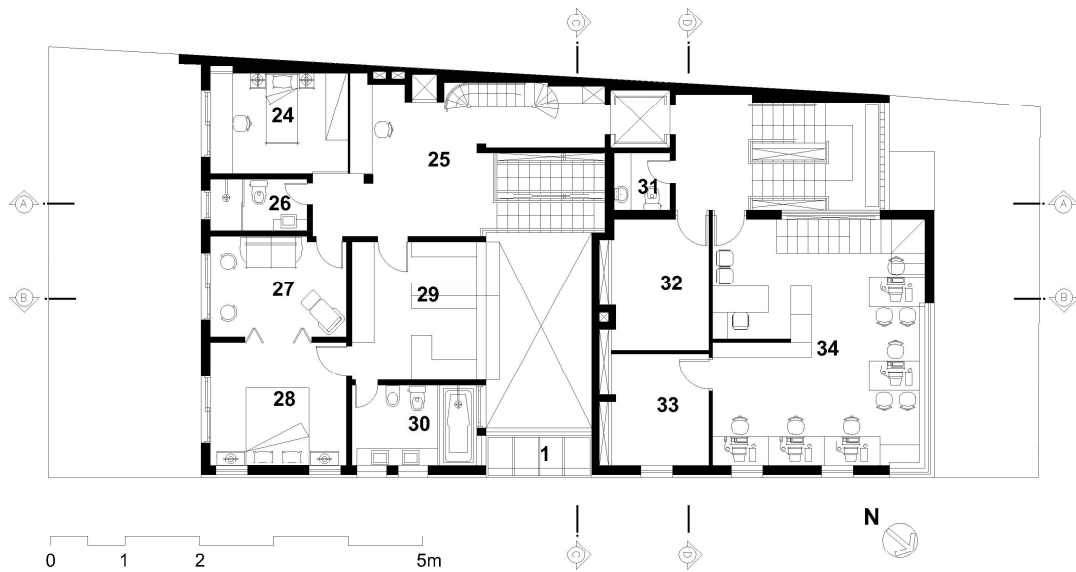


Figura 22 - Terceiro pavimento: [Bloco residencial] (24) dormitório 1 ou estar íntimo, (25) estar íntimo, (26) banheiro social, (27) dormitório 2 ou ante-sala suíte; (28) suíte casal; (29) closet, (30) banheiro casal; [bloco comercial] (31) banheiro escritório, (32) sala de reuniões, (33) sala anexo, (34) sala principal escritório.

No terceiro pavimento (figuras 16 e 17, ambientes C e F) e (figura 21), localiza-se o espaço íntimo da residência [bloco residencial] e o espaço principal do escritório 1 [bloco comercial]. O espaço residencial íntimo foi organizado de modo a permitir diferentes arranjos. Assim, a área 24 (figura 21) pode servir, tanto como um dormitório, quanto uma ampliação do estar íntimo. Ou, também a área 27 (figura 21) pode servir, tanto como uma ante-sala da suíte, quanto como outro dormitório. Deste modo, então, a residência poderá contar com 1, 2 ou 3 dormitórios. Além disso, junto ao estar íntimo (figura 21, área 25), consta uma escada de acesso ao terraço da residência e a um eventual acesso ao elevador do prédio.

Com relação ao espaço comercial, este pavimento abrigará nas novas instalações do escritório do arquiteto promotor do empreendimento. Consta de uma sala principal (figura 21, área 34) com várias estações de trabalho, uma sala anexa (figura 21, área 33) e uma sala de reuniões (figura 21, área 32), além de um banheiro (figura 21, área 34) e uma escada de acesso à outra sala, no pavimento superior.

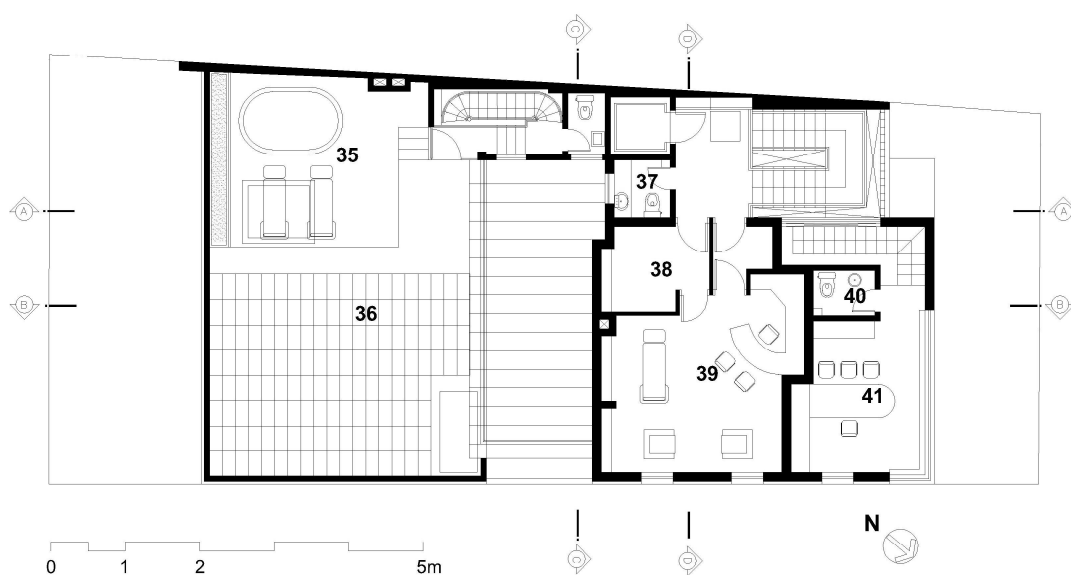


Figura 23 - Quarto pavimento: [bloco residencial] (35) deck piscina, (36) terraço; [bloco comercial] (37) banheiro, (38) ante sala escritório 2, (39) escritório 2, (40) banheiro, (41) sala superior escritório 1.

No quarto pavimento (figura 22), localiza-se o terraço da residência [bloco residencial] e o escritório 2 e sala superior do escritório 1 [bloco comercial]. Assim, compondo o espaço residencial, tem-se um acesso ao terraço, com um lavabo, um deck de madeira, com uma piscina (figura 22, área 35) e o restante do terraço, com cobertura vegetal. Já, no espaço comercial, está localizado o escritório 2, com uma ante-sala e banheiro (figura 22, áreas 37, 38 e 37, respectivamente), constando, também, no hall de entrada, além da chegada do elevador e escada, um acesso ao terraço, através de uma escada de marinheiro embutida na parede.

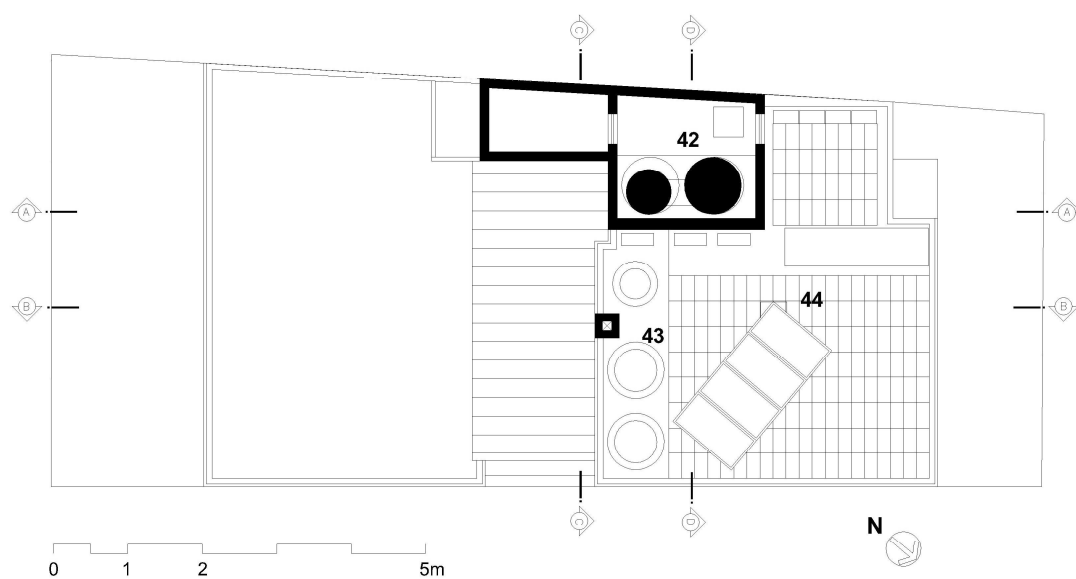


Figura 24 - Quinto pavimento: [bloco comercial] (42) caixa de reservatórios, (43) espaço técnico – reservatórios adicionais, (44) espaço técnico – equipamentos solares



Figura 25 - Corte CC (esquerda) Corte DD (direita)

Adicionalmente, são apresentados dois cortes (figura 24) que, primeiro, evidencia o átrio e o domos central, que divide os dois blocos e, segundo, evidencia a disposição dos diversos reservatórios necessários ao prédio.

Mais especificamente sobre o desejo do cliente/arquiteto em conceber uma edificação mais sustentável, e justificando o foco deste trabalho, será abordado no item a seguir (item 5.2.3) cada um dos aspectos de sustentabilidade do projeto.

5.2.3 A abordagem de sustentabilidade – o protocolo LEED

Os itens a seguir apresentam e discutem os requisitos de sustentabilidade explicitados pelo protocolo, que foram contemplados pelo projeto. Contudo, cabe salientar que se trata de um projeto piloto, onde diversos sistemas e tecnologias estão sendo propostos, no sentido de promover um amadurecimento do arquiteto e demais projetistas acerca de requisitos de sustentabilidade nas edificações. Nesse sentido, e também se levando em consideração a incipiência das proposições, quando da coleta de dados, muitos dos itens abordados a seguir, representam, basicamente, idéias e proposições, muitas vezes intuitivas, sem contemplar cálculos e maiores detalhes.

5.2.3.1 Terrenos sustentáveis

Prevenção da poluição na atividade de construção

Atendendo a este requisito, preconizado pelo protocolo LEED que, dentre outros aspectos, objetiva controlar a erosão do solo e evitar o arraste de poeira pelo vento, a limpeza do terreno ocorreu da seguinte maneira:

- ao proceder o corte da vegetação existente, procurou-se não eliminá-la totalmente, mantendo uma vegetação rasteira, de modo a, então, evitar a erosão do solo e um eventual arraste de poeira pelo vento.

Adensamento e conectividade com a comunidade

Embora o terreno já tivesse sido adquirido bem antes do desenvolvimento deste projeto, muito se discutiu sobre a sua inserção no contexto urbano. Considerando que o protocolo norteador do projeto preconiza que a construção de uma nova edificação deve estabelecer uma conectividade com a comunidade, a localização do terreno em questão demonstrou-se bastante satisfatória. Neste sentido e conforme o protocolo, o local destinado à construção

possui, dentro de um raio de 800m, mais do que dez serviços básicos preconizados, tais como: banco, restaurante, supermercado, farmácia, consultório médico, consultório dentário, parque, escola, academia, lavanderia, ferragem, mercearia.

Transporte alternativo: acesso a transporte público

Com relação a este requisito, que visa reduzir a poluição decorrente do uso do automóvel, o local do terreno também se demonstra bastante satisfatório, pois dispõe de um corredor de ônibus, com linhas de acesso a praticamente toda a cidade, a menos de 400m de distância (valor este, preconizado pelo protocolo).

Manejo da água da chuva: controle de quantidade

Neste sentido, o projeto prevê a captação de toda a água da chuva incidente sobre a cobertura e a infiltração, no terreno, da água da chuva incidente sobre o recuo de jardim. No caso da cobertura, a previsão é que a água captada seja filtrada, armazenada e utilizada nas descargas dos vasos sanitário do prédio. E, no caso do recuo de jardim, em função da existência de um pavimento abaixo do nível da calçada, foi previsto um gradil metálico, que, entre outros aspectos, tem como intuito permitir a passagem da água para o pavimento superior, de modo que a água infiltre no espaço em que foi mantido solo natural do terreno.

Desta forma, o manejo da água da chuva neste empreendimento ocorre de duas maneiras. Primeiro, através da coleta da água da chuva e sua utilização para um fim não potável, o que, com isso, proporciona usos mais nobres para a água potável fornecida pela concessionária. E, em segundo lugar, permitindo a infiltração do restante da água no próprio terreno, o que, desta forma, proporciona uma menor solicitação do sistema de infra-estrutura de esgotamento pluvial.

Manejo da água da chuva: controle de qualidade

Com relação ao aspecto do controle da qualidade, primeiramente está prevista, em boa parte da cobertura, a utilização de cobertura vegetal, que, dentre outros aspectos, proporciona a retenção de eventual material particulado carreado pela chuva. Além disso, o sistema de

aproveitamento da água de chuva também prevê a disposição de um filtro mecânico, de modo a garantir, não a potabilidade da água, mas a adequada qualidade necessária à utilização nos vasos sanitários.

Redução das ilhas de calor³⁶: não telhado

Contemplando este aspecto, preconizado pelo protocolo, o projeto prevê a utilização de revestimento de madeira na fachada, que além de atender o aspecto estético requisitado pelo arquiteto, possui propriedades térmicas favoráveis a redução de ilhas de aquecimento.

Redução das ilhas de calor: telhado

Com relação à redução das ilhas de calor nos elementos do telhado, o projeto prevê a utilização de cobertura vegetal que, além disso, propicia a filtragem do ar circundante.

5.2.3.2 Eficiência no uso da água

Tecnologias inovadoras para o uso de água descartada & Redução no uso da água

Neste sentido, o projeto prevê a utilização das águas cinzas e de água da chuva nos vasos sanitários. Assim, compondo as águas cinzas, tem-se os esgotos provenientes dos lavatórios, chuveiros e lavanderia, que, juntamente com a água da chuva, também coletada, serão destinadas a um reservatório inferior, sendo que, previamente a este reservatório, ocorrerá uma filtragem e nele, propriamente, um tratamento mecânico, de modo, então, a ser bombeada para um reservatório superior, que, por gravidade, alimentará a descarga dos vasos sanitários.

5.2.3.3 Energia e Atmosfera

Performance mínima de energia

Objetivando estabelecer um nível máximo de eficiência energética para o prédio, o projeto, inicialmente, faz uso de algumas estratégias de aproveitamento passivo dos recursos naturais.

³⁶ É a designação dada à distribuição espacial e temporal do campo de temperatura sobre a cidade que apresenta um máximo, como se fosse uma ilha quente localizada.

Assim, são previstas iluminações zenitais: (1) no átrio central do prédio, que se conecta, tanto com o ambiente social da residência, no primeiro pavimento, quanto com o ambiente de estar íntimo, no segundo pavimento; (2) e nos banheiros social e da suíte. Também, no átrio central, está previsto um domo de ventilação, que, por sua vez, permite que se estabeleça uma boa ventilação cruzada.

Otimização da performance de energia

Neste caso, objetivando aumentar o nível de eficiência energética do prédio, o projeto faz uso de outras estratégias, além das de aproveitamento passivo dos recursos naturais, inicialmente propostas.

Assim, o *sistema de vedação externa* foi pensado de modo a proporcionar um melhor isolamento térmico do que as soluções de alvenaria simples, usualmente utilizadas. Neste sentido, a utilização de madeira como revestimento do prédio, além de privilegiar o aspecto estético, teve como intuito gerar uma câmara de ar (aproximadamente 5cm) entre o revestimento e o elemento de vedação, propriamente. Neste caso, a opção adotada foi a de alvenaria de tijolo furado, com um revestimento interno adicional de gesso acartonado, também espaçado, de modo a formar outra câmara de ar (aproximadamente 3cm). A solução proposta consistiu, então, de um sistema de vedação externa, com dupla câmara de ar, o que, desta forma, permitiu obter parâmetros de condicionamento térmico melhores do que os de uma solução de vedação externa, usualmente utilizada. Esta iniciativa, por parte do arquiteto, teve como intuito, então, melhorar as condições de conforto da edificação, diminuindo as trocas de temperatura entre os ambientes interno e externo e, conseqüentemente, reduzir a solicitação de equipamentos mecânicos de climatização.

Outro sistema, também previsto no projeto, objetivando diminuir o consumo de energia, é um sistema de *ventilação, utilizando a inércia térmica do solo*. Tal sistema parte da condição de que o solo, a partir de uma profundidade em torno de 12m, se mantém com uma temperatura praticamente constante, de modo que o sistema se propõe a utilizar a inércia térmica do solo para aquecer o ar ambiente, nos períodos frios, e resfriá-lo, nos períodos quentes. A proposta inclui a pré-instalação de dutos com diâmetro de 200mm e 400mm, enterrados a 2m de profundidade sob a construção, para a circulação do ar captado, dentro do ambiente. Assim, o ar é movimentado por ventiladores centrífugos e, ao passar pelos dutos, troca calor com o

solo, aquecendo-se (nos períodos frios) ou resfriando-se (nos períodos quentes), para então ser distribuído novamente ao ambiente. Contudo, este sistema não dispensa a utilização de equipamentos mecânicos de climatização. Apenas proporciona uma atenuação das condições de temperatura do ambiente, o que, conseqüentemente, reduz o consumo de energia de tais equipamentos.

Outro sistema contemplado pelo projeto, mesmo que de uso um pouco mais consolidado, mas que merece a devida atenção, por contribuir para aperfeiçoamento do desempenho energético é o sistema de *coletor solar para aquecimento da água*. Neste caso, além do sistema de aquecimento, o projeto prevê a recirculação de água quente, fazendo com que sempre se tenha água quente no ponto de consumo. Evita-se, assim, que seja desperdiçada água fria, que, de outra forma, ficaria na tubulação.

Ainda contemplando o aspecto de aperfeiçoamento do desempenho energético, e diante do requisito de se instalar uma lareira, foram estudados alguns sistemas, de modo a se avaliar as diferentes possibilidades de combustível e seus respectivos rendimentos. Não se restringiu, somente, à opção mais comum, de lareira a “fogo aberto”, com lenha. Desta forma está prevista a utilização de uma lareira a gás, com recuperador de calor, a qual funciona como uma câmara de combustão hermética, em que a entrada de ar para alimentação da combustão é regulável.

Energia renovável gerada no terreno

Neste sentido está prevista a utilização de painéis fotovoltaicos, para a geração de energia elétrica, a qual será destinada a alimentação de uma bomba de recirculação de água quente e, eventualmente, para iluminação de emergência. Embora esta utilização para os painéis não estivesse totalmente definida até o período destinado a coleta de dados, trabalhava-se, neste caso, com a premissa de que a energia renovável gerada no terreno deveria suprir um recurso adicional utilizado no projeto.

Contudo, o requisito de se dispor de um sistema fotovoltaico no prédio, também em função de um caráter de “manuseio” da tecnologia, não foi uma tarefa simples, visto que ainda não há disponibilidade, no mercado local, de sistemas e projetistas consolidados. Assim, trabalhou-se com proposições de consultores iniciados no assunto.

Uso da energia: responsabilidade pela medição e pagamento independentes

Embora se trate de um projeto que contempla a associação de moradia com local de trabalho, num mesmo prédio, o uso de água e energia está previsto para ser de forma totalmente independente. Assim, far-se-á uso de medidores individuais, tanto de energia (solução mais comumente utilizada), quanto de água (solução de uso ainda incipiente).

5.2.3.4 Materiais e Recursos

Depósito e separação de matérias recicláveis

Tendo em vista reduzir a deposição de lixo nos aterros sanitários e, também, facilitar o processo de reciclagem, o projeto prevê um local, no recuo de jardim, para coleta seletiva.

Gerenciamento dos resíduos da obra

Com relação a este aspecto, o protocolo preconiza que, ao menos parte dos resíduos da obra, sejam direcionados para centrais de reciclagem, evitando a simples deposição em um aterro qualquer. Entretanto, como na localidade a ser realizada a obra, ainda não é possível contar com este tipo de central, será utilizada outra proposta.

Assim, como se trata de um terreno com nível de 5 a 6m abaixo do nível da calçada e um dos grandes condicionantes do projeto é a implantação do prédio sobre o perfil natural do terreno, foi proposta uma solução estrutural sobre pilotis, que, por sua vez, acabou gerando pequenos vazios entre o terreno e a laje do primeiro pavimento. A partir disso, então, pretende-se utilizar estes vazios gerados, para eventuais deposições de resíduos da obra, evitando que tais materiais sejam encaminhados para aterros quaisquer.

Reutilização de recursos

Embora este requisito do protocolo se detenha no projeto e não na obra, cabe mencionar aqui a reutilização de recursos, realizada nas instalações do canteiro. Diante da seleção de material para a construção do tapume e instalações provisórias da obra, foram pesquisados materiais de demolição que pudessem ser úteis para tal finalidade. Assim, foram utilizados as telhas e o madeiramento de uma antiga instalação industrial.

Conteúdo reciclado & Materiais regionais & Matérias-primas rapidamente renováveis

Embora não estivessem especificados todos os materiais, dentro o período de coleta de dados, o pesquisador pôde acompanhar e participar do desenvolvimento do banco de dados “*green*”, anteriormente mencionado. E, assim como foi relatado na descrição do processo de projeto, o propósito deste banco de dados consiste em auxiliar na seleção de materiais de menor impacto ambiental, de forma que a seleção dos materiais, a partir deste banco, certamente estará contemplando estes requisitos do protocolo, visto que eles próprios foram utilizados na concepção do banco de dados.

Madeira certificada

Com relação a este aspecto do protocolo, além de já estar considerado no próprio banco de dados, desde o princípio preconizou-se que toda a madeira empregada na obra de uso temporário ou permanente deverá ser procedente de um manejo florestal certificado.

5.2.3.5 Qualidade do ar interior

Performance mínima de qualidade do ar interior

Sobre este aspecto, embora não tenham sido realizadas análises adicionais, determinando-se exatamente a taxa de renovação do ar, por exemplo, o projeto foi concebido intuitivamente, contemplando os seguintes aspectos, também explicitados pelo protocolo. Ou seja, na tentativa de se estabelecer uma performance mínima da qualidade do ar interior, o projeto explora muito a ventilação cruzada e a entrada de sol, principalmente nos banheiros do espaço residencial, além, também, da seleção criteriosa de materiais de baixa emissão de componentes não tóxicos.

Melhoria na ventilação

Contemplando este aspecto, o projeto explora a ventilação cruzada, em praticamente todos os ambientes, seja dispondo de aberturas em mais de uma fachada no mesmo ambiente, seja dispondo de aberturas zenitais.

Materiais de baixa emissão de componentes tóxicos

Objetivando reduzir a quantidade de contaminantes do ar potencialmente irritantes e nocivos ao conforto e bem estar dos ocupantes, o projeto prevê que a seleção de materiais (tais como seladores e colas, tinta e vernizes, carpetes e mantas) leve em consideração a emissão de componentes tóxicos, principalmente no tocante aos VOC – compostos orgânicos voláteis.

Conforto térmico: (projeto e monitoramento)

Visando proporcionar um conforto térmico satisfatório aos ocupantes do prédio, o projeto, conforme mencionado, faz uso de diversas proposições e sistemas, tais como, ventilação cruzada, sistema de ventilação alternativo, utilizando a inércia térmica do solo, vedação externa diferenciada. Assim, a partir deste conjunto de soluções, está previsto um monitoramento de tais proposições, de modo a analisar a sua eficácia, eficiência e verificar a necessidade da instalação de equipamentos mecânicos convencionais de climatização.

Luz natural e visuais:

Este aspecto preconizado pelo protocolo foi bastante explorado no projeto. Primeiramente, com a conformação de um grande átrio, no centro do prédio, com uma das paredes e o teto translúcidos. A previsão de zenitais nos banheiros do espaço residencial, proporcionando um aumento da luz natural nestes ambientes. No espaço comercial, o arranjo de aberturas alongadas em dois níveis, num mesmo pavimento, proporcionando, a de nível mais abaixo, luz natural, no plano de trabalho, e vista para o exterior, na posição sentada. E na abertura de nível mais alto, a previsão de proteção solar, do tipo prateleira de luz, que além de interceptar a radiação direta do sol, redireciona a luz para o forro, distribuindo a luz natural no interior.

Também contemplando este aspecto, tem-se as grandes esquadrias voltadas para os fundos do terreno, as quais proporcionam vista para a área verde, próxima ao terreno. Abordagem esta que, inclusive, foi um dos grandes condicionantes do projeto.

5.2.4 Análise preliminar do programa arquitetônico

Com o objetivo de se analisar a concepção arquitetônica e a interação entre os diversos requisitos contemplados pelo projeto, foi feito uso do procedimento proposto em Moreira (2007), o qual foi descrito no capítulo 3. Assim, a seguir, são apresentados as tabelas e quadros com os resultados da análise preliminar deste estudo. Na tabela 14, sucintamente, são

apresentados os dados relativos à forma e ao contexto do projeto, segundo aspectos externos, interno e de construção do prédio. Em seguida são definidos os requisitos funcionais, em cinco tabelas diferentes (tabelas 15, 21), a partir da tabela anterior (tabela 14). Estas cinco tabelas apresentam os pontos mais importantes do projeto, identificados e organizados segundo: a implantação, concepção, funcionalidade, tecnologias e materiais. Junto de cada uma das cinco tabelas foi disposto um quadro (figuras 25 a 31), com as associações entre um requisito funcional e os dados da forma e contexto. Embora um requisito funcional seja determinado em atenção a um aspecto da forma, ele mantém ligações com outras propriedades do edifício projetado.

Na seqüência, os quadros seguintes (figuras 32 a 38), (figuras 39 a 41) e (figura 42) apresentam as mesmas informações da análise preliminar, mas organizadas pelo aplicativo computacional de base de dados, segundo *Problem Seeking*, os Valores de Hershberger e as ligações entre requisitos funcionais, respectivamente. Segue também, no apêndice 1, as relações entre contexto – requisito funcional – forma, geradas pelo programa.

Tabela 11 – Organização dos aspectos relativos à forma e ao contexto

	FORMA	CONTEXTO
EXTERNO	<ul style="list-style-type: none"> - partido arquitetônico definido em dois grandes blocos (comercial / residencial), separados por um átrio; - primeiro pavimento, de 4 a 6 metros abaixo do nível da rua; - acesso da garagem, através de um gradil metálico, que permite a infiltração da chuva e a passagem de sol para o pavimento abaixo; - fachada com aberturas em dois níveis, no mesmo pavimento - bloco residencial, com as aberturas principais orientadas para sudeste; - bloco comercial, com aberturas voltadas para o norte; - estrutura e paredes externas revestidas com madeira; 	<ul style="list-style-type: none"> - lote urbano de centro de quadra, com pequena rua lateral de passagem de pedestres; - terreno com grande declive; - grande área de preservação ambiental ao sudeste do terreno (fundos);
INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> - bloco comercial e bloco residencial, com entradas independentes; - átrio central, com diversos shafts p/ passagem das instalações; - 1° Pav. <i>comercial</i>: espaço “coringa”, sala comercial ou apartamento para zelador; - local de depósito e acesso de serviço; - 2° Pav. <i>comercial</i>: garagem da residência - 3° Pav. <i>comercial</i>: local de trabalho 1 - 4° Pav. <i>comercial</i>: local de trabalho 2 - 5° Pav. <i>comercial</i>: terraço de serviço - espaço técnico para instalações elétricas alternativas; - espaço técnico para instalações hidrossanitárias alternativas; - 1° Pav. <i>residencial</i>: Salão de festas, lavanderia e serviços; - domus de iluminação da lavanderia; - deck junto ao salão de festas, cobrindo um espaço técnico - 2° Pav. <i>residencial</i>: estar / jantar / cozinha / despensa - ambiente integrados - 3° Pav. <i>residencial</i>: ambientes íntimos - flexibilidade de arranjo (1, 2 ou 3 dormitórios); - iluminação zenital nos banheiros; - 4° Pav. <i>residencial</i>: área de lazer 	<ul style="list-style-type: none"> - ambiente comercial, sem nenhum contato com ambiente residencial; - casal com perspectiva de ter filhos; - hóspedes eventuais - possibilidade de venda e modificação do imóvel; - proporcionar o máximo de conforto térmico;
CONSTRUÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - fundações do tipo tubulão; - estrutura de concreto armado sobre pilotis; - lajes pré-moldadas: sistema vigota e tavela; 	<ul style="list-style-type: none"> - canteiro de difícil acesso: terreno de 4 a 6 metros abaixo do nível da rua.

Tabela 12 – Requisitos funcionais relativos à implantação

	FORMA	REQUISITOS FUNCIONAIS	CONTEXTO
1. Implantação	<p>F.1. Dois blocos, concebidos em diferentes níveis</p> <p>F.2. Primeiro pavimento, de 4 a 6 metros abaixo do nível da rua</p> <p>F.3. Criação de ambientes inicialmente não incluídos no programa</p> <p>F.4. Criação de vazios entre o terreno e a laje do primeiro pavimento</p>	<p>R.1. Evitar cortes e aterros no terreno</p> <p>R.2. Permitir eventuais deposições de resíduo da obra no próprio terreno</p>	<p>C.1. Terreno em declive</p> <p>C.2. Terreno com grande desnível em relação à calçada</p> <p>C.3. Lote urbano de centro de quadra, com pequena rua lateral de passagem de pedestre</p>

FORMA				RF	CONTEXTO		
F.1	F.2	F.3	F.4		C.1	C.2	C.3
x	x	x		R.1	x	x	x
			x	R.2	x	x	

Figura 26 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto

Tabela 13 – Requisitos funcionais relativos à concepção (a)

	FORMA	REQUISITOS FUNCIONAIS	CONTEXTO
2. Concepção (a)	F.5. Forma definida em dois blocos, divididos por um grande átrio	R.3. Unir o local de trabalho à residência	C.4. Casal disposto a unir local de trabalho com residência
	F.6. Átrio central, com iluminação zenital	R.4. Proporcionar vista para grande área verde da cidade, a partir de todo o bloco residencial	C.5. Grande área de preservação ambiental ao sudeste do terreno (fundos)
	F.7. Domos de ventilação, junto ao átrio	R.5. Proporcionar uma adequada orientação solar	C.6. Protocolo LEED, como norteador do projeto
	F.8. Parede de vidro c/ brises horizontais, junto ao átrio central	R.6. Permitir o máximo de entrada de luz no interior do prédio	C.7. Preocupação em demandar o mínimo possível de equipamentos mecânicos de climatização
	F.9. Iluminação natural e vistas a partir de grandes esquadrias voltadas para sudeste		C.8. Preocupação com a questão higiênica dos ambientes

FORMA									RF	CONTEXTO				
F.5	F.6	F.7	F.8	F.9	F.10	F.11	F.12	F.13		C.4	C.5	C.6	C.7	C.8
x									R.3	x				
				x					R.4		x			
					x				R.5			x	x	x
	x		x	x	x	x		x	R.6				x	

Figura 27 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto

Tabela 14 – Requisitos funcionais relativos a concepção (b)

	FORMA	REQUISITOS FUNCIONAIS	CONTEXTO
2. Concepção (b)	F.10. Aberturas principais voltadas p/ sudeste e nordeste	R.7. Dispor de elementos de sombra	C.4. Casal disposto a unir local de trabalho com residência
	F.11. Iluminação e ventilação zenital, nos banheiros	R.8. Proporcionar uma boa ventilação no interior do prédio	C.5. Grande área de preservação ambiental ao sudeste do terreno (fundos)
	F.12. Vedação externa, com dupla camada de ar	R.9. Proporcionar maior nível de conforto aos usuários	C.6. Protocolo LEED, como norteador do projeto
	F.13. Acesso da garagem, através de um gradil metálico	R.10. Dispor de uma horta na residência	C.7. Preocupação em demandar o mínimo possível de equipamentos mecânicos de iluminação e climatização
	F.14. Espaço junto ao terraço para uma pequena horta		C.8. Preocupação com a questão higiênica dos ambientes

FORMA										RF	CONTEXTO				
F.5	F.6	F.7	F.8	F.9	F.10	F.11	F.12	F.13	F.14		C.4	C.5	C.6	C.7	C.8
			x							R.7			x	x	x
		x			x	x		x		R.8			x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x		R.9			x	x	x
									x	R.10			x		

Figura 28 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto

Tabela 15 – Requisitos funcionais relativos à funcionalidade

	FORMA	REQUISITOS FUNCIONAIS	CONTEXTO
3. Funcionalidade	F.15. Bloco da frente comercial (escritório e consultório)	R.11. Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial	C.6. Protocolo LEED, como norteador do projeto
	F.16. Ambiente “coringa”, no bloco comercial	R.12. Permitir diferentes funções no mesmo ambiente	C.9. Prédio abrigando residência e espaço comercial
	F.17. Bloco dos fundos residencial	R.13. Dispor os espaços de modo funcional e com poucas divisões	C.10. Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)
	F.18. Ambientes integrados, na área social	R.14. Permitir alterações no layout dos cômodos	C.11. Cliente e arquiteto é a mesma pessoa
	F.19. Variedade de arranjo da planta dos quartos	R.15. Dispor de medição individual para água e energia	C.12. Arquiteto com grande experiência em projetos de Shopping Center
	F.20. Disposição de quadro de medidores de água e energia	R.16. Permitir fácil manutenção do prédio	
	F.21. Disposição de shafts junto ao átrio central e junto à caixa da escada	R.17. Planejado para o futuro	
	F.22. Local de espera para elevador		

FORMA								RF	CONTEXTO				
F.15	F.16	F.17	F.18	F.19	F.20	F.21	F.22		C.6	C.9	C.10	C.11	C.12
x		x						R.11		x	x		
	x			x				R.12			x	x	x
	x		x	x				R.13			x	x	x
	x			x				R.14			x	x	x
					x			R.15	x		x		
						X		R.16	x				
	x			x		X	x	R.17	x		x		x

Figura 29 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto

Tabela 16 – Requisitos funcionais relativos a tecnologias (a)

	FORMA	REQUISITOS FUNCIONAIS	CONTEXTO
4. Tecnologias (a)	F.23. Espaço técnico junto ao terraço, p/ instalação de <i>coletores solares p/ aquecimento da água</i>	R.18. Dispor de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio	C.6. Protocolo LEED, como norteador do projeto
	F.24. Espaço técnico junto ao terraço, para <i>instalação de painéis fotovoltaicos</i>	R.19. Dispor de energia renovável gerada no terreno	C.13. Cliente/arquiteto membro fundador GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)
	F.25. Espaço técnico junto ao 1º pav., para <i>instalação de ventilador axial</i>	R.20. Reduzir ilhas de calor na envoltória da edificação	C.14. Tendência por construções mais sustentáveis
	F.26. Tubulações enterradas junto às fundações, para <i>sistema de ventilação utilizando a inércia térmica do solo</i>		C.15. Caráter estratégico p/ empresa, devido ao “manuseio” inicial de produtos e tecnologias mais sustentáveis
	F.27. Espaço técnico no 1º pav., para <i>instalação de caldeira p/ sistema de calefação</i>		
	F.28. Lareira a gás, com recuperador de calor		
	F.29. Terraço com cobertura vegetal		
F.30. Revestimento da fachada de madeira			

FORMA									RF	CONTEXTO			
F.21	F.23	F.24	F.25	F.26	F.27	F.28	F.29	F.30		C.6	C.13	C.14	C.15
x	x	x	x	x	x	x	x		R.18	x	x	x	x
x	x	x							R.19	x	x	x	x
							x	x	R.20	x	x	x	x

Figura 30 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto

Tabela 17 – Requisitos funcionais relativos a tecnologias (b)

	FORMA	REQUISITOS FUNCIONAIS	CONTEXTO
4. Tecnologias (b)	F.31. Espaço técnico no terraço, para <i>instalação de reservatórios de recirculação de água</i>	R.21. Reduzir o consumo de água na operação do prédio	C.6. Protocolo LEED, como norteador do projeto
	F.32. Espaço técnico para <i>instalação de reservatórios e tanques de tratamento</i> , em baixo do Deck do salão de festas	R.22. Aproveitar a água da chuva	C.13. Cliente/arquiteto membro fundador GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)
	F.33. Bacias sanitárias com caixa acoplada	R.23. Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)	C.14. Tendência por construções mais sustentáveis
	F.34. Emprego de dispositivos redutores de vazão, nos pontos de consumo de água		C.15. Caráter estratégico p/ empresa, devido ao “manuseio” inicial de produtos e tecnologias mais sustentáveis

FORMA					RF	CONTEXTO			
F.21	F.31	F.32	F.33	F.34		C.6	C.13	C.14	C.15
x	x	x	x	x	R.21	x	x	x	x
x	x	x			R.22	x	x	x	x
x	x	x			R.23	x	x	x	x

Figura 31 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto

Tabela 18 – Requisitos funcionais relativos a materiais

	FORMA	REQUISITOS FUNCIONAIS	CONTEXTO
5. Materiais	F.35. Emprego de lajes pré-moldadas	R.24. Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção	C.6. Protocolo LEED, como norteador do projeto
	F.36. Emprego de madeira certificada	R.25. Utilizar recursos de menor impacto ambiental	C.13. Cliente/arquiteto membro fundador GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)
	F.37. Local, junto ao recuo de jardim, para coleta seletiva de lixo	R.26. Dispor de um depósito para separação dos resíduos sólidos, durante a operação do prédio	C.14. Tendência por construções mais sustentáveis
	F.38. Instalações do canteiro de obras com material de demolições	R.27. Evitar o encaminhamento de resíduos de obra para aterros	C.15. Caráter estratégico da empresa devido ao “manuseio” inicial de produtos e tecnologias mais sustentáveis
	F.39. Emprego de portas e esquadrias reusadas	R.28. Utilizar materiais reusados	
	F.40. Emprego de acabamentos c/ materiais reciclados e de demolição	R.29. Utilizar materiais reciclados	

FORMA							RF	CONTEXTO			
F.4	F.35	F.36	F.37	F.38	F.39	F.40		C.6	C.13	C.14	C.15
	x			x			R.24	x	x		
		x			x	x	R.25	x	x	x	
			x				R.26	x	x	x	
x							R.27	x	x		
				x	x	x	R.28	x	x	x	x
						x	R.29	x	x	x	x

Figura 32 - Associações entre os requisitos funcionais e as propriedades da forma e do contexto

Metas	
Função	
1	Missão
2	Número máximo
3	Identidade individual
4	Interação/Privacidade
5	Hierarquia de valores
6	Atividades básicas
7	Segurança
8	Progressão (fluxo)
9	Separação
10	Encontros
11	Transportes / Estacionamentos
12	Eficiência
13	Prioridade das relações
Forma	
14	Tendência dos elementos do terreno
15	Responsabilidade ambiental
16	Uso eficiente do terreno
2	Permitir eventuais deposições de resíduo da obra no próprio terreno
27	Evitar encaminhamento de resíduos de obra para aterros
17	Relações comunitárias
18	Investimentos comunitários
19	Conforto físico
9	Proporcionar maior nível de conforto aos usuários
20	Segurança física
21	Ambiente social / Psicológico
22	Individualidade
23	Orientação
24	Imagem projetada
25	Expectativas do cliente

Figura 33 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking

Economia	
26	Extensão orçamentária
27	Custos efetivos
28	Máximo retorno
29	Retorno dos investimentos
30	Minimizar os custos operacionais
18	Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio
31	Manutenção e custos de operação
16	Permitir fácil manutenção do prédio
32	Redução dos custos do ciclo de vida
33	Sustentabilidade
21	Reduzir o consumo de água na operação do prédio
22	Aproveitar a água da chuva
24	Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção
25	Utilizar recursos de menor impacto ambiental
28	Utilizar materiais reusados
Tempo	
34	Preservação histórica
35	Atividades estáticas / dinâmicas
36	Mudanças
17	Planejado para o futuro
37	Crescimento
38	Data de ocupação desejada
Fatos	
Função	
40	Dados estatísticos
41	Parâmetros de área
42	Previsões pessoais
43	Características do usuário
44	Características da comunidade
45	Estrutura de organização
46	Valores dos prejuízos potenciais

Figura 34 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking

47	Estudo de tempo de deslocamento
48	Análise de tráfego
49	Padrões de comportamento
50	Adequação do espaço
14	Permitir alterações no layout dos comodos
51	Tipo / Intensidade
52	Diretrizes de barreiras físicas
Forma	
53	Análise do terreno
4	Proporcionar vista para grande área verde da cidade, a partir de todo o bloco residencial
54	Análise do solo
55	Ocupação
56	Análise climática
5	Proporcionar uma adequada orientação solar
57	Levantamento da legislação de ocupação
58	Entorno
59	Implicações psicológicas
60	Ponto de referência / entrada
61	Custo por metro quadrado
62	Eficiência do edifício ou do layout
63	Custos dos equipamentos
64	Área por unidade
Economia	
65	Parâmetros de custo
66	Orçamento máximo
67	Fatores de uso-tempo
68	Análise de mercado
69	Custos das fontes de energia
70	Fatores climáticos e atividades
71	Dados econômicos
72	Sistemas de avaliação de consumo de energia

Figura 35 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking

Tempo	
73	Significado
74	Parâmetros espaciais
75	Atividades
76	Projeções
77	Durações
78	Fatores de aplicação gradativa
Conceitos	
Função	
79	Disposição de serviços
10	Disponer de uma horta na residência
80	Disposição de pessoas
81	Disposição de atividades
82	Prioridades
83	Hierarquias
84	Controles de segurança
85	Fluxos contínuos
86	Fluxos separados
87	Fluxos misturados
88	Relações funcionais
13	Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões
89	Comunicações
Forma	
90	Melhorias
91	Controles ambientais
6	Permitir o máximo de entrada de luz no interior do prédio
7	Disponer de elementos de sombra
8	Proporcionar uma boa ventilação no interior do prédio
92	Segurança
93	Fundações especiais
94	Densidade

Figura 36 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking

95	Vizinhança
96	Conceitos morar / trabalhar
	3 Unir local de trabalho a residência
97	Orientação
98	Acessibilidade
99	Caráter
100	Controle de qualidade
Economia	
101	Controle de custo
	15 Dispor de medição individual para água e energia
102	Disposição eficiente
103	Multifunção / Versatilidade
	12 Permitir diferentes funções no mesmo ambiente
104	Propaganda
105	Conservação de energia
	19 Dispor de energia renovável gerada no terreno
	20 Reduzir ilhas de calor na envoltória da edificação
106	Redução de custos
107	Reciclagem
	23 Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)
	26 Dispor de um depósito para separação dos resíduos sólidos durante a operação do prédio
	29 Utilizar materiais reciclados
Tempo	
108	Adaptabilidade
109	Tolerância
110	Conversibilidade
111	Amplificável
112	Cronograma linear / comparativo
113	Fases

Figura 37 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking

Necessidades	
Função	
114	Necessidade de espaços externos
115	Necessidades de area por organização/tipo/tempo/local
11	Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial
116	Requisitos de estacionamento
117	Alternativas funcionais
Forma	
118	Custos de desenvolvimento do terreno
119	Influência do ambiente nos custos
120	Custos de construção/área
121	Fatores de eficiência globais do edificio
Economia	
122	Análise das estimativas de custos
123	Balanço orçamentário
124	Análise do fluxo de caixa
125	Orçamento energético
126	Custos de operação
127	Custos do ciclo de vida
128	Indicadores de sustentabilidade
Tempo	
129	Etapas
130	Cronograma
131	Cronograma de custos

Figura 38 - Classificação dos requisitos funcionais, segundo o Problem Seeking

Problemas	
Função	
132	Requisitos de desempenho: necessidades do usuário
133	Requisitos de desempenho: atividades principais
134	Requisitos de desempenho: relações entre atividades
Forma	
135	Considerações sobre a forma e o projeto: terreno
1	Evitar cortes e aterros no terreno
136	Considerações sobre a forma e o projeto: ambiente
137	Considerações sobre a forma e o projeto: qualidade
Economia	
138	Considerações sobre orçamento: construção e geometria
139	Considerações sobre orçamento: custos de operação
140	Considerações sobre orçamento: ciclo de vida
Tempo	
141	Implicações das mudanças: influências históricas
142	Implicações das mudanças: atividades fixas e dinâmicas
143	Implicações das mudanças: longo prazo

Figura 39 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger

Requisitos Funcionais organizados segundo os valores contemporâneos do projeto (Hershberger, 1999)

Humano - Atividades funcionais para ser habitável	
11	Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial
Humano - Relações sociais a serem mantidas	
Humano - Características físicas e os usuários	
3	Unir local de trabalho a residência
13	Dispor os espaços de modo funcional e com poucas divisões
Humano - Características fisiológicas e os usuários	
9	Proporcionar maior nível de conforto aos usuários
Humano - Características psicológicas e os usuários	
Ambiental - Terreno e vistas	
1	Evitar cortes e aterros no terreno
2	Permitir eventuais deposições de resíduo da obra no próprio terreno
4	Proporcionar vista para grande área verde da cidade, a partir de todo o bloco residencial
Ambiental - Clima	
7	Dispor de elementos de sombra
8	Proporcionar uma boa ventilação no interior do prédio
20	Reduzir ilhas de calor na envoltória da edificação
Ambiental - Contexto urbano	
Ambiental - Recursos naturais	
5	Proporcionar uma adequada orientação solar
6	Permitir o máximo de entrada de luz no interior do prédio
10	Dispor de uma horta na residência
21	Reduzir o consumo de água na operação do prédio
22	Aproveitar a água da chuva
24	Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção
25	Utilizar recursos de menor impacto ambiental
28	Utilizar materiais reusados

Figura 40 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger

Ambiental - Resíduos	
23	Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)
26	Dispor de um depósito para separação dos resíduos sólidos durante a operação do prédio
27	Evitar encaminhamento de resíduos de obra para aterros
29	Utilizar materiais reciclados
Cultural - Histórico	
Cultural - Institucional	
Cultural - Político	
Cultural - Legal	
Tecnológico - Materiais	
Tecnológico - Sistemas estruturais	
Tecnológico - Construção e concepção da forma	
Tempo - Crescimento	
Tempo - Mudança	
12	Permitir diferentes funções no mesmo ambiente
14	Permitir alterações no layout dos comodos
17	Planejado para o futuro
Tempo - Permanência	
Econômico - Financeiro	
Econômico - Construção	
Econômico - Operação	
15	Dispor de medição individual para água e energia
Econômico - Manutenção	
16	Permitir fácil manutenção do prédio
Econômico - Energia	
18	Dispor de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio
19	Dispor de energia renovável gerada no terreno
Estético - Forma	

Figura 41 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger

Estético - Espaço
Estético - Significado
Segurança - Estrutural
Segurança - Incêndio
Segurança - Químico
Segurança - Pessoal
Segurança - Criminoso (vandalismo)

Figura 42 - Requisitos funcionais, organizados segundo Hershberger

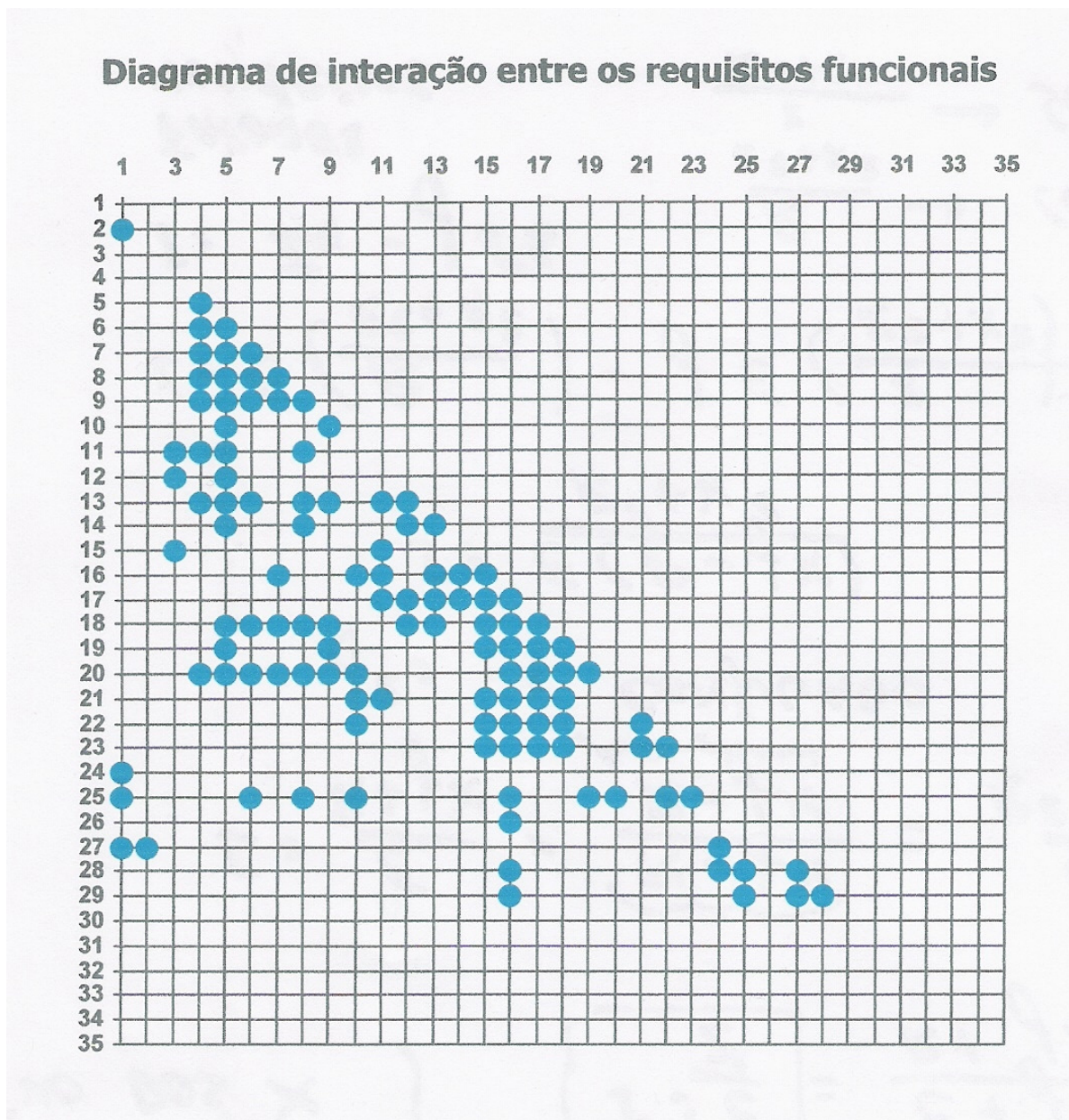


Figura 43 - Diagrama de relações entre os requisitos funcionais

5.2.5 Decomposição do sistema de requisitos funcionais

Procedendo-se, então, à utilização do aplicativo computacional, submódulo HIDECS, tem-se, como resultado, as divisões apresentada na figura 43. Similarmente ao procedimento realizado por Moreira 2007, tem-se que, quando a divisão de um subconjunto resulta em mais de um par de subconjuntos possíveis (onde todos retornam o menor valor para equação INFO), as opções são destacadas com o fundo cinza (figura 43). Se forem desconsideradas as várias subdivisões possíveis, o sistema de requisitos funcionais é decomposto nos subsistemas observados na tabela 19.

Assim como no trabalho de Moreira, observa-se que algumas das divisões com mais de um resultado alternam apenas um ou dois elementos, entre os subconjuntos obtidos. Na figura 43, estes elementos estão sublinhados, pois são trocados entre os diferentes resultados, e os não sublinhados mantém-se fixos nos subconjuntos. A partir deste critério, também estabelecido em Moreira, a divisão do sistema de requisitos funcionais do primeiro estudo de caso resulta em subconjuntos, que contém elementos em comum em suas interseções, como ilustra a figura 44.

<p>Primeira divisão A=4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20.21.22.23.25. e B=1.2.3.24.26.27.28.29.</p> <p>Segunda divisão A=4.5.6.7.8.9.12.13.14.18.20. e B=10.11.15.16.17.19.21.22.23.25. A=3.26. e B=1.2.24.27.28.29.</p> <p>Terceira divisão A=12.14. e B=4.5.6.7.8.9.13.18.20. A=11.15.16.17.21.22.23. e B=10.19.25. A=1.2. e B=<u>24.27.28.29.</u> ou A=1.2.<u>24.17.</u> e B=28.29.</p> <p>Quarta divisão A=<u>4.13.</u> e B=5.6.7.8.9.<u>18.20.</u> ou A=13.<u>18.</u> e B=<u>4.5.6.7.8.9.20.</u> A=11. e B=15.16.17.21.22.23</p>
--

Figura 44 - Decomposição do sistema de requisitos funcionais

Tabela 19 - Subsistemas identificados pelo sub-módulo HIDECS

Primeira divisão	Segunda divisão	Terceira divisão
B 1.2.3.24.26.27.28.29.		
A 4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15. 16.17.18.19.20.21.22.23.25.	A 4.5.6.7.8.9.12.13.14.18.20.	
	B 10.11.15.16.17.19.21.22.23.25.	A 11.15.16.17.21.22.23.
		B 10.19.25.

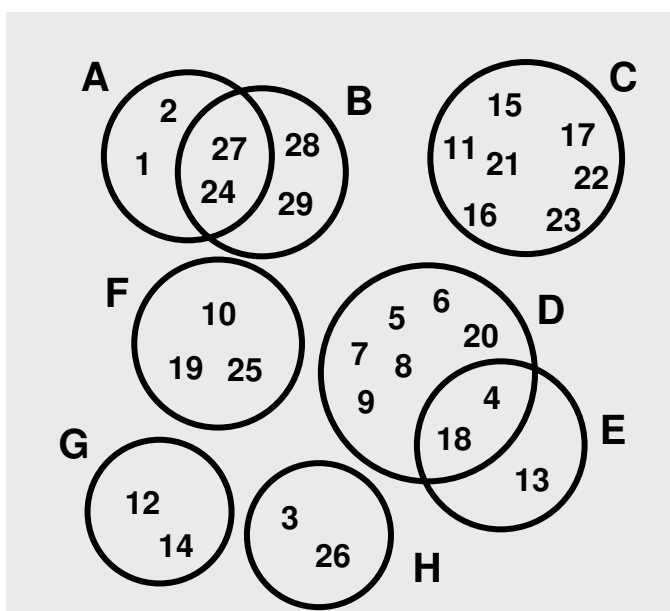


Figura 45 - Subsistemas de requisitos funcionais independentes

Objetivando o exame da natureza dos subconjuntos, definiu-se a tabela 20, onde os dados da análise foram dispostos. As categorias de Hershberger e do *Problem Seeking* também estão presentes, para verificar a contribuição de cada estrutura conceitual no processo. Os subsistemas não seguem exatamente os mesmos princípios observados nas organizações das estruturas conceituais de Hershberger ou do *Problem Seeking*. Também, de acordo com trabalho de Moreira, na aplicação de cada uma dessas estruturas, foi necessário o entendimento dos propósitos do arquiteto, a compreensão da natureza dos requisitos funcionais e o cuidado em obedecer os princípios de cada método.

Porém, ainda assim, conforme menciona o autor, a interpretação das informações relativas ao estudo de caso é influenciada pela organização do raciocínio do sujeito que analisa os dados. A objetividade do processo é maior porque adota princípios bem definidos de classificação das informações, mas não está a salvo de interpretações subjetivas. Com isso, mesmo que sejam apenas algumas dezenas de requisitos funcionais, as particularidades envolvidas nas classificações são várias e obrigam que sejam seguidos procedimentos de registro de cada dado, como, por exemplo, a descrição exata do que se entende por cada requisito funcional.

Portanto, quando o submódulo HIDECS apresenta a divisão do sistema de requisitos em subconjuntos, a nova classificação também é alvo de um processo interpretativo. No entanto os resultados surpreendem porque uma nova organização é encontrada, diferente daquelas propostas pelas estruturas conceituais anteriormente adotadas.

Na busca pela origem funcional do primeiro subgrupo (tabela 23, subgrupo A), percebe-se que ele contempla, basicamente, os requisitos relativos à implantação (requisitos 1 e 2), os mesmos apresentados na tabela 15. No entanto, os requisitos 24 e 27, compartilhados com o subgrupo B, chamam atenção para as conseqüências, da consideração dos requisitos 1 e 2, que orientaram a solução geral da forma sobre pilotis, adequando-se ao perfil natural do terreno.

O subgrupo B trata da seleção de materiais e componentes a serem empregados na edificação. Embora este subgrupo não tenha grandes repercussões na forma arquitetônica, propriamente, ele chama a atenção para o uso de soluções construtivas, que impliquem em menores desperdícios e para utilização de materiais de menor impacto ambiental. No caso, seja através de materiais usados, ou materiais com conteúdo reciclado.

O subgrupo C é composto por uma mescla de requisitos relacionados à funcionalidade do prédio e ao uso racional da água. Embora a racionalidade no uso da água implique em algumas soluções funcionais, como o uso de medição individual e facilidade de manutenção, entende-se que esta subdivisão, gerada pelo aplicativo computacional, pode não ser a mais adequada. Nota-se, portanto, uma estreita relação entre os requisitos 11, 15, 16, 17 deste subgrupo, que os remetem à consideração de operação, manutenção e adequação futura do prédio. Assim como, também, há outra relação entre os requisitos 21, 22 e 23, que os remetem exclusivamente ao uso racional da água.

O subgrupo D é composto pelos requisitos relativos ao conforto e bem estar dos usuários e à eficiência energética do prédio. Observa-se, portanto, que estes requisitos determinaram a

disposição, a orientação e o tamanho de aberturas, assim como a definição dos elementos que compõem o “envelope” do prédio.

O subgrupo E, que compartilha os requisitos 4 e 18 com o subgrupo D, reúne requisitos que impõem uma análise conjunta da questão da espacialidade do prédio, das aberturas e as implicações no consumo energético.

O subgrupo F, embora não muito harmônico, é composto de requisitos que remetem à uma abordagem sobre o consumo de recursos naturais. Seja na fase de construção, refletindo como o subgrupo B, na seleção de materiais, seja na fase de operação, através de uma simples ação de dispor de uma horta na residência, ou, ainda, dispondo de equipamentos capazes de gerar energia no próprio terreno.

O subgrupo G é composto pelos requisitos que orientaram a disposição dos espaços internos e seus elementos, de forma a ser facilmente adaptada a uma eventual mudança da concepção familiar ou a uma futura venda do imóvel.

O subgrupo H, inesperadamente, é composto de dois requisitos que não possuem nenhuma relação. De qualquer forma, cada um deles interferiu diretamente na forma da edificação, principalmente, o requisito 3: unir local de trabalho à residência.

Tabela 20 – Requisitos funcionais organizados segundo os subgrupos definidos pelo sub-módulo HIDECS, incluindo as classificações de Hershberger e do Problem Seeking

N.	Requisito Funcional	Descrição	HERSHBERGER	Problem Seeking	
1	Evitar cortes e aterros no terreno	O terreno possui um grande desnível em relação à calçada, além de uma declividade do sentido frente fundos. E um critério de implantação dado pelo cliente consiste na preservação do perfil original do terreno.	Ambiental – Terreno e vistas	Problemas / Forma: Considerações sobre a forma e o projeto: terreno	SUBGRUPO A
2	Permitir eventuais deposições de resíduo da obra no próprio terreno	Os resíduos que, por ventura, sejam gerados durante a construção serão depositados na forma de aterro, no próprio terreno.	Ambiental – Terreno e vistas	Metas / Forma: Uso eficiente do terreno	
24	Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção	Empregar sistemas construtivos que demandem o mínimo possível de materiais auxiliares à construção como, por exemplo, as formas de madeira.	Ambiental – Recursos naturais	Metas / Economia: Sustentabilidade	SUBGRUPOS A e B
27	Evitar o encaminhamento de resíduos de obra para aterros	Durante a fase de construção do prédio, evitar o encaminhamento de resíduos de obra para aterros	Ambiental – Resíduos	Metas / Forma: Uso eficiente do terreno	
28	Utilizar materiais reusados	Empregar materiais e componentes de construção oriundos de demolições	Ambiental – Recursos naturais	Metas / Economia: Sustentabilidade	SUBGRUPO B
29	Utilizar materiais reciclados	Empregar materiais com conteúdo reciclado em sua composição	Ambiental – Resíduos	Conceitos / Economia: Reciclagem	
11	Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial	Devido a possibilidade futura de venda parcial ou total do imóvel, foi imposto ao projeto a independência dos espaços	Humano – Atividades funcionais para ser habitável	Necessidades / Função: Necessidades de área por organização / tipo / tempo / local	SUBGRUPO C
15	Disponer de medição individual para água e energia	Permitir que cada uma das unidades (residencial e comerciais) tenha seus consumos de água e energia discriminados	Econômico – Operação	Conceitos / Economia: Controle de custo	
16	Permitir fácil manutenção do prédio	Proporcionar, através de shafts e espaços técnicos, uma manutenção facilitada para os diversos sistemas e tecnologias instalados no prédio.	Econômico – Manutenção	Metas / Economia: Manutenção e custos de operação	
17	Planejado para o futuro	Fazer com que a concepção arquitetônica seja receptiva a instalação de futuros sistemas e equipamentos	Tempo - Mudança	Metas / Tempo: Mudanças	
21	Reduzir o consumo de água na operação do prédio	Utilizar sistemas e tecnologias que racionalizem o consumo de água no prédio	Ambiental – Recursos naturais	Metas / Economia: Sustentabilidade	
22	Aproveitar a água da chuva	Utilizar dispositivos que capturem a água da chuva, de forma a ser utilizada para fins não potáveis	Ambiental – Recursos naturais	Metas / Economia: Sustentabilidade	
23	Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)	Prover de um sistema capaz de recircular as águas servidas (de lavatório, chuveiros e lavanderia) nas descargas dos	Ambiental – Resíduos	Conceitos / Economia: Reciclagem	

		vasos sanitários			
5	Proporcionar uma adequada orientação solar	A disposição dos ambientes e aberturas na edificação foram cuidadosamente estudadas.	Ambiental – Recursos naturais	Fatos / Forma: Análise climática	SUBGRUPO D
6	Permitir o máximo de entrada de luz no interior do prédio	Procurou-se explorar ao máximo a iluminação zenital no prédio.	Ambiental – Recursos naturais	Conceitos / Forma: Controles ambientais	
7	Disponer de elementos de sombra	Como o projeto contempla muito o uso de iluminação natural, também se prevê o controle de entrada de entrada de sol no prédio.	Ambiental – Clima	Conceitos / Forma: Controles ambientais	
8	Proporcionar uma boa ventilação cruzada	A disposição das aberturas também foram pensadas de forma a permitir a ventilação cruzada.	Ambiental – Clima	Conceitos / Forma: Controles ambientais	
9	Proporcionar maior nível de conforto aos usuários	Neste sentido existe uma preocupação com o conforto termo-acústico e a saudabilidade dos ambientes	Humano – Características fisiológicas dos usuários	Metas / forma: Conforto físico	
20	Reduzir ilhas de calor na envoltória da edificação	Utilizar revestimentos de fachada e elementos de cobertura que, diante da incidência solar, dissipem pouco calor	Ambiental – Clima	Conceitos / Economia: Conservação da energia	
4	Proporcionar vista para grande área verde da cidade, a partir de todo o bloco residencial	Em função da existência de uma área de preservação ambiental, aos fundos do terreno, pretende-se tirar o maior partido desta.	Ambiental – Terreno e vistas	Fatos / Forma: Análise do terreno	SUBGRUPOS D e E
18	Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio	Proporcionar as devidas condições de conforto aos usuários, com sistemas e tecnologias que demandem o mínimo consumo de energia	Econômico – Energia	Metas / Economia: Minimizar os custos operacionais	
13	Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões	O ambiente interno da residência é bem articulado, sem muitas separações e integrado em suas atividades.	Humano – Características físicas e os usuários	Conceitos / Função: Relações funcionais	SUBGRUPO E
10	Disponer de uma horta na residência	Permitir o cultivo de alguns legumes e temperos para uso na residência	Ambiental – Recursos naturais	Conceitos / Função: Disposição de serviços	SUBGRUPO F
19	Disponer de energia renovável gerada no terreno	Permitir que a alimentação de, pelo menos algum equipamento elétrico, seja suprida por energia fotovoltaica gerada no terreno	Econômico - Energia	Conceitos / Economia: Conservação da energia	
25	Utilizar recursos de menor impacto ambiental	Empregar materiais de construção que, comparativamente, impactem o menos possível ao meio ambiente	Ambiental – Recursos naturais	Metas / Economia: Sustentabilidade	
12	Permitir diferentes funções no mesmo ambiente	Vislumbrando uma futura tomada de decisão,, em relação ambiente adicionalmente incluído no bloco comercial, o espaço é receptivo a um conjunto comercial ou a uma zeladoria.	Tempo – Mudança	Conceitos / Economia: Multifunção / Versatilidade	SUBGRUPO G
14	Permitir alteração no layout dos cômodos	No caso de venda do imóvel ou alteração nas exigências da família, a área íntima da casa pode ser modificada.	Tempo – mudança	Fatos / Função: Adequação do espaço	
3	Unir local de trabalho a residência	Trata-se de um casal que pretende dispor do local de trabalho, junto à moradia.	Humano – Características físicas e os usuários	Conceitos / Forma: Conceitos morar/ trabalhar	SUBGRUPO

26	Dispor de um depósito para separação dos resíduos sólidos durante a operação do prédio	Conceber um espaço no projeto para a coleta seletiva de lixo	Ambiental – Resíduos	Conceitos / Economia: Reciclagem	
----	--	--	----------------------	----------------------------------	--

Assim, como na análise de Moreira, nota-se que a caracterização dos subsistemas é um processo de síntese, onde a natureza de um agrupamento é identificada na relação entre suas propriedades funcionais. No entanto, dois fatos chamam atenção: o primeiro, é a objetividade do agrupamento e o segundo, é que o subconjunto possui uma natureza diferente daquela proposta pelos outros métodos de classificação dos requisitos funcionais.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No presente capítulo, são apresentadas as principais conclusões do trabalho e, também, sugestões para futuras pesquisas.

6.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho procurou contribuir para o avanço das pesquisas relativas à concepção de edifícios mais sustentáveis, a partir de uma análise de requisitos de sustentabilidade e o programa arquitetônico de edificações. Para isso, procurou-se identificar e selecionar o desenvolvimento de um projeto de uma edificação mais sustentável, de forma que o pesquisador pudesse se inserir e contemplar um caso da vida real. Assim, a partir da realização de um estudo de caso, tendo como principal fonte de coleta de dados a observação participante, foi possível vivenciar o desenvolvimento de uma edificação concebida com princípios de sustentabilidade.

O objetivo principal deste trabalho foi colaborar para o entendimento e melhoria da inclusão de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto de edificações. No entanto, visando uma melhor compreensão e discussão acerca deste objetivo principal, foram definidos objetivos secundários para trabalho: (1) reunir informações sobre o projeto de uma edificação mais sustentável e compreender as principais questões que o nortearam, (2) sistematizar os dados de um projeto, explicitando os requisitos de sustentabilidade contemplados, e (3) identificar relações entre requisitos de sustentabilidade.

O cumprimento do **primeiro objetivo secundário** se deu através da reunião de informações sobre o projeto abordado pelo estudo de caso. Foram apresentados e discutidos os principais aspectos relativos à concepção arquitetônica do prédio. Identificadas as principais questões relativas à implantação, concepção, funcionalidade, tecnologias e materiais que condicionaram o projeto, além, também, de uma abordagem de cada um dos requisitos de

sustentabilidade contemplados pelo projeto. Eles foram agrupados conforme a referência utilizada, de acordo com: a seleção do terreno, eficiência no uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos e qualidade do ar interior.

Esta descrição do projeto permitiu, por sua vez, dar um exemplo de como estão sendo pensados e projetados edifícios que almejam ser mais sustentáveis. Ou seja, permitiu levantar, dentre os diversos requisitos apontados para uma edificação ser mais sustentável, os que realmente estão sendo considerados. Além disso, permitiu, também, abordar a forma com que os profissionais estão resolvendo e encarando este desafio da construção sustentável.

Ainda sobre o objetivo de compreender as principais questões que nortearam o projeto, cabe salientar a importância de um protocolo de avaliação de sustentabilidade no processo, visto que ele acaba explicitando os requisitos a serem contemplados.

O cumprimento do **segundo objetivo secundário** se deu através da utilização do procedimento proposto por Moreira (2007). Tal procedimento, baseado nos princípios da síntese da forma, permitiu organizar os dados do projeto de forma a melhor esclarecer: o contexto envolvido, os requisitos a serem atendidos e os aspectos da forma da edificação. Assim, lidar com os requisitos de sustentabilidade, na forma de requisitos funcionais, permite evidenciar as reais implicações, de cada requisito, na forma da edificação. Isto, também tendo nítido o contexto envolvido, tende a auxiliar a inclusão dos requisitos no programa arquitetônico.

Deste modo, encara-se esta sistematização como sendo de grande valia para aprimorar a inclusão de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto, visto que consiste em um modo de reduzir a subjetividade, justificar as decisões, ter êxito nas soluções e transmitir a experiência adquirida em projeto.

Assim, entende-se que, a partir de uma proposição inicial de requisitos a serem contemplados, pode-se ter um acréscimo gradual dos requisitos de sustentabilidade, verificando-se sempre as implicações na forma da edificação. Isto permite verificar o quão impactante na forma da edificação é a consideração de requisitos de sustentabilidade, o que reforça a idéia de que eles devem ser considerados o mais cedo possível no projeto.

O cumprimento do **terceiro objetivo secundário**, se deu através da utilização do aplicativo computacional sub-módulo HIDECS. A organização dos requisitos funcionais, segundo os

subgrupos definidos pelo sub-módulo HIDECS (tabela 23), permitiu identificar relações entre os diversos requisitos de sustentabilidade contemplados pelo projeto. Além disso, a inclusão das classificações de Hershberger e Problem Seeking, na tabela, colaborou para verificar o aspecto de cada subgrupo gerado.

Deste modo, foram identificadas relações entre requisitos de implantação no terreno e gestão de resíduos no canteiro de obra, que remetem, basicamente, à consideração de aspectos ambientais. Além, também, de uma preocupação com o uso eficiente do terreno. Outra identificação realizada consiste na associação de requisitos de gestão de resíduos no canteiro e seleção de materiais a serem empregados na construção, que, neste caso, remetem, além de aspectos ambientais, a aspectos econômicos.

Também, a partir do sub-módulo HIDECS, foi possível identificar relações entre requisitos relativos à funcionalidade do prédio e requisitos relativos ao uso eficiente da água. Eles remetem, nesse caso, a uma associação de aspectos ambientais, econômicos e operacionais.

Outra identificação consistiu na associação dos requisitos de orientação solar, iluminação natural, elementos de sombra, ventilação e vistas, com o requisito de proporcionar maior nível de conforto aos usuários, e tudo isso dispendo de sistemas e tecnologias que minimizem o consumo de energia do prédio. Remete-se assim, a uma associação entre os aspectos ambientais, humanos e econômicos.

E, por fim, outra identificação entre requisitos que cabe destacar é aquela que associa o requisito de geração de energia renovável, gerada no terreno, com o requisito de utilizar recursos de menor impacto ambiental. A qual remete, também, a aspectos ambientais e econômicos.

Embora esta identificação e classificação dos requisitos em subconjuntos, a partir do sub-módulo HIDECS, seja alvo de um processo interpretativo, é notável a forte relação dos aspectos ambientais e econômicos com os requisitos deste projeto.

Em suma, o presente trabalho tentou abordar questões que, supostamente, colaboraram para aprimorar a inclusão de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto de edificações. De forma, estimula que novos projetos de edificações venham a considerar e incluir, em suas concepções, critérios de sustentabilidade. Agregando cada vez mais sistemas e tecnologias, que, até o presente momento, situam-se essencialmente em meio experimental. Porém, cabe

também salientar que o tema desta pesquisa está inserido dentro de uma área em grande ascensão, sendo de extrema relevância o desenvolvimento de outros trabalhos com temas afins.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

São propostas as seguintes recomendações para trabalhos futuros:

- a) Desenvolver mecanismos para operacionalizar a inserção de requisitos de sustentabilidade no processo de projeto de edificações;
- b) Desenvolver estudos visando à integração de sistemas de avaliação ambiental de edifícios no processo de projeto;
- c) Desenvolver banco de dados de boas práticas de edificações sustentáveis, em meios de fácil disseminação (manuais ou software), para profissionais da área;
- d) Desenvolver estudos visando identificar barreiras e entraves que dificultam a adoção de práticas e tecnologias mais sustentáveis numa edificação.

7 REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C. **HIDECS 3: Four computer programs for the hierarchical decomposition of systems which have an associated linear graph**. Cambridge: School of Engineering – Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1963. 24p., (Research Report R63-27)

ALEXANDER, C. **Notes on the Synthesis of form**. 9th. Print. Cambridge: Harvard University Press, 1977. 216p.

ASSEMBLÉIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 21 Global. In: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável. ECO 92. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 6 jun. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações** – atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações** – arquitetura. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Manual de contratação dos serviços de arquitetura e urbanismo**. 2 ed. São Paulo: Pini, 2000.

BRANDON, P. S. *Sustainability in management and organization: the key issues?* In: **Building Research and Information**. V.27, p. 390-396, 1999.

CHERMAYEFF, S.; ALEXANDER, C. **Community and Privacy: Toward a New Architecture of Humanism**. Harmondsworth, UK: Penguin Books, 1966. 255p.,

CIB - International Council for Building Research Studies and Documentation. *Agenda 21 para a Construção Sustentável. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237*./tradução de I. Gonçalves; T. Whitaker; ed. De G. Weinstock, D.M. Weinstock. – São Paulo: s.d., 2000. 131pp.

CIB & UNEP-IETC - International Council for Building Research Studies and Documentation and United Nations Environment Programme/International Environmental Technology Centre. *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*. – a discussion document. CSIR, Pretoria. 82p. 2002.

DEGANI, C. M. *Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios*. 2003. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. 223pp.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. *A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico*. **In:** NUTAU 2002 – Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 7 a 11 outubro 2002.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. *Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios*. **In:** CONFERENCIA LATINO-AMERICA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 10. 2004 . 18-21 junho, São Paulo.

DICK, B. **You Want to do an action research thesis:** how to conduct and report action research. 1993. Disponível em: <http://www.scu.edu.au/schools/gcm/ar/art/arhome.html>
Acesso em: 14 nov. 2007.

DING, G.K. *Sustainable construction - The role of environmental assessment tools*. **In:** **Journal of Environmental Management**. 2007. doi:10.1016/j.jenvman.2006.12.025

DUERK, D. P. **Architectural Programming: Information Management for Design**. New York: John Wiley and Sons, 1993. 258 p.

FABRICIO, M. M. *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. 2002. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. 329pp.

FABRICIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. *Estudo da seqüência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenários e perspectivas*. **In:** ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 18. 1998, Niterói, 8 p.

FABRICIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. *Estudo do fluxo de projetos: cooperação seqüencial x colaboração simultânea*. **In:** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO – SIBRAGEQ, 1., 1999, Recife, 10p.

FOWLER, K.M. *Building and Performance Measurement Data*. In: GREENBUILD CONFERENCE, 2004 Portland, Oregon. **Proceedings**. Portland, Oregon. 2004.

GANGEMI, V.; MALANGA, R.; RANZO, P. *Environmental management of the design: the role of environmental consultancy*. In: **Renewable Energy**, v.19, p. 277-284, 2000.

Green Building Council of Australia (GBCA). Disponível em <<http://www.gbcaus.org>>. Acesso em: 22 Mai. 2007.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Capitalismo natural, criando a próxima revolução industrial**. /tradução de L. A Araújo; M. L. Felizardo; São Paulo: Editora Cultrix, 2004. 358pp.

HERSHBERGER, R.G. **Architectural Programming and Predesign Manager**. New York: McGraw-Hill, 1999. 506p.

HIROTA, E.H. et al. O processo de pesquisa em tecnologia do ambiente construído: ciência ou consultoria? In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 8., 2000, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ANTAC, 2000. 1CD-ROM

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/AWI 21931. Building and constructed assets – Sustainability in building constructions – Framework for assessment of environmental performance of buildings. Genebra, 2002.

JOHN, V. M.; AGOPYAN V.; ABIKO, A. K.; PRADO, R. T. A.; GONÇALVES, O. M.; SOUZA, U. E. Agenda 21 for the Brazilian construction industry – a proposal. In: CIB SYMPOSIUM ON CONSTRUCTION & ENVIRONMENT, São Paulo, novembro 2000. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br>>. Acesso em: 9 jun. 2007.

JOHN, V. M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. *Agenda 21: Uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro*. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2001, Canela **Anais...** Porto Alegre: ANTAC; UFRGS, 2001. p.91-98.

JONES, J.C. **Métodos de diseño**. Barcelona: Gustavo Gili, 1976. 370p. [Trad. De Maria Luisa López Sarda, Design Methods: Seeds of human futures, 1970]

KAMARA, J.; ANUMBA, C.; EVBOMWAN F. *Establishing and processing client requirements – a key aspect of concurrent engineering in construction*. In: **Engineering Construction and Architectural Management**, v.7, p. 15-28, 2000.

KAMARA, J.M.; ANUMBA, C.J.; EVBUOMWAN, F.O. *Assessing the suitability of current briefing practices in construction within a concurrent engineering framework*. In: **International Journal of Project Management**, v.19, p.337-51, 2001.

KATS, G. *The Cost and Financial Benefits of Green Buildings: A report to California's Sustainable Building Task Force*. Capital E, Washington, D.C. 2003. 120pp.

KRISHAN, A.; JAIN, K.; TEWARI, P. *Process of design for sustainable architecture and contemporary solutions*. In: **Renewable Energy**, v. 15, p. 407-412, 1998.

LANGDON, D. *Costing Green: A Comprehensive Cost Database and Budgeting Methodology*. 2004. Disponível em: <www.usgbc.org>. Acesso em: 5 jun. 2007.

LAWSON, B. *How Designers Think: the design process demystified*. 3th Ed. London, Butterworth, 1997. 318 p.

MELHADO, S.B. *Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. 1994. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. 294pp.

MOREIRA, D.C. *Os princípios da síntese da forma e a análise de projetos arquitetônicos*. 2007. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. 331pp.

NEEDY, K.L.; RIES, R.; GOKHAN, N.M.; BILEC, M.; RETTURA, B. *Creating a framework to examine benefits of green building construction*. In: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING MANAGEMENT CONFERENCE, 2004 Alexandria, Virginia. **Proceedings**. Alexandria, Virginia. 2004. pp. 719-724.

NGOWI, A. B. *Creating competitive advantage by using environment-friendly building processes*. In: **Building and Environment**, v. 36, p. 291-298, 2001.

OLIVEIRA, D. P. et al. *Considerações sobre a introdução de requisitos ambientais para projeto de edificações no contexto brasileiro*. In: WORKSHOP BRASILEIRO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2004.

PEÑA, W. M.; PARSHAL, S. A. **Problem Seeking: An Architectural Programming Primer**. 4th. Ed. New York: John Wiley and Sons, 2001. 224 p.

PUSHKAR, S.; BECKER R.; KATZ A. *A methodology for design of environmentally optimal buildings by variable grouping*. In: **Building and Environment**, v. 40, p. 1126-1139, 2005.

RIES, R.; BILEC, M.M.; GOKHAN, N.M.; NEEDY, K.L. *The Economic Benefits of Green Buildings: A Comprehensive Case Study*. In: **The Engineering Economist**, v.51, p.259-295, 2006.

ROMANO, F. V. *Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações*. 2003. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

ROMN, J.; BROWNING, W. *Greening the Building and Bottom Line, Increasing Productivity Through Energy-Efficient Design*. Rocky Mountain Institute. 1994, revised 1998, pp 1-16

SATTLER, M. A. *Edificações sustentáveis: Interface com a natureza do lugar*. In: MENEGET, R.; ALMEIDA, G. *Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. P.261-288.

SILVA, V. G. *Avaliação do desempenho ambiental de edifícios*. **Revista Qualidade na Construção**, n. 25, p.12-22, agosto 2000.

SILVA, V.G. *Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: diretrizes e base metodológica*. 2003. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. 210pp.

SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. *Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para o desenvolvimento no Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2001, Canela **Anais...** Porto Alegre: ANTAC; UFRGS, 2001. p.367-373.

SJÖSTRÖM, C.; BAKENS W. *CIB Agenda 21 for sustainable construction*. In: **Building Research and Information**, v.27, P.348-354, 1999.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TRIANA, M. A. *Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis*. 2005.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2005. 188pp.

TRIANA, M. A.; et al. *Certificação LEED como norteador do processo de projeto para um edifício comercial em Florianópolis, Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis **Anais...** Porto Alegre: ANTAC; UFRGS, 2006. p.4459-4461.

TZORTZOPOULOS, P. *Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte*. 1999. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 163pp.

US GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. *LEED Green Building Rating System™ 2.2*. San Francisco, October 2005. 81pp.

US GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. *LEED Green Building Rating System™ 2007*. Disponível em <<http://www.usgbc.org>>. Acesso em: 22 Mai. 2007.

VAN DER VOORDT, T. J. M.; VAN WEGEN, H. B. R. **Architecture in Use: An Introduction to the Programming Design and Evaluation of Building**. Oxford: Architectural Press, 2005. 237 p.

VOSGUERITCHIAN, A. B.; MELHADO, S. *Gestão de projeto de arquitetura considerando aspectos de sustentabilidade*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre **Anais...** Porto Alegre: ANTAC; UFRGS, 2005. (*publicado em CD-Rom*)

WISE, D. Informing Design Decisions. In: POWELL, P.; BRANDON, P. *Building Design, Quality, Cost and Profit*, 1954.

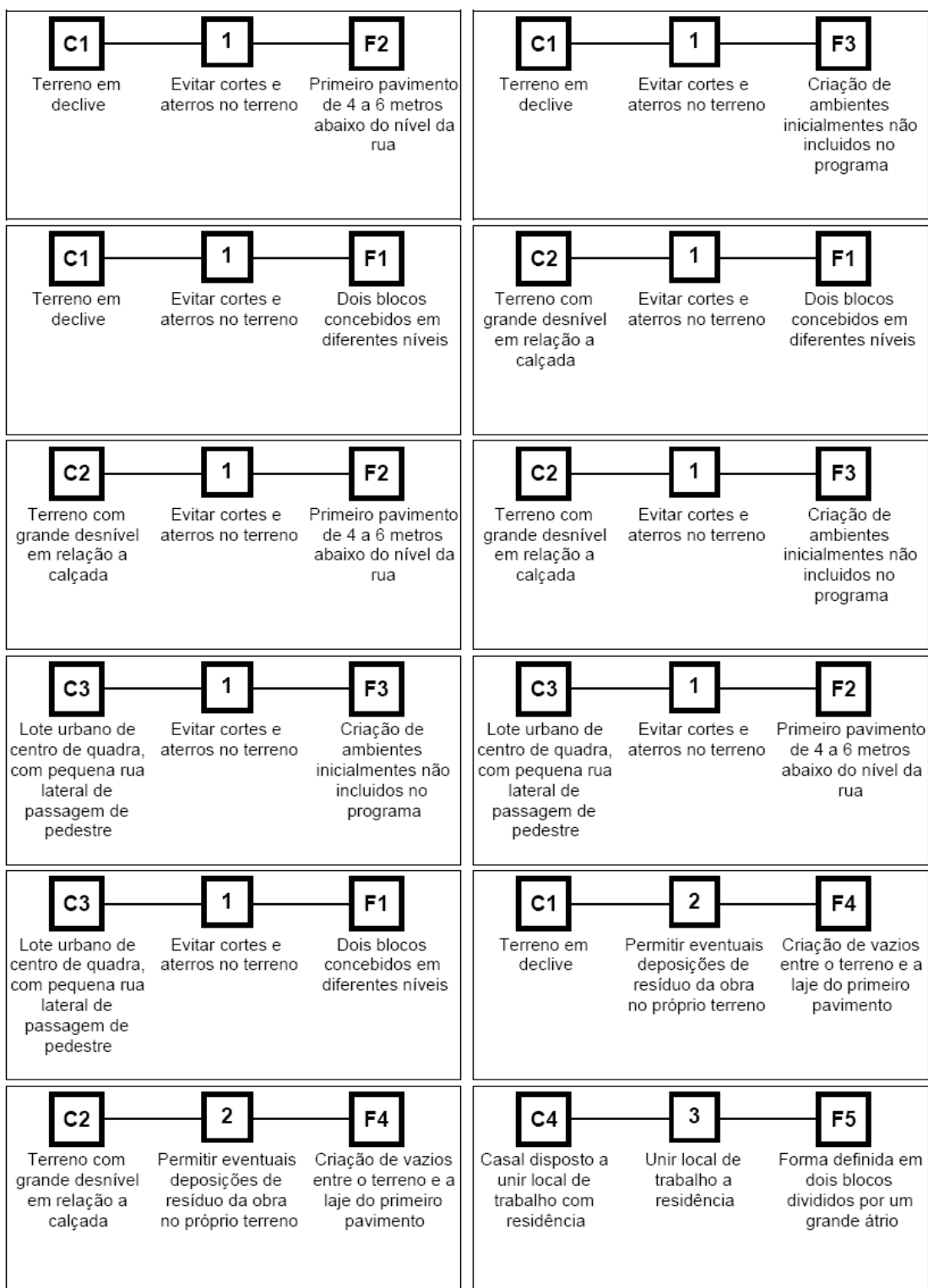
WOLFF, G. *Beyond payback: a comparison of financial methods for investments in green building*. **Journal of Green Building**. Winter 2006

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAMBRANO, L. M. A.; BASTOS, L. E. G. *Alta qualidade ambiental de edificações: análise multicritério no apoio ao projeto e à avaliação de desempenho*. In: WORKSHOP BRASILEIRO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2003.

**APÊNDICE 1 – LIGAÇÕES ENTRE CONTEXTO, REQUISITO
FUNCIONAL E FORMA**

Contexto - Requisito Funcional - Forma



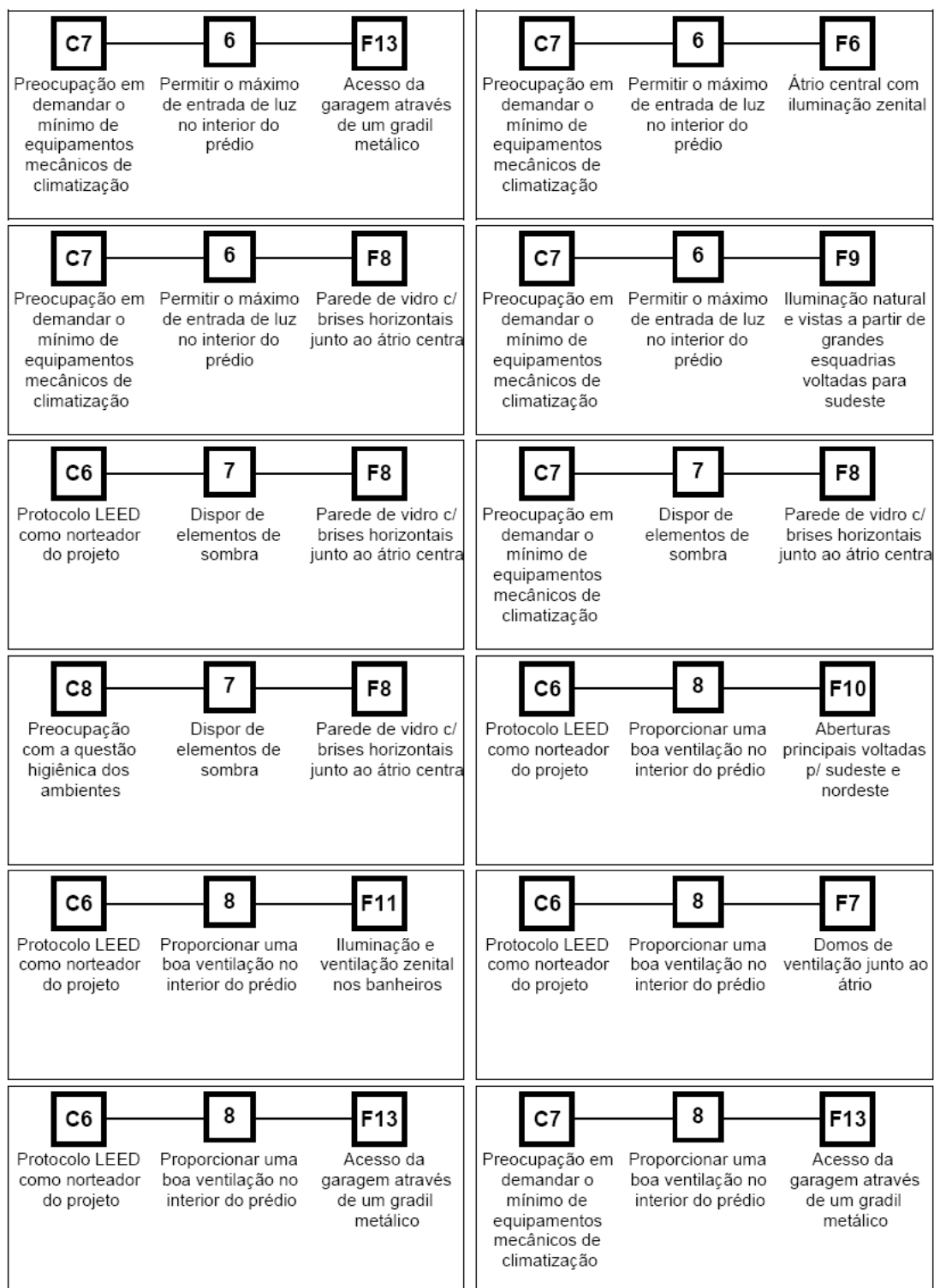
Quadro 1 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

<p>C5 — 4 — F9</p> <p>Grande área de preservação ambiental ao sudeste do terreno (fundos)</p> <p>Proporcionar vista para grande área verde da cidade, a partir de todo o bloco residencial</p> <p>Iluminação natural e vistas a partir de grandes esquadrias voltadas para sudeste</p>	<p>C6 — 5 — F9</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Iluminação natural e vistas a partir de grandes esquadrias voltadas para sudeste</p>
<p>C6 — 5 — F10</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Aberturas principais voltadas p/ sudeste e nordeste</p>	<p>C6 — 5 — F6</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Átrio central com iluminação zenital</p>
<p>C7 — 5 — F10</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Aberturas principais voltadas p/ sudeste e nordeste</p>	<p>C7 — 5 — F9</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Iluminação natural e vistas a partir de grandes esquadrias voltadas para sudeste</p>
<p>C7 — 5 — F6</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Átrio central com iluminação zenital</p>	<p>C8 — 5 — F6</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Átrio central com iluminação zenital</p>
<p>C8 — 5 — F9</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Iluminação natural e vistas a partir de grandes esquadrias voltadas para sudeste</p>	<p>C8 — 5 — F10</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar uma adequada orientação solar</p> <p>Aberturas principais voltadas p/ sudeste e nordeste</p>
<p>C7 — 6 — F10</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Permitir o máximo de entrada de luz no interior do prédio</p> <p>Aberturas principais voltadas p/ sudeste e nordeste</p>	<p>C7 — 6 — F11</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Permitir o máximo de entrada de luz no interior do prédio</p> <p>Iluminação e ventilação zenital nos banheiros</p>

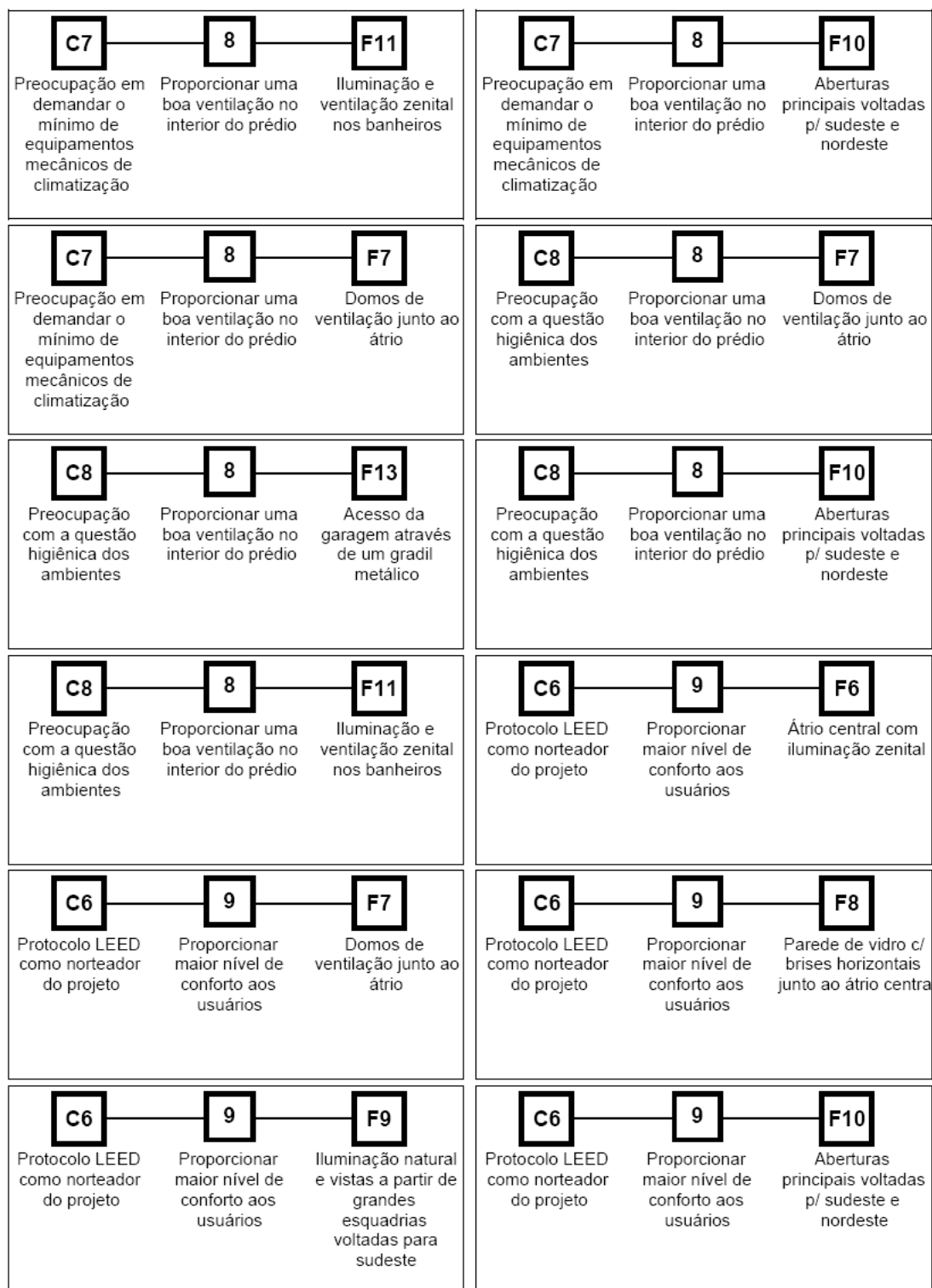
Quadro 2 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



Quadro 3 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



Quadro 4 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

<p>C6 — 9 — F11</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Iluminação e ventilação zenital nos banheiros</p>	<p>C6 — 9 — F12</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Vedação externa com dupla câmara de ar</p>
<p>C6 — 9 — F13</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Acesso da garagem através de um gradil metálico</p>	<p>C7 — 9 — F9</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Iluminação natural e vistas a partir de grandes esquadrias voltadas para sudeste</p>
<p>C7 — 9 — F7</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Domos de ventilação junto ao átrio</p>	<p>C7 — 9 — F6</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Átrio central com iluminação zenital</p>
<p>C7 — 9 — F8</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Parede de vidro c/ brises horizontais junto ao átrio central</p>	<p>C7 — 9 — F11</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Iluminação e ventilação zenital nos banheiros</p>
<p>C7 — 9 — F13</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Acesso da garagem através de um gradil metálico</p>	<p>C7 — 9 — F12</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Vedação externa com dupla câmara de ar</p>
<p>C7 — 9 — F10</p> <p>Preocupação em demandar o mínimo de equipamentos mecânicos de climatização</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Aberturas principais voltadas p/ sudeste e nordeste</p>	<p>C8 — 9 — F6</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Átrio central com iluminação zenital</p>

Quadro 5 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

<p>C8 — 9 — F7</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Domos de ventilação junto ao átrio</p>	<p>C8 — 9 — F8</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Parede de vidro c/ brises horizontais junto ao átrio central</p>
<p>C8 — 9 — F9</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Iluminação natural e vistas a partir de grandes esquadrias voltadas para sudeste</p>	<p>C8 — 9 — F10</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Aberturas principais voltadas p/ sudeste e nordeste</p>
<p>C8 — 9 — F11</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Iluminação e ventilação zenital nos banheiros</p>	<p>C8 — 9 — F12</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Vedação externa com dupla câmara de ar</p>
<p>C8 — 9 — F13</p> <p>Preocupação com a questão higiênica dos ambientes</p> <p>Proporcionar maior nível de conforto aos usuários</p> <p>Acesso da garagem através de um gradil metálico</p>	<p>C6 — 10 — F14</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Dispor de uma horta na residência</p> <p>Espaço junto ao terraço para uma pequena horta</p>
<p>C10 — 11 — F15</p> <p>Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)</p> <p>Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial</p> <p>Bloco da frente comercial</p>	<p>C10 — 11 — F17</p> <p>Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)</p> <p>Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial</p> <p>Bloco dos fundos residencial</p>
<p>C9 — 11 — F15</p> <p>Prédio abrigando residência e espaço comercial</p> <p>Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial</p> <p>Bloco da frente comercial</p>	<p>C9 — 11 — F17</p> <p>Prédio abrigando residência e espaço comercial</p> <p>Conceber o espaço residencial totalmente independente do espaço comercial</p> <p>Bloco dos fundos residencial</p>

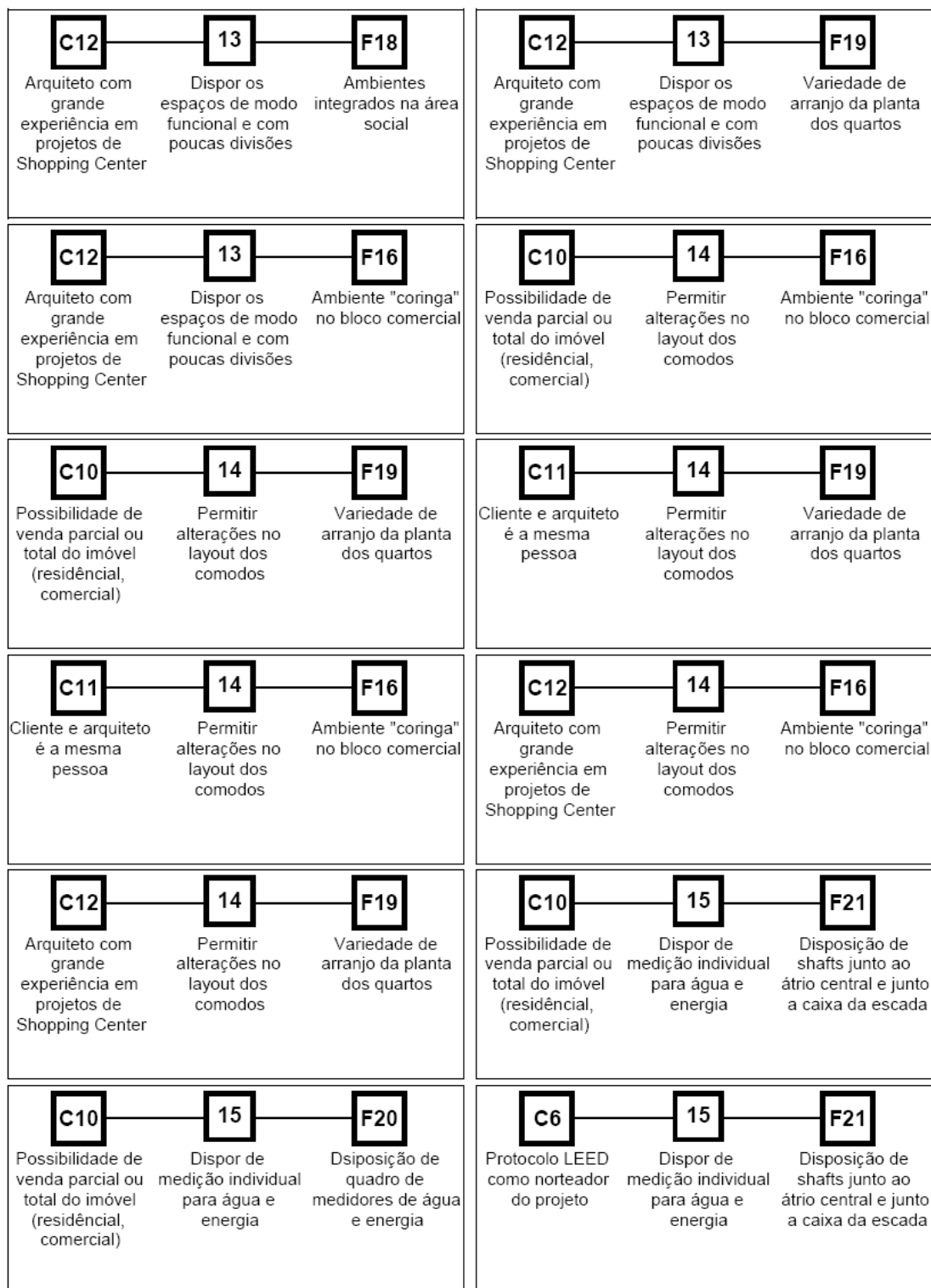
Quadro 6 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

<p>C10 — 12 — F16</p> <p>Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)</p> <p>Permitir diferentes funções no mesmo ambiente</p> <p>Ambiente "coringa" no bloco comercial</p>	<p>C10 — 12 — F19</p> <p>Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)</p> <p>Permitir diferentes funções no mesmo ambiente</p> <p>Variedade de arranjo da planta dos quartos</p>
<p>C11 — 12 — F19</p> <p>Cliente e arquiteto é a mesma pessoa</p> <p>Permitir diferentes funções no mesmo ambiente</p> <p>Variedade de arranjo da planta dos quartos</p>	<p>C11 — 12 — F16</p> <p>Cliente e arquiteto é a mesma pessoa</p> <p>Permitir diferentes funções no mesmo ambiente</p> <p>Ambiente "coringa" no bloco comercial</p>
<p>C12 — 12 — F19</p> <p>Arquiteto com grande experiência em projetos de Shopping Center</p> <p>Permitir diferentes funções no mesmo ambiente</p> <p>Variedade de arranjo da planta dos quartos</p>	<p>C12 — 12 — F16</p> <p>Arquiteto com grande experiência em projetos de Shopping Center</p> <p>Permitir diferentes funções no mesmo ambiente</p> <p>Ambiente "coringa" no bloco comercial</p>
<p>C10 — 13 — F19</p> <p>Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)</p> <p>Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões</p> <p>Variedade de arranjo da planta dos quartos</p>	<p>C10 — 13 — F16</p> <p>Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)</p> <p>Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões</p> <p>Ambiente "coringa" no bloco comercial</p>
<p>C10 — 13 — F18</p> <p>Possibilidade de venda parcial ou total do imóvel (residencial, comercial)</p> <p>Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões</p> <p>Ambientes integrados na área social</p>	<p>C11 — 13 — F19</p> <p>Cliente e arquiteto é a mesma pessoa</p> <p>Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões</p> <p>Variedade de arranjo da planta dos quartos</p>
<p>C11 — 13 — F18</p> <p>Cliente e arquiteto é a mesma pessoa</p> <p>Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões</p> <p>Ambientes integrados na área social</p>	<p>C11 — 13 — F16</p> <p>Cliente e arquiteto é a mesma pessoa</p> <p>Disponer os espaços de modo funcional e com poucas divisões</p> <p>Ambiente "coringa" no bloco comercial</p>

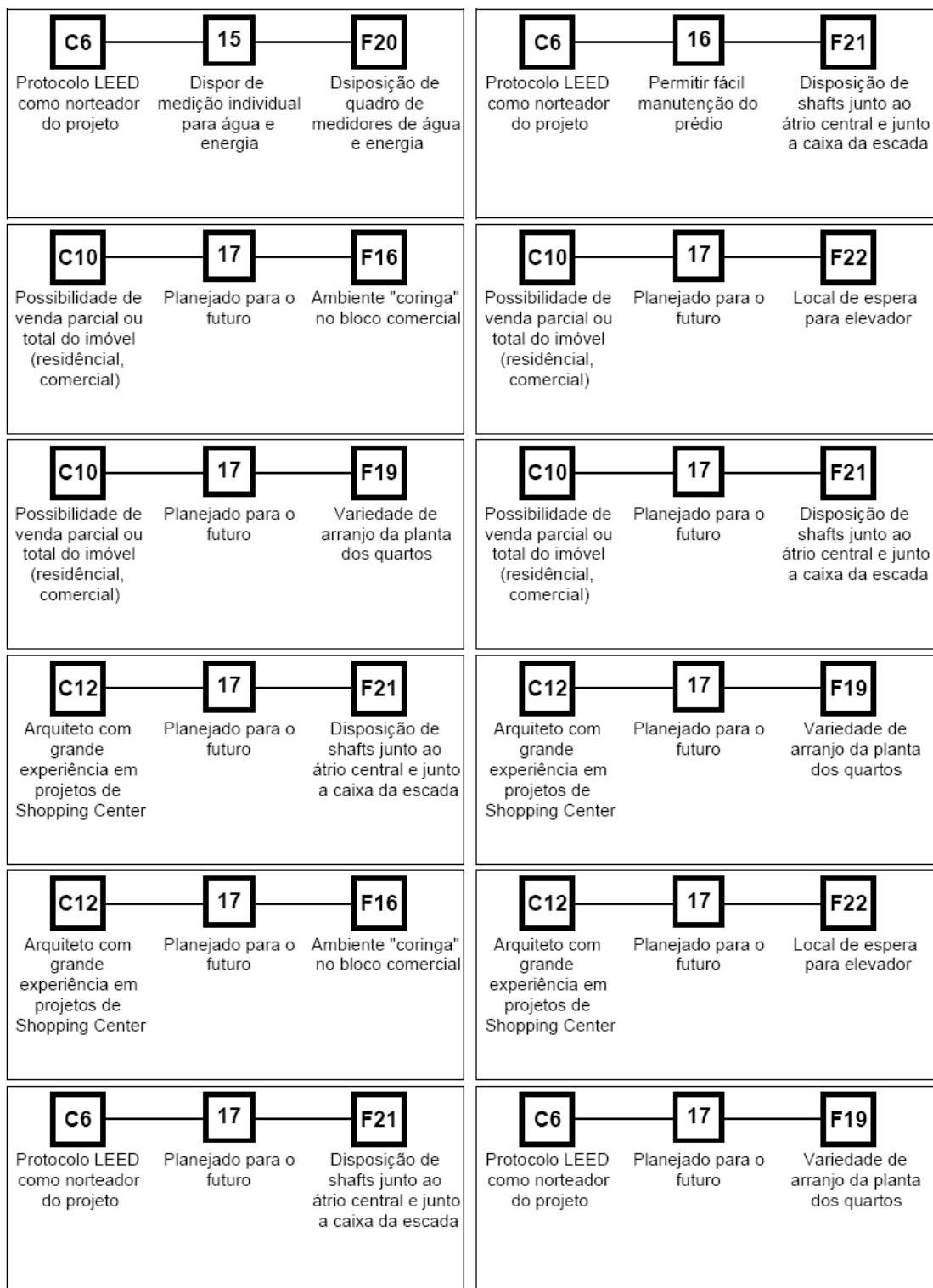
Quadro 7 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



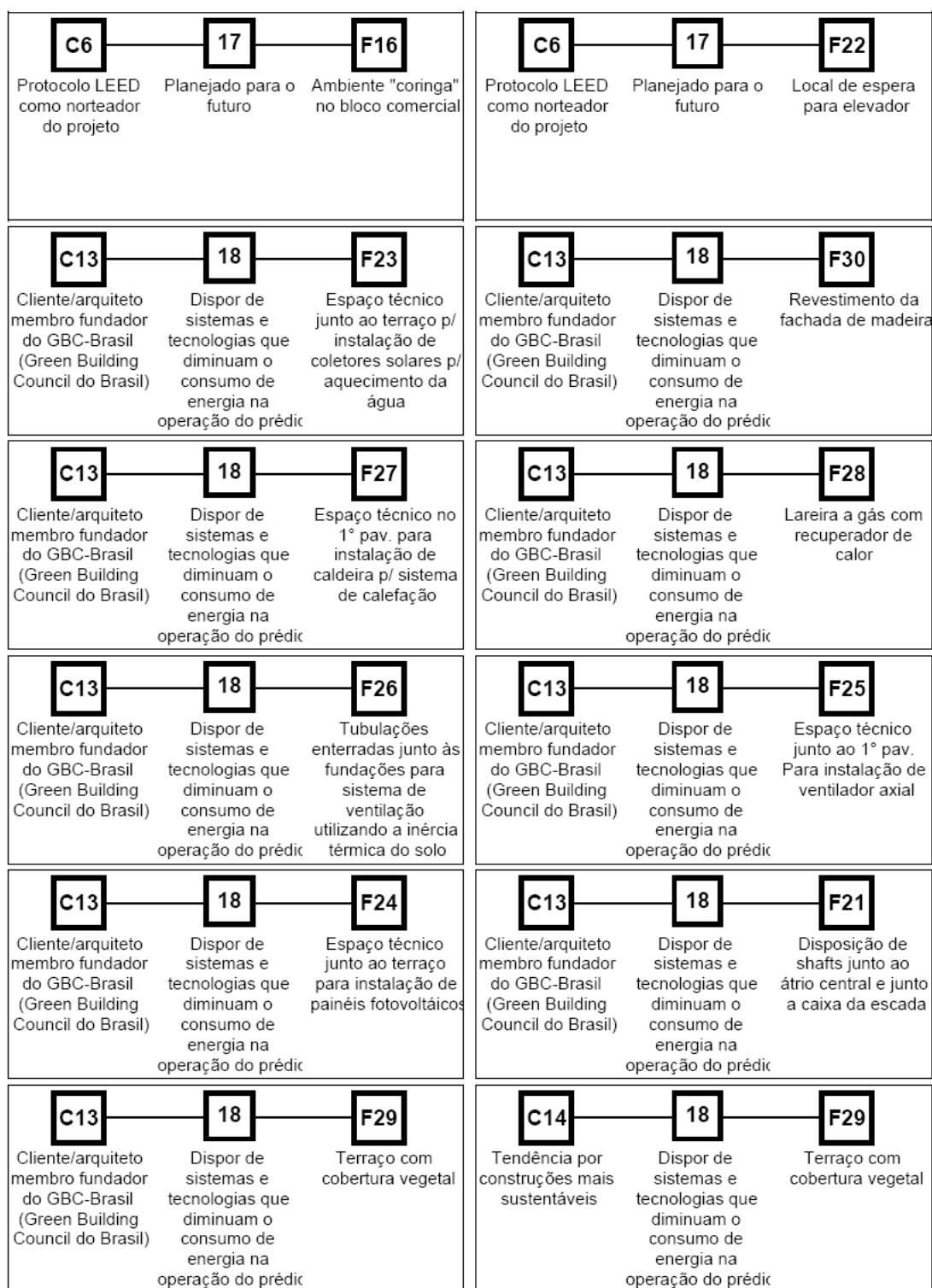
Quadro 8 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



Quadro 9 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



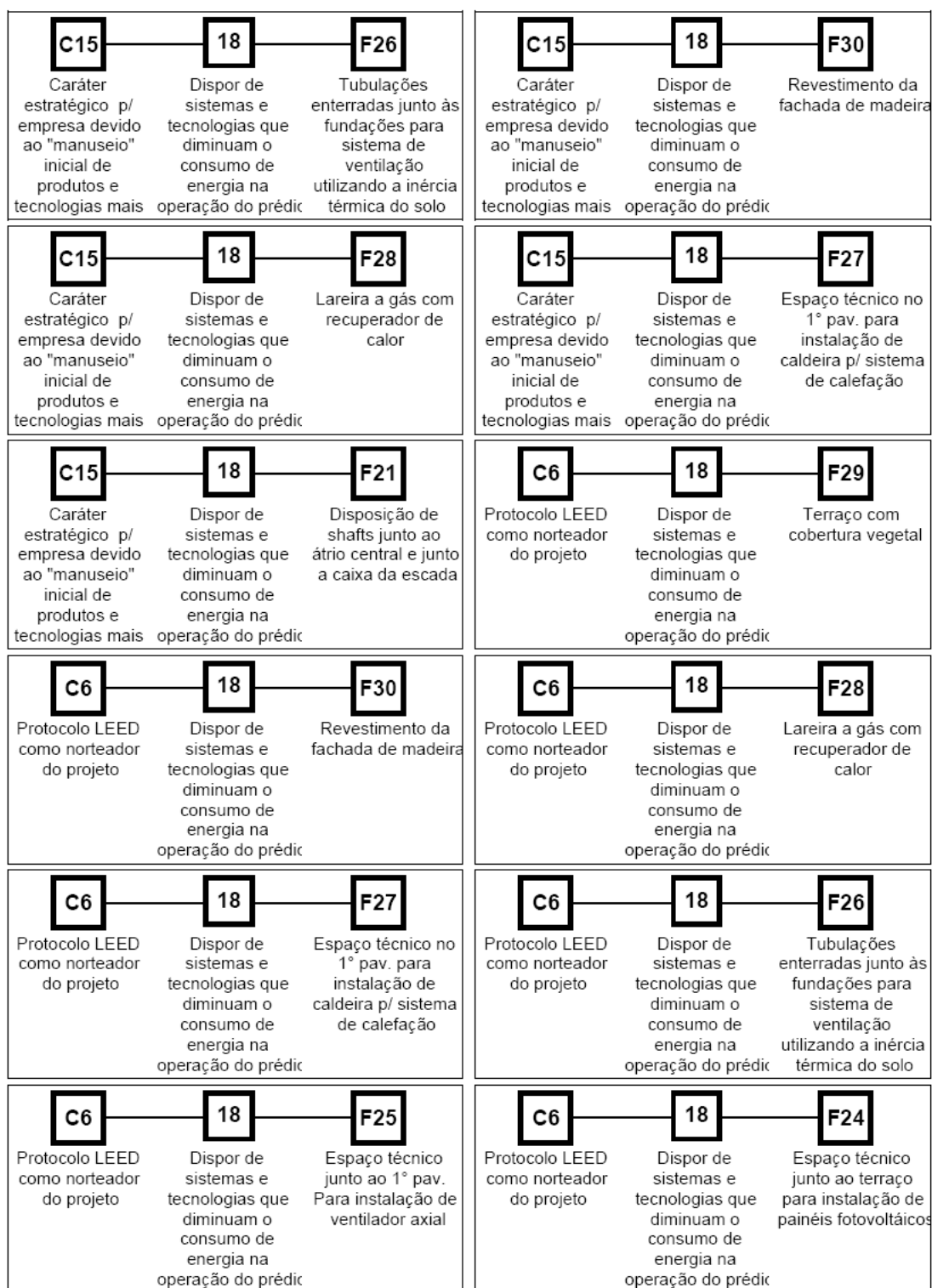
Quadro 10 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

<p>C14 — 18 — F30</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Revestimento da fachada de madeira</p>	<p>C14 — 18 — F28</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Lareira a gás com recuperador de calor</p>
<p>C14 — 18 — F27</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico no 1º pav. para instalação de caldeira p/ sistema de calefação</p>	<p>C14 — 18 — F25</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico junto ao 1º pav. Para instalação de ventilador axial</p>
<p>C14 — 18 — F21</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Disposição de shafts junto ao átrio central e junto a caixa da escada</p>	<p>C14 — 18 — F26</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Tubulações enterradas junto às fundações para sistema de ventilação utilizando a inércia térmica do solo</p>
<p>C14 — 18 — F23</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico junto ao terraço p/ instalação de coletores solares p/ aquecimento da água</p>	<p>C14 — 18 — F24</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico junto ao terraço para instalação de painéis fotovoltaicos</p>
<p>C15 — 18 — F29</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Terraço com cobertura vegetal</p>	<p>C15 — 18 — F23</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico junto ao terraço p/ instalação de coletores solares p/ aquecimento da água</p>
<p>C15 — 18 — F24</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico junto ao terraço para instalação de painéis fotovoltaicos</p>	<p>C15 — 18 — F25</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Disponer de sistemas e tecnologias que diminuam o consumo de energia na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico junto ao 1º pav. Para instalação de ventilador axial</p>

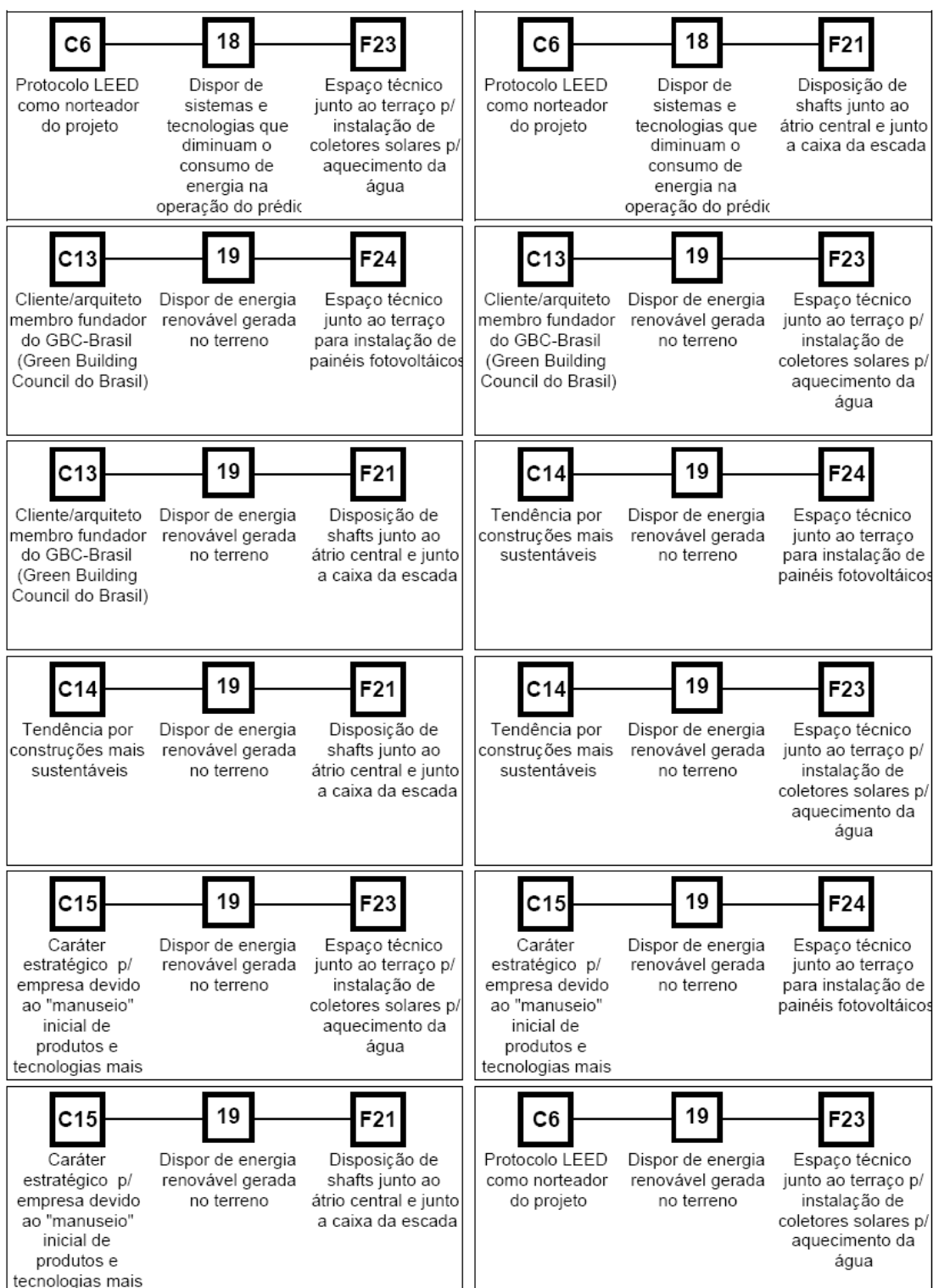
Quadro 11 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



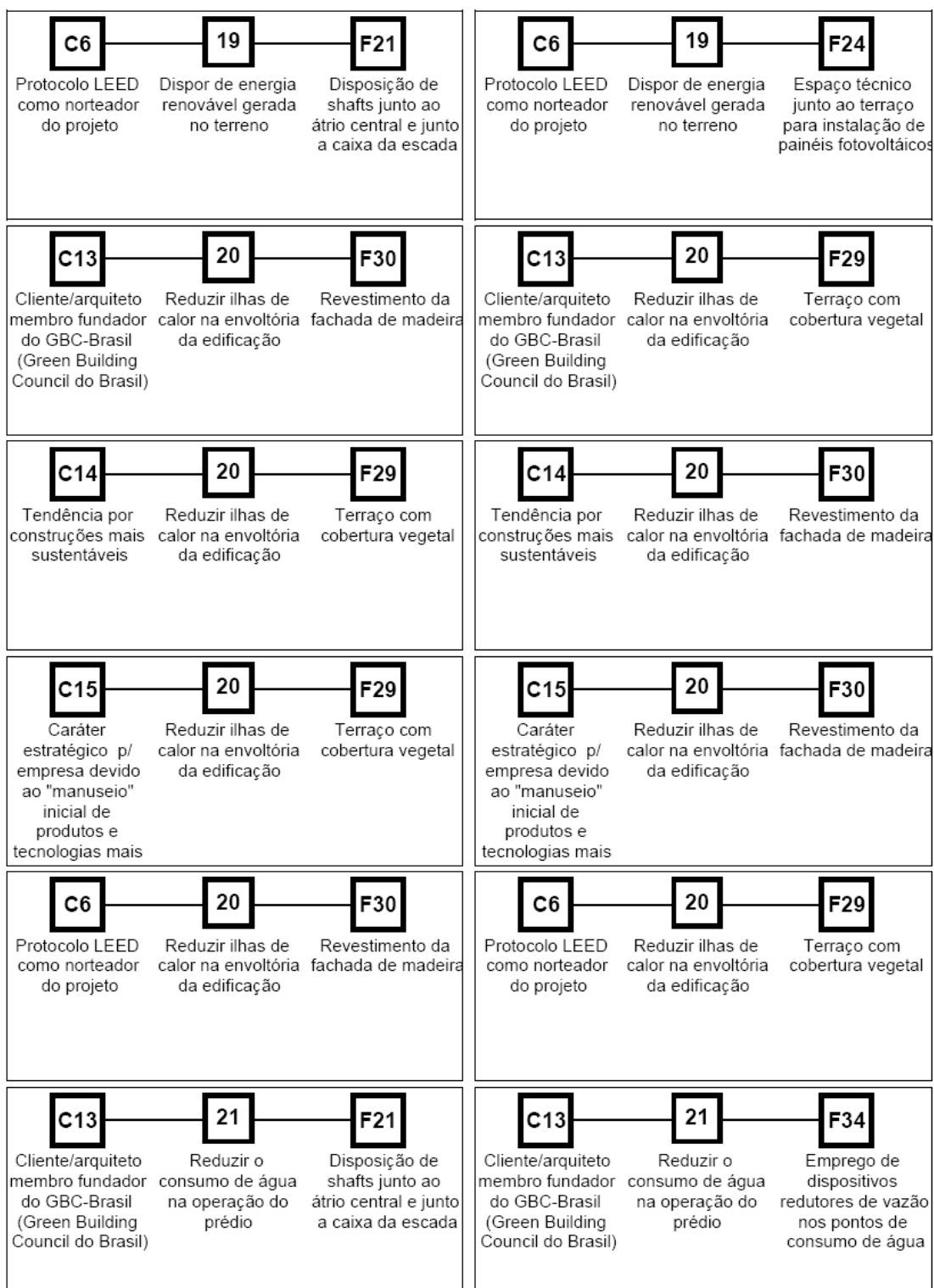
Quadro 12 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



Quadro 13 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



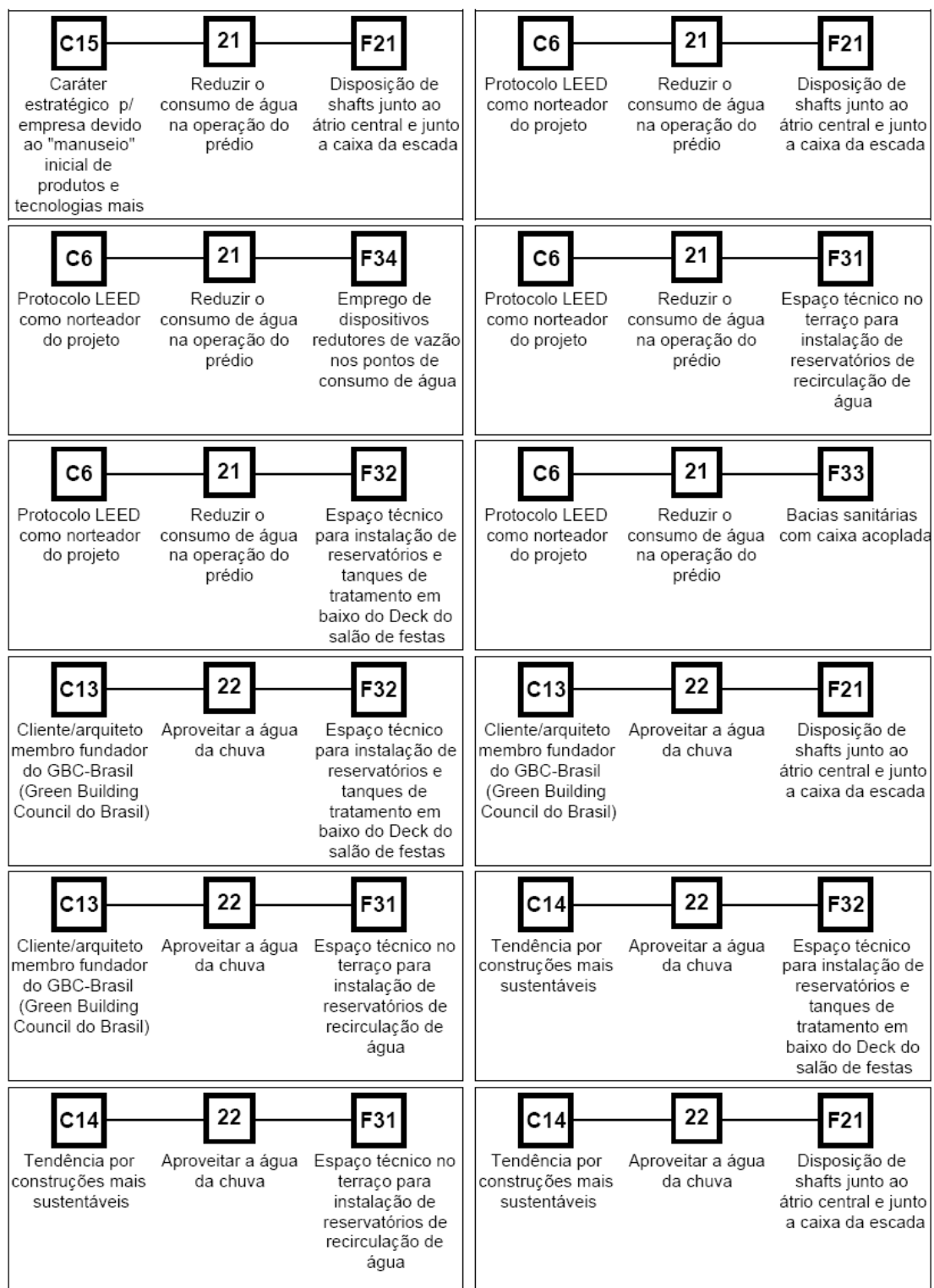
Quadro 14 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

<p>C13 — 21 — F33</p> <p>Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Bacias sanitárias com caixa acoplada</p>	<p>C13 — 21 — F32</p> <p>Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico para instalação de reservatórios e tanques de tratamento em baixo do Deck do salão de festas</p>
<p>C13 — 21 — F31</p> <p>Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico no terraço para instalação de reservatórios de recirculação de água</p>	<p>C14 — 21 — F33</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Bacias sanitárias com caixa acoplada</p>
<p>C14 — 21 — F32</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico para instalação de reservatórios e tanques de tratamento em baixo do Deck do salão de festas</p>	<p>C14 — 21 — F31</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico no terraço para instalação de reservatórios de recirculação de água</p>
<p>C14 — 21 — F21</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Disposição de shafts junto ao átrio central e junto a caixa da escada</p>	<p>C14 — 21 — F34</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Emprego de dispositivos redutores de vazão nos pontos de consumo de água</p>
<p>C15 — 21 — F32</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico para instalação de reservatórios e tanques de tratamento em baixo do Deck do salão de festas</p>	<p>C15 — 21 — F34</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Emprego de dispositivos redutores de vazão nos pontos de consumo de água</p>
<p>C15 — 21 — F31</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Espaço técnico no terraço para instalação de reservatórios de recirculação de água</p>	<p>C15 — 21 — F33</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Reduzir o consumo de água na operação do prédio</p> <p>Bacias sanitárias com caixa acoplada</p>

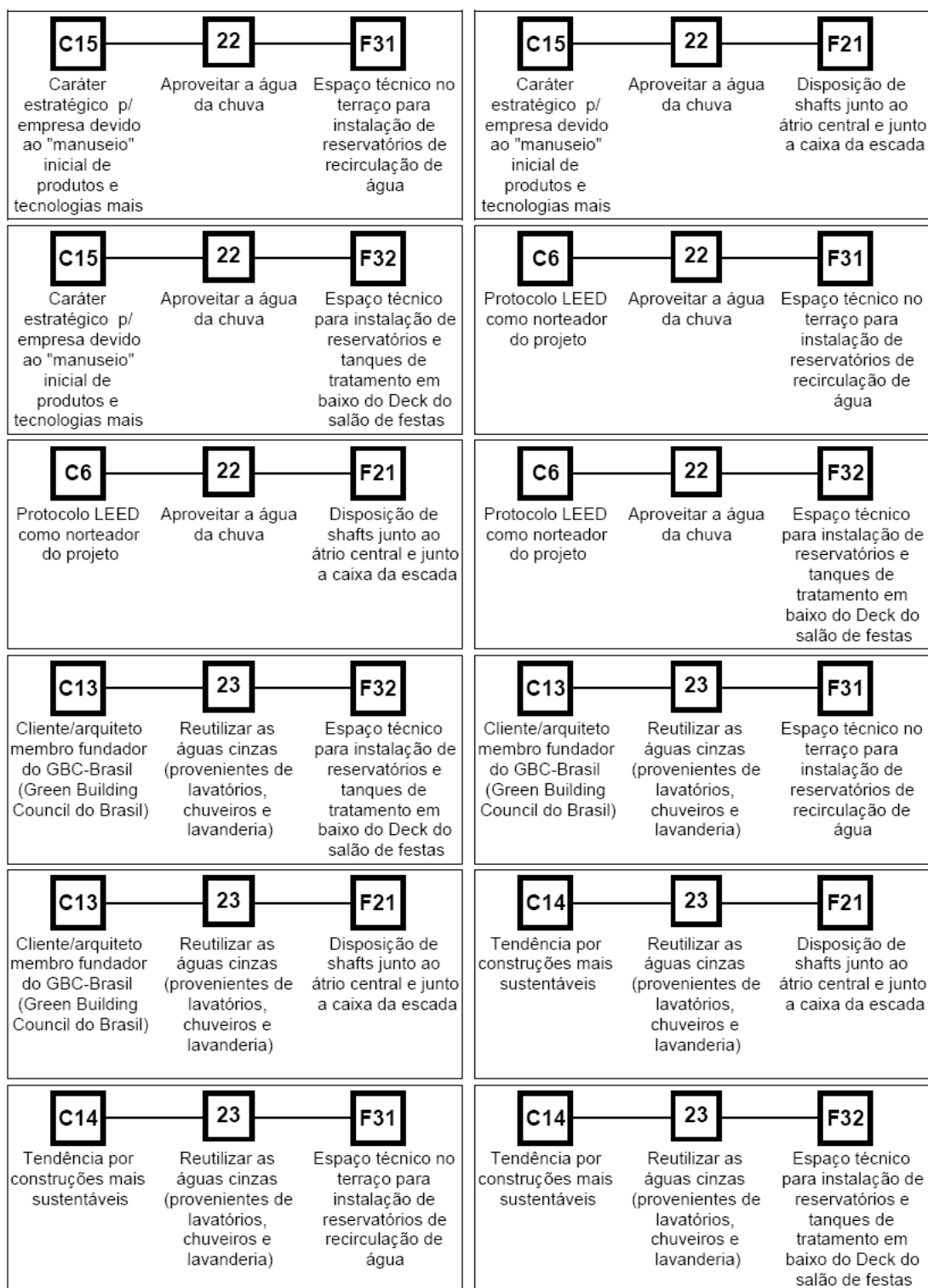
Quadro 15 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



Quadro 16 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



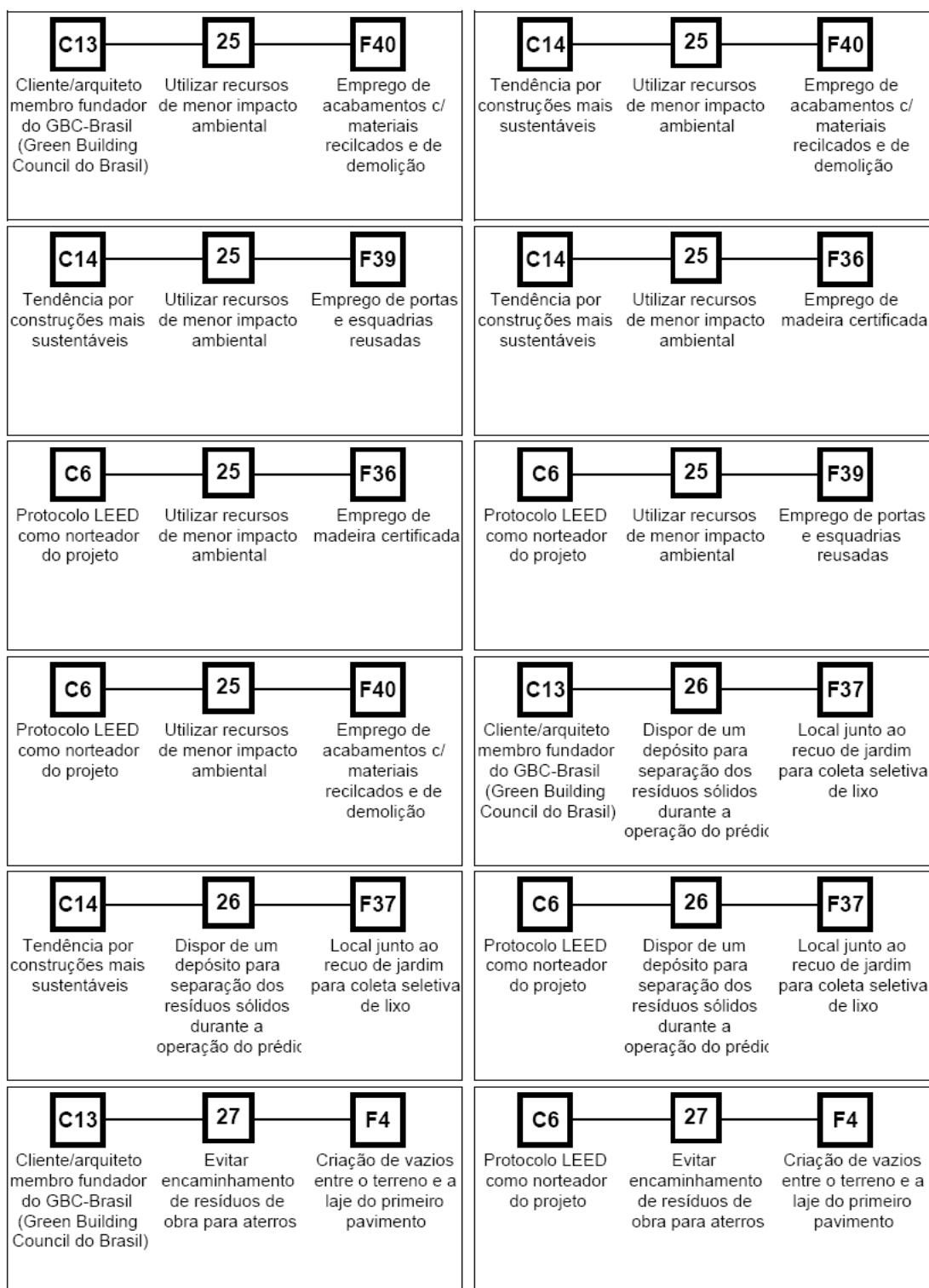
Quadro 17 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

C15 Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais	23 Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)	F21 Disposição de shafts junto ao átrio central e junto a caixa da escada
C15 Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais	23 Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)	F32 Espaço técnico para instalação de reservatórios e tanques de tratamento em baixo do Deck do salão de festas
C15 Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais	23 Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)	F31 Espaço técnico no terraço para instalação de reservatórios de recirculação de água
C6 Protocolo LEED como norteador do projeto	23 Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)	F32 Espaço técnico para instalação de reservatórios e tanques de tratamento em baixo do Deck do salão de festas
C6 Protocolo LEED como norteador do projeto	23 Reutilizar as águas cinzas (provenientes de lavatórios, chuveiros e lavanderia)	F21 Disposição de shafts junto ao átrio central e junto a caixa da escada
C13 Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)	24 Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção	F35 Emprego de lajes pré-moldadas
C13 Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)	24 Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção	F38 Instalações do canteiro de obras com material de demolições
C6 Protocolo LEED como norteador do projeto	24 Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção	F38 Instalações do canteiro de obras com material de demolições
C6 Protocolo LEED como norteador do projeto	24 Evitar desperdícios de materiais na atividade de construção	F35 Emprego de lajes pré-moldadas
C13 Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)	25 Utilizar recursos de menor impacto ambiental	F36 Emprego de madeira certificada
C13 Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)	25 Utilizar recursos de menor impacto ambiental	F39 Emprego de portas e esquadrias reusadas

Quadro 18 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



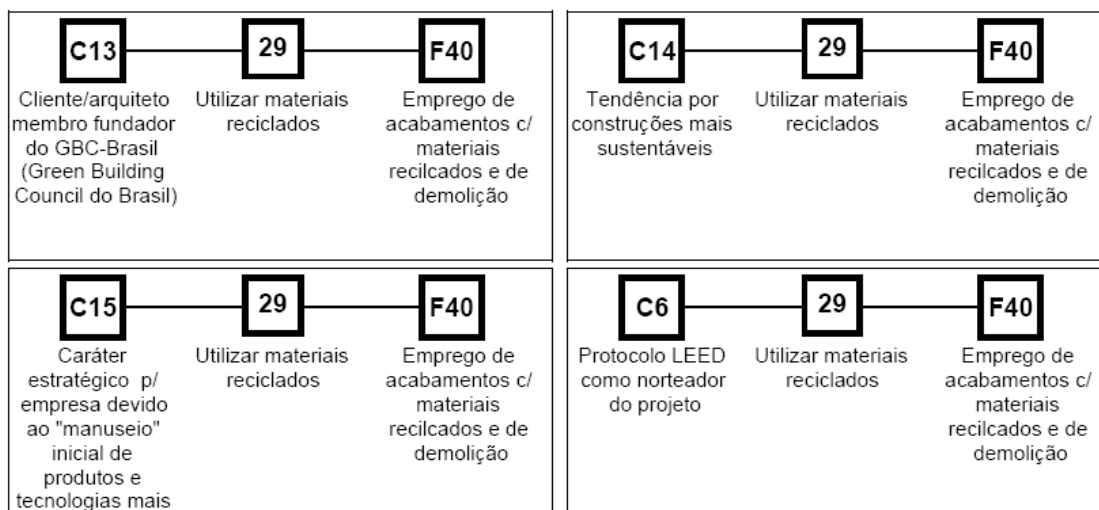
Quadro 19 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma

<p>C13 — 28 — F40</p> <p>Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de acabamentos c/ materiais reciclados e de demolição</p>	<p>C13 — 28 — F39</p> <p>Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de portas e esquadrias reusadas</p>
<p>C13 — 28 — F38</p> <p>Cliente/arquiteto membro fundador do GBC-Brasil (Green Building Council do Brasil)</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Instalações do canteiro de obras com material de demolições</p>	<p>C14 — 28 — F40</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de acabamentos c/ materiais reciclados e de demolição</p>
<p>C14 — 28 — F38</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Instalações do canteiro de obras com material de demolições</p>	<p>C14 — 28 — F39</p> <p>Tendência por construções mais sustentáveis</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de portas e esquadrias reusadas</p>
<p>C15 — 28 — F39</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de portas e esquadrias reusadas</p>	<p>C15 — 28 — F40</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de acabamentos c/ materiais reciclados e de demolição</p>
<p>C15 — 28 — F38</p> <p>Caráter estratégico p/ empresa devido ao "manuseio" inicial de produtos e tecnologias mais</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Instalações do canteiro de obras com material de demolições</p>	<p>C6 — 28 — F40</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de acabamentos c/ materiais reciclados e de demolição</p>
<p>C6 — 28 — F38</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Instalações do canteiro de obras com material de demolições</p>	<p>C6 — 28 — F39</p> <p>Protocolo LEED como norteador do projeto</p> <p>Utilizar materiais reusados</p> <p>Emprego de portas e esquadrias reusadas</p>

Quadro 20 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma

Contexto - Requisito Funcional - Forma



Quadro 21 – Ligações entre contexto, requisito funcional e forma