



ANÁLISE DE PROJETOS COM USO DO DIAGRAMA MORFOLÓGICO: EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS

Cláudia Naves David Amorim (1)

(1) Departamento de Tecnologia – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília,
Brasil – e-mail: clamorim@unb.br

RESUMO

Proposta: O processo de projeto arquitetônico, em sua complexidade, vem sofrendo cada vez mais modificações, principalmente considerando todas as questões relacionadas à sustentabilidade e qualidade ambiental. Percebe-se a necessidade de um maior embasamento no processo de projeto, para que os projetistas tenham maior segurança ao optar por uma ou outra estratégia de projeto, e compreender as consequências relacionadas a esta tomada de decisão do ponto de vista ambiental, principalmente relacionados à luz natural e seu uso no projeto. **Método de pesquisa/Abordagens:** Utilização do Diagrama Morfológico como instrumento para a análise de projetos arquitetônicos existentes, visando à formação de repertório e senso crítico dos projetistas. A análise relaciona o projeto em três níveis -Espaço Urbano, Edifício e Ambiente – elencando uma série de Parâmetros e Variáveis relacionados ao bom equacionamento da inserção climática, uso da luz natural, controle solar, ventilação natural e integração com a iluminação artificial. Ao se realizar uma análise, preenchem-se as planilhas referentes aos 3 níveis, destacando os pontos passíveis de otimização do projeto. O instrumento foi utilizado em um exercício didático por diversas turmas de graduação e pós graduação em Arquitetura e Urbanismo e cursos de especialização em Luminotécnica. Posteriormente, a experiência foi avaliada pelos alunos através de um questionário sobre o Diagrama Morfológico. **Resultados:** Os resultados do uso deste instrumento nestas experiências didáticas foram positivos, conforme demonstram os questionários respondidos pelos alunos sobre a experiência de uso do Diagrama na análise de projetos existentes. **Contribuições/Originalidade:** Uso de instrumento para análise de desempenho ambiental relacionado à luz natural em projetos existentes e a formação de repertório e senso crítico dos projetistas.

Palavras-chave: projeto arquitetônico, desempenho ambiental, luz natural, Diagrama Morfológico.

ABSTRACT

Propose: The architectural design process in its complexity has suffered many changes, especially considering all matters related with sustainability and environmental quality. A better basis is requested to give architects more confidence to choose design strategies and to understand the consequences from the environmental point of view, especially those related to daylighting. **Methods:** Use of the Morphological Diagram for the analysis of existing architectural designs, aiming to the development of repertory and critical sense of architects. The analysis is in three levels: Urban Space, Building and Room – presenting a list of Parameters and Variations related to the good balance between climatic insertion, daylighting use, solar control, natural ventilation and artificial light integration. During the analysis, we fulfill the charts referred to the three levels, emphasizing the points in the project that can be optimized. The tool was used in a didactic exercise by many classes of graduation and post graduation students of Architecture and Lighting Design Specialization courses. The experience was evaluated with a questionnaire about the use of the Morphological Diagram. **Findings:** The results of the use of this tool in these didactic experiences were positive, as showed by the questionnaires answered by the students about the use of the Diagram during the analysis of existent projects. **Originality/value:** Use of tool for the analysis of environmental performance related to daylighting in existing projects and the construction of repertory and critical sense of architects.

Keywords: architectural project, environmental performance, daylighting, Morphological Diagram.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Projeto arquitetônico: os desafios da sustentabilidade e qualidade ambiental

O processo de projeto arquitetônico, em sua complexidade, vem sofrendo cada vez mais modificações, principalmente considerando todas as questões relacionadas à sustentabilidade e qualidade ambiental. O projeto de arquitetura deve, por definição, encontrar um “compromisso” entre exigências de diversos tipos, dentre as quais os requisitos funcionais, estéticos, ambientais e econômicos que a obra arquitetônica deve resolver de maneira satisfatória. Considerando as questões ambientais, hoje prementes no contexto mundial da arquitetura, pode-se dizer que a luz natural e todas as suas implicações no projeto têm uma importante dimensão, do ponto de vista ambiental, funcional e qualitativo da arquitetura. Incorporar a luz natural no processo de projeto de forma coerente, otimizando seus benefícios e minimizando impactos negativos, torna-se crucial. No entanto, percebe-se a necessidade de um maior embasamento no processo de projeto, para que os projetistas tenham maior segurança ao optar por uma ou outra estratégia de projeto, e compreender as consequências relacionadas a esta tomada de decisão, principalmente do ponto de vista ambiental. O presente artigo apresenta o Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007), instrumento adaptado da proposta de Baker et al (1993), síntese de parâmetros fundamentais para o projeto arquitetônico relacionados à luz natural, e que pode ser utilizado no processo de projeto ou para descrição e avaliação de edificações existentes do ponto de vista ambiental, com ênfase nos aspectos de conforto ambiental e eficiência energética através da luz natural. Um dos objetivos do instrumento é a análise de projetos existentes, além de auxiliar os projetistas no processo de projeto, visando em ambos os casos à formação de repertório e senso crítico. O instrumento propõe a análise relacionando o projeto em três níveis - Espaço Urbano, Edifício e Ambiente – elencando uma série de Parâmetros e Variáveis relacionados ao bom equacionamento da inserção climática, uso da luz natural, controle solar, ventilação e integração com a iluminação artificial. Ao se realizar uma análise, preenche-se as planilhas referentes aos 3 níveis, destacando os pontos passíveis de otimização do projeto. O instrumento foi utilizado por diversas turmas de graduação e pós graduação (Mestrado) em Arquitetura e Urbanismo, e do curso de pós graduação em Luminotécnica- *Lighting Design*. Os resultados foram positivos, conforme demonstram os questionários respondidos pelos alunos sobre a experiência de uso do Diagrama na análise de projetos existentes.

1.2 A luz natural e o projeto de arquitetura

1.2.1 A luz natural como requisito de qualidade ambiental

A luz natural, proveniente da radiação solar direta ou difusa, é um importante quesito para atingir maior qualidade ambiental (conforto ambiental e eficiência energética, dentre outros aspectos) e a consequente sustentabilidade nos espaços construídos.

No entanto, várias pesquisas (AMORIM, 2001; GARROCHO, 2007; SILVA, 2007 apud AMORIM, 2007) evidenciam a dificuldade dos projetistas, principalmente no contexto brasileiro, em atender de maneira consciente aos requisitos de uma boa iluminação natural, equilibrando a entrada de luz e calor, mantendo as demais preocupações de um projeto arquitetônico, ligadas aos requisitos funcionais, estéticos, construtivos e econômicos.

Baker et al (1993) e IEA (2000) mencionam algumas maneiras de persuadir os projetistas e incrementar o uso consciente da luz natural: evidenciar as possibilidades existentes através de estudos de caso exemplares, fornecer informações e análises descrevendo os aspectos relevantes dos estudos de caso e, por fim, disponibilizar aos projetistas instrumentos para auxílio no projeto ou análise de projetos.

1.2.2 Processo de projeto arquitetônico: incertezas e oportunidades para uso da luz natural

O projeto de arquitetura, apesar de ser um processo técnico-criativo, onde entram em jogo diversas questões de ordem muito diversificada, “não equivale à resolução de uma equação matemática, na qual

é possível individuar uma seqüência definida de operações que levam a um resultado final único e incontestável; enquanto processo de síntese e de escolha, o processo permite um grande número de soluções possíveis, que serão mais ou menos adequadas..." (ROGORA, 1997, p. 65 apud AMORIM, 2007). Isto implica, necessariamente, em um processo de análise (dos condicionantes, do programa de necessidades, etc.) e síntese, que poderá apresentar diferentes soluções.

O processo de projeto arquitetônico tradicional, pode-se afirmar, apresenta uma série de incertezas e fases conduzidas quase que somente pela intuição do projetista; além disso, normalmente, em um projeto tradicional, "há uma ênfase ao desenho de uma só pessoa, geralmente o titular do escritório"(BAKER *et al*, *op.cit.*, p.11.1). O esboço inicial do projeto, crítico para o uso da luz natural e dos aspectos ambientais a ela relacionados é quase sempre realizado em período de tempo relativamente curto, segundo critérios intuitivos, visuais e estéticos – neste sentido, a forma, massa, espaço e volume entram como elementos da composição.

Projetistas em geral (arquitetos, mas também luminotécnicos) têm forte interesse nos aspectos estéticos da luz e em sua utilização na criação de cenários e ambiências, sendo estes aspectos importantíssimos no projeto arquitetônico e luminotécnico. O momento atual brasileiro, no entanto, ainda com uma certa carência de normas e incentivos de eficiência energética e qualidade ambiental para projetos arquitetônicos¹, exige a disseminação de conhecimentos que priorizem o uso de instrumentos para projetos mais sustentáveis (conforto e eficiência energética, principalmente), facilitando a aplicação deste conhecimento por parte da comunidade de projetistas.

1.2.3 *O Diagrama Morfológico: instrumento para análise de projetos*

A partir do conceito de Baker (1993), que propunha um repertório armazenado de formas e tipos, estruturados em uma gramática arquitetônica que permite adaptá-los a programas específicos, gerou-se um instrumento denominado "**Diagrama Morfológico**", que pretende constituir-se em um modelo para análise de projetos, utilizado também durante o processo projetual (AMORIM, 2007). Este instrumento adapta o conceito original acrescentando categorias com base nas especificidades do contexto climático e construtivo brasileiro, além de ampliar a análise, originalmente restrita à luz natural, a outros quesitos ambientais, como ventilação natural, integração com a luz artificial e controles, visando uma maior aplicabilidade do instrumento para uma análise do ponto de vista ambiental, (principalmente conforto ambiental e eficiência energética) do projeto. Esta ampliação baseia-se no fato de que o espaço construído, por definição, deve equacionar os problemas térmicos, de iluminação e outros, através de sua forma, invólucro e aberturas, e portanto, as decisões de projeto envolverão estes conceitos.

No caso da avaliação de um projeto, utiliza-se marcar em cor os aspectos que são percebidos como pontos a serem ainda "otimizados" no projeto ou no edifício existente, ou seja, aspectos que, na opinião do avaliador ou projetista, ainda necessitam de ajustes por apresentarem problemas (no desempenho da luz natural, térmico, sonoro ou de eficiência energética). A visualização das marcações em fundo diferenciado (cinza ou outra cor) permite uma leitura rápida dos pontos a serem otimizados.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar o Diagrama Morfológico e a avaliação de experiências didáticas de seu uso na identificação e análise de projetos arquitetônicos.

3 METODOLOGIA

3.1 Análise de projetos existentes com Diagrama Morfológico

O Diagrama apresenta-se dividido em três Níveis (Espaço Urbano, Edifício e Ambiente Interno, que são considerados suficientes para se caracterizar o edifício e suas relações com o entorno, cada Nível apresenta diversos Parâmetros, cada um deles podendo ser representado por algumas Variáveis. Cada uma das Variáveis propostas nos Parâmetros dos 3 Níveis é simbolizada com um ícone, que auxilia no

processo de compreensão do significado e interpretação da mesma, e é utilizado no momento do preenchimento do Diagrama Morfológico de um determinado projeto.

O uso do Diagrama Morfológico para análise de projetos existentes prevê a compilação dos dados em uma sequência que parte do maior (o Espaço Urbano), passando pelo Edifício e chegando ao Ambiente (que pode ser um único ambiente do edifício, ou ambientes representativos do edifício, que servem para caracterizá-lo). O preenchimento inicia-se colocando dados básicos da edificação, como Tipologia, Localização (cidade, latitude, longitude, altitude), Data de Construção, Arquiteto. Seguem-se dados sobre o Clima Local (pequena descrição elencando tipo de clima, temperaturas – média anual e médias mínimas e máximas - radiação solar, duração de insolação, ventos, chuvas, etc), e a carta solar local. A seguir uma planta mostrando a implantação do edifício ou foto aérea mostrando a inserção do projeto no contexto urbano; e os Parâmetros e Variáveis de cada Nível (Urbano, Edifício e Ambiente), ilustrados com fotos e desenhos significativos dos aspectos que se deseja evidenciar.

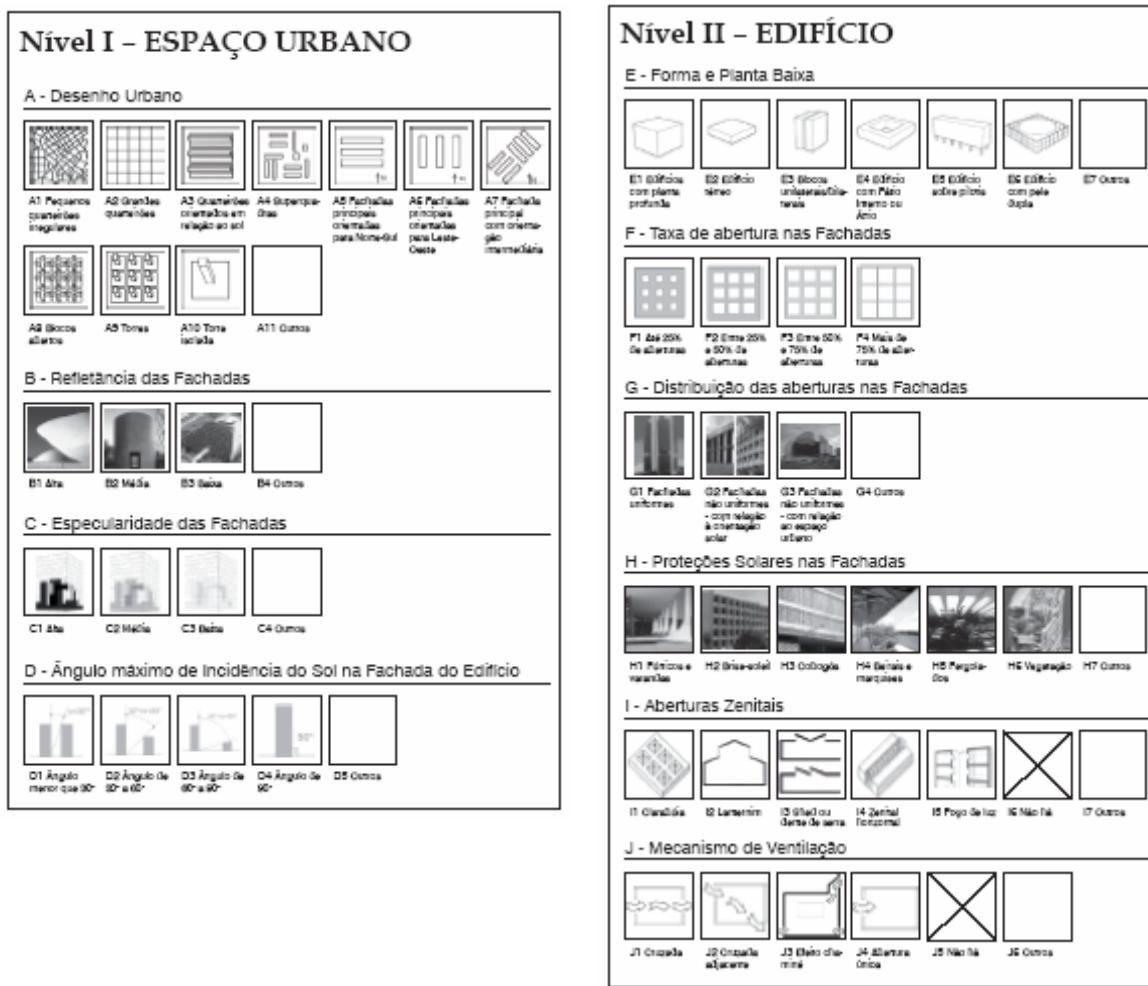


Figura 1 – Legendas dos Níveis 1 e 2 do Diagrama Morfológico - Espaço Urbano e Edifício – com respectivos Parâmetros e Variáveis (AMORIM, 2007)

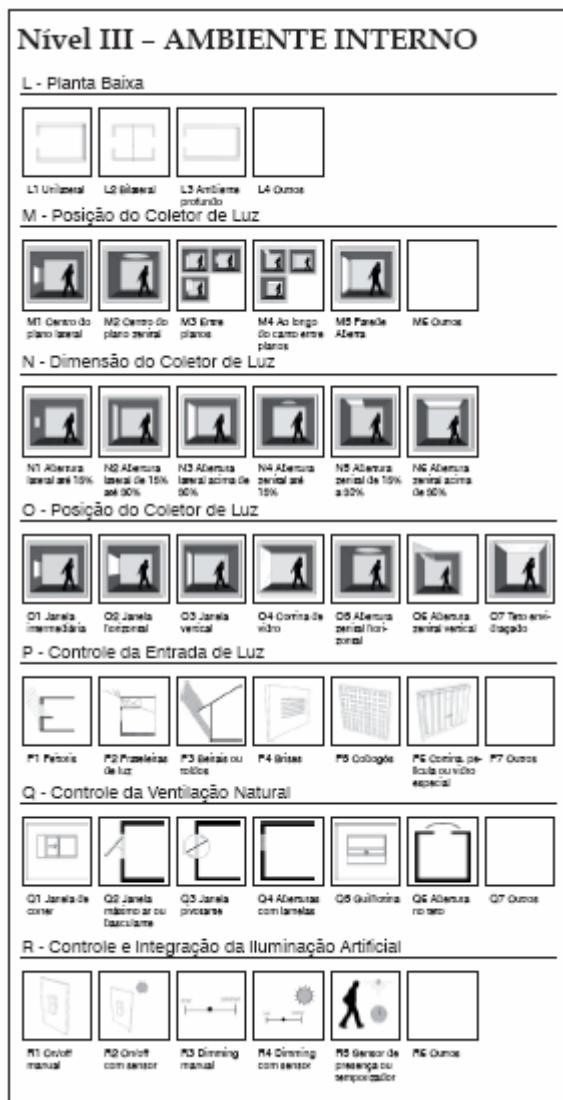


Figura 2 - Legendas do Nível 3 do Diagrama Morfológico - Ambiente – com respectivos Parâmetros e Variáveis (AMORIM, 2007)

3.2 O exercício proposto

O Diagrama Morfológico foi apresentado e proposto em um exercício didático a alunos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo (disciplina Projeto Ambiental Integrado) e Pós Graduação (disciplina Estudos Especiais em Tecnologia) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília¹, no primeiro e segundo semestres de 2007. Também foi utilizado pelos alunos de 8 turmas² do curso de Pós Graduação em Lighting Design da Universidade Castelo Branco do Rio de Janeiro (disciplina Recursos Físicos para Luz Natural) durante os anos de 2006 e 2007.

O exercício proposto a todos os alunos, nas disciplinas de graduação e pós graduação, foi a utilização do Diagrama para analisar um projeto arquitetônico. A idéia do exercício era selecionar um projeto arquitetônico, considerado bom do ponto de vista da inserção climática, uso da luz natural, conforto e

¹ No total, duas turmas de graduação totalizando 50 alunos, e uma turma de pós com 7 alunos.

² Turmas de Salvador, João Pessoa, Aracaju, Vitória, Recife, Uberlândia, Ribeirão Preto e Goiânia, totalizando aproximadamente 280 alunos. A formação dos alunos em sua maioria é em Arquitetura e Urbanismo, havendo também aproximadamente 20% de alunos com outras formações (Engenheiros Civis, Eletricistas e Mecânicos, Administradores de Empresas, Decoradores e Designers de Interiores, etc).

eficiência energética. Partindo deste pressuposto, considera-se que o exercício irá auxiliar na verificação da real condição do projeto, em termos da boa inserção no clima local, controle e aproveitamento da luz natural, ventilação, integração com a luz artificial, etc, além de

3.3 Questionário sobre o uso do Diagrama Morfológico

Posteriormente à execução do exercício com o Diagrama Morfológico, os alunos foram solicitados a responder um questionário, que objetivava identificar O questionário elaborado constava de 6 perguntas, abordando questões a respeito da eficácia do instrumento para a análise de projetos existentes, e também explorando a possibilidade de uso do mesmo no processo de projeto; a respeito dos aspectos que ficaram mais claros após o uso do instrumento (relações forma urbana/conforto térmico/luz natural, relações edifício/ luz natural, relações tratamento de fachadas/luz natural, ventilação e controle e integração de luz artificial) e a respeito da qualidade gráfica e textual do instrumento, além de solicitar sugestões para sua melhoria. Os questionários foram respondidos por boa parte dos alunos das turmas, após a apresentação dos trabalhos com o Diagrama Morfológico

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Os projetos analisados: uso do Diagrama Morfológico

Nas turmas de Graduação e Pós Graduação em que foi utilizado o Diagrama Morfológico, os mais diversos projetos foram escolhidos para análise. Partindo do pressuposto que estes projetos foram inicialmente identificados pelos estudantes como sendo “bons” do ponto de vista do uso da luz natural, adequação ao clima local, conforto e eficiência energética, o Diagrama foi então utilizado para verificar efetivamente esta primeira impressão.

Os alunos foram estimulados a escolher projetos já construídos, situados nas cidades em que residiam, para que pudessem ir ao local colher informações através de observações in loco, fotografias, entrevistas com os usuários e em alguns casos, até mesmo medições (especialmente de iluminância). A complexidade do levantamento variou entre os grupos, em função do tempo e recursos disponíveis, além do tamanho dos grupos. Em geral, foi solicitado que os grupos tivessem se 3 a 6 componentes no máximo, para não dificultar o trabalho em grupo, desencorajando-se os trabalhos individuais. Os grupos foram solicitados a coletar informações suficientes para preencher os 3 níveis do Diagrama Morfológico, ou seja, Espaço Urbano, Edifício e Ambiente. Cada componente do grupo analisava individualmente um Ambiente do edifício, sendo que o grupo faria coletivamente a análise dos demais aspectos. Obviamente, os grupos com 6 componentes deveriam obrigatoriamente apresentar a análise do Espaço Urbano, Edifício e 6 Ambientes diferentes dentro do edifício, sendo que foi aconselhado que escolhessem ambientes representativos da tipologia, em situações diferentes no edifício.³ O tempo dado para execução do trabalho foi de 15 a 30 dias.

As mais diversas tipologias de edifícios foram escolhidas pelos alunos para avaliação, sendo as mais freqüentes edifícios de escritórios, edifícios de ensino (escolas e edifícios universitários), shopping centers, edifícios residenciais (casas unifamiliares e edifícios em altura), hospitais e igrejas (em menor número) e outros. É interessante observar como foram identificados muitos bons projetos construídos nas décadas de 60 e 70; comparativamente em relação às outras épocas, este período é particularmente rico de exemplos de arquitetura com preocupações climáticas e com consequentes reflexos na arquitetura. As tipologias desta época apresentam quase sempre controle solar através de brise soleil e outros elementos, fachadas diferenciadas por orientação, além do uso limitado de vidro, o que já não acontece nas décadas posteriores.

³ Por exemplo, salas de aula em escolas ou salas de escritório em edifícios de escritórios, situadas em fachadas de orientações diferentes.

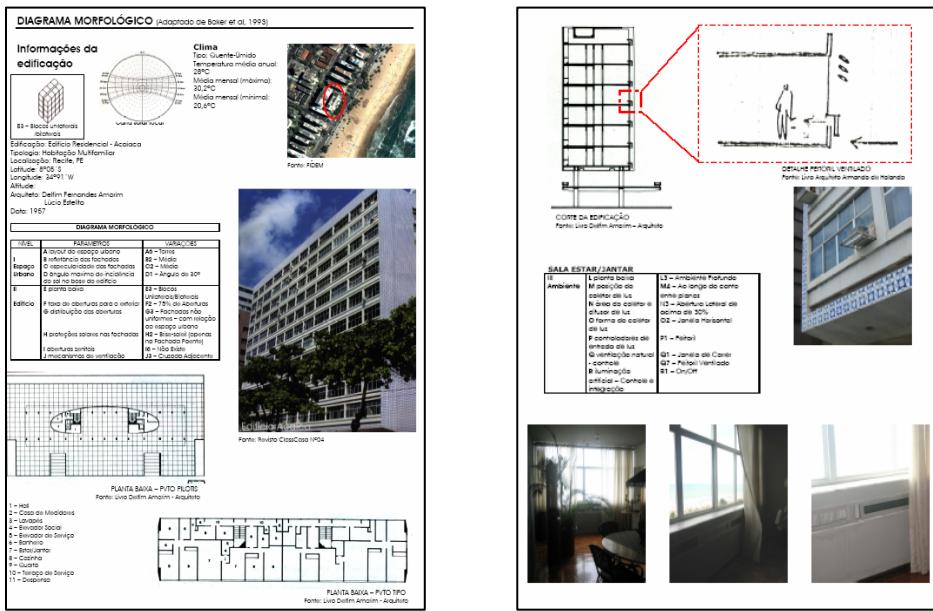


Figura 3 – Diagrama Morfológico do edifício residencial Acaíaca - Recife⁴

Os edifícios situados em campus universitários foram outro exemplo recorrente (edifícios de bibliotecas, salas de aulas, etc), evidenciando que esta tipologia é rica de interessantes exemplos de arquitetura, provavelmente pelo fato de serem projetos realizados pelos próprios professores das Faculdades de Arquitetura, com atenção especial a aspectos climáticos.⁵

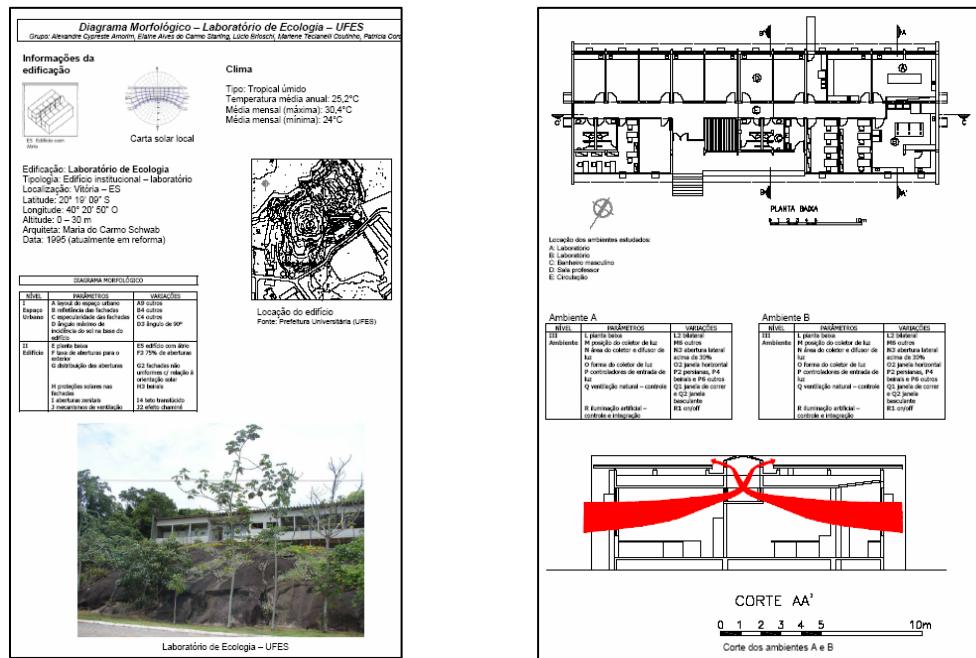


Figura 4 - Diagrama Morfológico do edifício do Laboratório de Ecologia da UFES - Vitória⁶

A análise dos projetos em alguns casos reforçou e confirmou a impressão inicial de serem projetos

⁴ Diagrama elaborado por Cláudia Pires, Edite Araújo, Maria Helena Rego, Renata Inojosa e Suzana Lucena do curso de especialização em Lighting Design – turma de Recife.

⁵ Várias turmas de cidades diversas apresentaram edifícios situados em campus universitários: Vitória, Uberlândia, Maceió, Brasília e outras.

⁶ Diagrama elaborado por Alexandre Cypreste, Elaine Alves, Lucio Brioschi, Marlene Tescianelli, Patrícia Cordeiro, do curso de especialização em Lighting Design – turma de Vitória

bem resolvidos do ponto de vista climático e de aproveitamento da luz natural, além de outros aspectos, em outros casos evidenciou problemas que numa análise preliminar não foram percebidos. De maneira geral, no entanto, quase todos os projetos analisados foram passíveis de alguma crítica, o que no exercício proposto era chamado de “pontos de otimização do projeto”. Esta abordagem evita o olhar crítico negativo, e propicia um diagnóstico que sugere melhorias ao projeto. A análise neste ponto é complementada por um texto explicativo, que esclarece porque certos pontos foram considerados “passíveis de otimização” no Diagrama Morfológico.⁷

4.2 Resultados dos questionários

Nos 103 questionários respondidos pelos alunos, a quase totalidade dos mesmos (100) respondeu que considera o Diagrama um instrumento válido para análise de um projeto existente, sendo que 50 consideram o instrumento “Muito útil” e 48 o consideram “Útil”, no entendimento das relações existentes entre luz natural, conforto ambiental e eficiência energética no projeto arquitetônico.

Quanto à análise de projeto realizada com o Diagrama Morfológico, os aspectos considerados mais claros através do uso do mesmo, em ordem decrescente, foram: Relações entre o tratamento de fachadas e a luz natural (70), Relações entre o edifício e a luz natural (63), Relações entre a forma urbana e o conforto térmico (62). Em menor número, foram assinalados os Aspectos ligados à ventilação do projeto (44), Relações entre forma urbana e luz natural (36) e Aspectos de controle e integração da luz artificial no projeto.

Quanto ao uso do Diagrama Morfológico no processo de projeto arquitetônico, 100 alunos responderam que consideram esta possibilidade válida apesar de não ter sido experimentada, sendo que 47 apontam seu uso como mais adequado no Risco Preliminar, 43 no Anteprojeto e 3 durante o Projeto Executivo. 28 alunos assinalam como possível o uso do Diagrama Morfológico durante todas as fases do processo de projeto.

Por fim, quanto à qualidade gráfica e textual do Diagrama, 37 alunos consideraram que o instrumento poderia ser melhorado em sua parte gráfica (ícones, etc), e 26 sugerem modificações no texto.

Posteriormente, em função destas experiências, a parte gráfica, efetivamente, foi bastante aperfeiçoada, e alguns ícones modificados para dar maior clareza às variáveis do Diagrama.

No geral, a experiência com o uso do Diagrama Morfológico como instrumento de análise de projetos tem sido positiva, conforme demonstram os questionários respondidos pelos alunos. O instrumento tem alcançado os objetivos de auxiliar a análise de projetos, assim como apurar o senso crítico dos alunos. Isto poderá contribuir para que estes formem um repertório de boas soluções, visando à sustentabilidade e qualidade ambiental no projeto, o que será relevante em seu futuro percurso profissional.

Posteriormente, pretende-se explorar também a possibilidade de utilização do instrumento como auxiliar no processo de projeto, verificando as oportunidades e limitações desta proposta.

5 REFERÊNCIAS

AMORIM, C. N. D. **Recursos Físicos para Luz Natural**. Apostila da disciplina do curso Projetos Luminotécnicos - Lighting Design. Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, 2006.

AMORIM, C. N. D. **Diagrama Morfológico: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural**. Paranoá – Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, nº 3. Programa de Pesquisa e Pós Graduação, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

⁷ Os alunos foram orientados a preencher em cor amarela os espaços das variáveis e parâmetros considerados passíveis de otimização em cada projeto analisado, nos 3 níveis de análise – Espaço Urbano, Edifício e Ambiente.

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, Koen. **Daylighting in architecture: A European Reference Book**. Londres: James and James Editors, 1993.

IEA -International Energy Agency. **Daylighting Design Tools**. Results of Subtask C. IEA SHC TASK 21 / IEA ECBCS ANNEX 29: Daylight in Buildings, 1999.

ROGORÀ, A. **Luce naturale e progetto**. Rimini: Maggioli Editori, 1997.

6 AGRADECIMENTOS

A autora gostaria de agradecer aos alunos dos cursos e das disciplinas nas quais foi realizada a experiência com o Diagrama Morfológico, pela disponibilização do material elaborado e pelas respostas aos questionários .
