



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **ANÁLISE DE PROCESSOS DE PROJETO BIOCLIMÁTICO**

**Luciano Dutra (1); Simos Yannas (2)**

- (1) Sustainable Environmental Design – Architectural Association School of Architecture, UK – e-mail: [lucianodutra@aaschool.ac.uk](mailto:lucianodutra@aaschool.ac.uk)
- (2) Sustainable Environmental Design – Architectural Association School of Architecture, UK – e-mail: [simos@aaschool.ac.uk](mailto:simos@aaschool.ac.uk)

### **RESUMO**

O processo de projeto arquitetônico é uma generalização imprecisa do modo próprio de projetar do arquiteto. Cada processo tem especificidades, que vem de fatores como o repertório do arquiteto, suas habilidades, preferências e mesmo estilo, exigências do cliente e condicionantes relacionadas ao local e à função arquitetônica projetada. O processo de projeto bioclimático considera fatores que resultam em soluções mais adequadas ao conforto ambiental do usuário, à eficiência energética do edifício e à sua sustentabilidade. Mas enquanto esse processo melhora o desempenho do edifício como um todo, dificulta o entendimento de como as tantas variáveis envolvidas entram no decorrer do projeto e participam dos resultados. Este entendimento é essencial para o aprendizado da arquitetura bioclimática.

Este artigo descreve um meio de analisar processos de projeto bioclimáticos através da observação de arquitetos projetando e, posteriormente, na construção de diagramas onde são caracterizadas as atividades desenvolvidas, informações pesquisadas e ferramentas de projeto utilizadas nos processos de projeto. O artigo relata um exercício de projeto feito por três arquitetos estudantes de mestrado em arquitetura na Architectural Association Graduate School em Londres. O exercício constituiu-se no projeto um edifício bioclimático de uso misto para a cidade de Lisboa.

Palavras-chave: processo de projeto, arquitetura bioclimática, projeto arquitetônico

### **ABSTRACT**

The architectural design process is a fuzzy and imprecise generalisation of each architect's own and unique way of designing. Each unique design process has specificities that come from several factors such as the designer's particular background knowledge, the designer's personal abilities, the designer's style, the client's requested building-orientated approach and the project's constraints and function. The bioclimatic design process comprises issues related to environmental comfort, energy efficiency and sustainability. As this process improves the building behaviour, hardens the understanding about how so many variables get into the design process and take part in the results. This knowledge is essential for bioclimatic design.

This paper describes a way to evaluate bioclimatic design processes through the observation of designers while designing and, afterwards, through the construction of diagrams that embody the design actions, information gathered and design tools used in the design processes. The work shows a design exercise undertaken by three architects as part of the Masters Programme in Environment and Energy Studies at the Architectural Association Graduate School in London. The brief was to design a mixed-use building for a site in Lisbon, Portugal.

Keywords: design process, bioclimatic architecture, architectural design

### **1 INTRODUÇÃO**

Quando projeta, o arquiteto realiza uma série de ações que inicia no momento em que pela primeira vez conversa com o cliente e termina quando entrega o projeto pronto para execução. Às vezes, esse processo termina ainda mais tarde, após a ocupação do edifício. Esse grupo de ações pode ser

chamado de processo de projeto arquitetônico. O processo de projeto, embora aparentemente entendido como um processo de pensamento e de elaboração de soluções arquitetônicas para os problemas de projeto impostos pelo cliente, terreno, legislação e clima, é uma generalização imprecisa do modo pessoal e único como cada arquiteto projeta. Embora compartilhando características similares, cada processo de projeto é único e resulta de especificidades conseqüentes de fatores como o repertório particular de cada arquiteto, suas habilidades pessoais, seu estilo de projetar, as exigências do cliente, a função arquitetônica a ser projetada, as premissas e as condicionantes do projeto. O processo de projeto pode ser conceituado, então, como o processo de pensamento, idealização, pesquisa, conjectura, análise, síntese, desenho, teste, construção e pós-avaliação através do qual o arquiteto projeta o ambiente construído.

O processo de projeto bioclimático é mais complicado, pois tem que englobar conceitos “extras”, normalmente negligenciados, mas que são de fundamental importância na arquitetura bioclimática. Mesmo assim, muitos arquitetos conseguem desenvolver ótimos edifícios bioclimáticos, sintetizam as informações e conceitos “extras” de forma brilhante e constroem um novo panorama na arquitetura mundial, que muitos tentam sem sucesso copiar. Quais segredos envolvem esses talentos? Como se pode fazer arquitetura bioclimática, de qualidade, sem necessariamente reproduzir soluções dadas por outros arquitetos a outros lugares e condicionantes? Como evitar cópias que sofrem o risco de, se não adequadamente adaptadas ao novo clima e local, colocar em risco o desempenho térmico, visual e acústico da edificação, sua eficiência energética e o conforto ambiental do usuário? Para responder a estas perguntas, parece prudente primeiro tentar compreender como funciona o processo de projeto dito bioclimático. Logo após, seria ideal poder listar algumas características desse processo que, se respeitadas, resultariam em caminhos mais seguros em direção ao projeto de uma arquitetura de maior qualidade ambiental, conforto e eficiência.

É nesse sentido que este artigo apresenta um método de análise de processos de projeto bioclimático. As análises apresentadas foram feitas através da observação de arquitetos projetando e na criação de diagramas onde são caracterizadas as atividades desenvolvidas, informações pesquisadas e ferramentas de projeto utilizadas. Foram produzidos três diagramas que são comparados com o objetivo de embasar algumas considerações a respeito de como o processo de projeto bioclimático deveria ser para envolver adequadamente todas as variáveis e conceitos pertinentes.

## 2 ALGUMAS PECULIARIDADES IMPORTANTES

Existem algumas evidências importantes relacionadas ao processo de projeto e sua influência na edificação resultante. Goulding *et al.* (1992) disseram que *a maior oportunidade de melhorar o desempenho energético de um edifício ocorre no início do processo de projeto, quando decisões básicas são feitas em relação ao local, orientação, configuração e estratégias solares passivas*. Mahdjoubi e Wiltshire (2001) adicionam a este conceito a idéia de que as decisões tomadas nos estágios iniciais do processo de projeto são mais grosseiras e imprecisas que as tomadas mais tarde, uma vez que existe ainda pouca preocupação com detalhes nesta fase. Estas duas afirmações levam à definição de algumas peculiaridades pertinentes ao processo de projeto bioclimático.

A primeira destas peculiaridades é o **PARTIDO GERAL** de projeto. Segundo Clark e Pause (1982), o partido de projeto *é a idéia dominante do edifício que incorpora suas características salientes. O diagrama de partido encapsula o mínimo essencial de desenho, sem o qual o esquema não existiria, mas a partir do qual a forma pode ser gerada*. O partido geral exerce uma forte influência no modo em que o processo de projeto acontece e pode ser informativo sobre as características bioclimáticas a serem perseguidas no processo de projeto e também ilustrativo, embora de forma rude, das intenções de projeto. O partido arquitetônico pode auxiliar o arquiteto na busca de soluções ambientalmente melhores, mas também pode amarrá-lo a uma solução inadequada se acontecer prematuramente. Se o partido for estabelecido mais tarde no processo, pode incorporar informações extras obtidas de formas diversas, como da análise climática e da revisão de literatura sobre algum conceito específico. O momento certo para definir o partido geral parece ser, então, em algum ponto após a análise climática e a definição das principais estratégias bioclimáticas a serem usadas no projeto.

Mas a definição do partido a partir destas informações também depende da interpretação que o arquiteto faz delas. Por exemplo, se a **ANÁLISE CLIMÁTICA**, outra peculiaridade do processo de projeto bioclimático, for feita e interpretada de forma errada, pode levar ao desenvolvimento de um partido geral inadequado e a concepções erradas sobre algumas estratégias de desenho. O ideal seria checar as conclusões advindas da análise climática através de pequenos testes feitos com modelos simplificados e simulações computacionais.

Outra peculiaridade do processo de projeto bioclimático é sua demanda em termos de **CROQUIS E DESENHOS**, que possibilitam a interpretação visual dos conceitos envolvidos no processo. O momento no qual o arquiteto começa a desenhar depende de seu jeito de trabalhar e da sua habilidade em desenhar. Os croquis são muito importantes nos estágios iniciais do processo porque incorporam idéias abstratas, permitem certo grau de incerteza sobre atributos físicos particulares e impõem algumas condicionantes (Purcell e Gero 1998, p. 390). O croqui, como ferramenta de projeto ambígua, possibilita novas formas de interpretação e reinterpretação da idéia existente, resultando em novos croquis, que são em essência, analogias visuais desprovidas de informações conceituais (Ibid. p. 392). No projeto bioclimático é apropriado iniciar os croquis após a análise climática e as definições das principais características bioclimáticas do edifício, uma vez que estas informações podem adicionar substância e significado aos croquis. Após os primeiros croquis, o arquiteto deve analisar as alternativas de projeto como forma de incluir mais informações aos próximos croquis, que podem resultar em soluções mais adequadas.

Os desenhos técnicos e os estudos em três dimensões também são sínteses de projeto. Estas sínteses podem resultar de intenções bioclimáticas precedentes ou do repertório arquitetônico do arquiteto. Similar aos primeiros croquis, os primeiros desenhos técnicos devem aparecer após certas análises e sínteses conceituais. A análise climática, a definição das necessidades térmicas e de conforto visual e das estratégias bioclimáticas a serem utilizadas no projeto devem preceder os primeiros desenhos técnicos em um bom processo de projeto bioclimático. Se os desenhos técnicos forem prematuros, o arquiteto pode falhar na tarefa de refazê-los rapidamente e, com isso, deixar de alterar qualquer característica do projeto que, de outra forma, consistiria em uma melhor solução.

Ao frear a busca de novas alternativas, os desenhos prematuros quebram os ciclos de **ANÁLISE-SÍNTESE**, uma das peculiaridades mais essenciais do processo de projeto bioclimático. Os arquitetos criam soluções de projeto (sínteses) e testam suas soluções (análises), mas nesse processo de análise-síntese também ocorrem **CONJECTURAS**. As conjecturas são bastante comuns nos processos de projeto porque os arquitetos normalmente desenvolvem uma idéia a partir de “pedaços” de outras idéias anteriormente trabalhadas. Bamford (2002, p253) discute o processo de conjectura-análise-síntese, definindo que conjecturar é *formular hipóteses* enquanto que analisar *pressupõe ou depende de uma síntese anterior, e antecipa um campo de solução, ainda que geral ou mal definido, dando sentido e direção a ele*. A conjectura é uma atividade importante no processo de projeto, pois além de ser um exercício de criatividade e intuição, permite a descoberta de opções de desenho diferentes, o que realimenta o próprio método científico empregado na análise e concepção dos conceitos bioclimáticos. A conjectura é um tipo peculiar de síntese baseada no método de tentativa e erro e, assim, auxilia no processo de eliminação de propostas equivocadas. Porém, muitas conjecturas podem significar que o arquiteto, embora criativo, tem problemas em tomar as decisões de projeto frente aos seus respectivos desempenhos. Como a arquitetura bioclimática é baseada no desempenho de elementos arquitetônicos, o número excessivo de conjecturas denota debilidades no processo de projeto. Nesse caso, os erros não são eliminados e as sínteses de projeto que surgem após as conjecturas são balísticas.

A **SÍNTESE BALÍSTICA** explica outra peculiaridade sobre como os arquitetos pensam. Dörner (1999) cunhou este termo para enfatizar que a fase de elaboração do processo de projeto geralmente assume uma forma dialética onde o arquiteto procura por contradições e tenta removê-las. Funciona mais ou menos assim: o arquiteto faz perguntas mentais para detectar deficiências e contradições na estrutura de seu projeto, mas algumas vezes fica tão feliz em chegar a uma solução que parece boa, que não quer mais testá-la. Uma decisão de projeto é, então, lançada sem o monitoramento e controle apropriados. Dörner chama este processo de *pensamento balístico*. A síntese balística pode parar o

processo de análise-síntese e isto é particularmente ruim quando as intenções de desempenho são fundamentais, como acontece na arquitetura bioclimática.

A análise de desempenho dos elementos e sistemas utilizados no projeto é feita com **FERRAMENTAS DE AUXÍLIO AO PROJETO**, outra peculiaridade do processo de projeto bioclimático. Estas ferramentas aparecem em formas tão diversas como programas de simulação, aparatos de análise de modelos físicos (como heliodons, céus artificiais e túneis de vento), diagramas (como cartas bioclimáticas e cartas solares) e métodos manuais de cálculo. Estas ferramentas fazem análises, mas nem sempre respondem de forma apropriada aos processos de sínteses e conjecturas. Além disso, elas podem não auxiliar o arquiteto a identificar quando uma síntese balística está acontecendo.

A **ESCOLHA E ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS** é outra importante peculiaridade dos processos de projeto bioclimático. Geralmente acontece nos estágios intermediários e finais do processo de projeto. A especificação prematura dos materiais pode representar um problema ao arquiteto que, sentindo-se confiante com a escolha feita muito cedo, pode não analisar alternativas que sejam mais apropriadas ao edifício. Sendo assim, a escolha de materiais no início do processo funciona mais como condicionante que propriamente como uma alternativa de projeto. Entretanto, dependendo do tipo de projeto em desenvolvimento, da importância dos materiais construtivos para a função arquitetônica do edifício e das intenções formais e relativas à sustentabilidade, a especificação de materiais pode acontecer no início do processo sem real prejuízo ao resultado final. Neste enfoque peculiar, o envelope construtivo é decidido primeiro e todas as outras decisões se adaptam a ele, que figura como o partido geral do edifício.

Resumindo: algumas peculiaridades importantes ao processo de projeto bioclimático são o partido geral, a análise climática, o uso de croquis e desenhos, as conjecturas, o processo de análise-síntese, a síntese balística, o uso de ferramentas de auxílio ao projeto e a escolha e especificação de materiais. Todas estas particularidades podem ser mapeadas no processo de projeto através dos diagramas de análise de processos de projeto bioclimáticos, conforme explicado no próximo item.

### **3 DIAGRAMA DE ANÁLISE DE PROCESSOS DE PROJETO BIOCLIMÁTICOS**

O diagrama aqui descrito foi criado para analisar processos de projeto como parte de uma tese de doutorado em andamento na Architectural Association Graduate School em Londres (Dutra 2006). Consiste em sete linhas horizontais que representam os sete “cursos de ações” do processo de projeto (veja o indicador “1” na Figura 1). Os sete “cursos de ações” são designados conforme a seguir.

#### **3.1 Obtenção de Informações**

A primeira linha horizontal do diagrama representa a primeira grande categoria de ações de projeto, relacionada a como a informação ambiental ou bioclimática entra no processo de projeto. Nesta linha, cada marca mostra onde o arquiteto buscou algum tipo de informação. Um indicador textual próximo a cada marca explica de que tipo é a informação acessada. O programa de necessidades, a análise de precedentes em arquitetura (estudos de caso), a aquisição de dados climáticos, tutoriais e oficinas com as ferramentas de auxílio ao projeto a serem utilizadas são exemplos de informações a serem marcadas nesta categoria. Observando as marcas nesta categoria de ações de projeto, é possível identificar exatamente onde as informações entraram no processo e como as mesmas foram usadas.

#### **3.2 Decisões de Projeto**

A segunda linha horizontal no diagrama representa a tomada de decisões no processo de projeto. Esta categoria identifica quando o arquiteto toma decisões, de que tipos estas são e contextualiza estas decisões no processo. As marcas nesta linha auxiliam no entendimento de onde as decisões ambientalmente relevantes foram tomadas durante o processo e se estas foram prematuras ou não.

#### **3.3 Síntese Conceitual: Objetivos e Metas**

As sínteses conceituais ocorrem ao longo de todo o processo de projeto. São geralmente baseadas em alguma análise, mas também podem ser feitas diretamente. Como estas sínteses são apenas conceituais, podem também ser chamadas de “objetivos e metas” de projeto, ou seja, intenções de

projeto que precedem a forma e que são fundamento desta. Quando a síntese conceitual precede qualquer análise, faz parte de um processo de conjecturas, como visto no item 2.

### **3.4 Análise**

A análise relaciona-se à avaliação de características particulares ou elementos da proposta arquitetônica com auxílio de uma ferramenta de suporte ao projeto. Esta é outra importante categoria de ações de projeto. A análise pode auxiliar em novas decisões e na conseqüente síntese de projeto destas. O processo de análise deveria ocorrer várias vezes durante o processo de projeto bioclimático, uma vez que o edifício interage com vários fatores e elementos e que estas interações podem alterar conforme o edifício é alterado. A análise faz parte de uma tricotomia conhecida como “conjectura-análise-síntese”, bastante usual em processos de projeto arquitetônico. As marcas situadas nesta quarta linha do diagrama estão interligadas às ferramentas de auxílio utilizadas nas análises (item 3.7).

### **3.5 Síntese de Projeto**

Uma síntese de projeto é a criação formal de uma solução de projeto, que pode ser tanto baseada em análises prévias quanto em conjecturas a serem testadas mais tarde. A síntese de projeto acontece quando uma idéia é desenhada. Em processos de projeto bioclimático, esta síntese é muito mais efetiva se acontecer após alguma análise. Caso não resultem de análises, as sínteses tendem a ser “balísticas”, o que significa que o arquiteto simplesmente “atirou” uma solução sem analisar sua idéia frente a indicadores de desempenho térmico, luminoso e energético. As sínteses de projeto também fazem parte do processo conhecido como “conjectura-análise-síntese” (veja item 2). No diagrama, quando o arquiteto faz uma síntese de projeto, uma marca a indica na linha horizontal correspondente.

### **3.6 Conjecturas**

As conjecturas são indicativas de quando uma idéia de projeto não foi analisada previamente (passo inicial em direção a uma síntese de projeto) ou não foi analisada posteriormente, assim gerando uma síntese balística, descrita no item 2. Embora as conjecturas sejam importantes no processo de projeto, pois advêm da criatividade e da intuição e permitem descobertas de novos pontos de vista, quando em excesso, dão ao processo certo grau de incerteza.

### **3.7 Ferramentas de Auxílio ao Projeto**

Marcas nesta linha horizontal no diagrama indicam o uso de ferramentas de auxílio ao projeto usualmente relacionadas a alguma análise. Linhas verticais no diagrama conectam cada ferramenta usada à ação correspondente em cada uma das outras categorias de ações. Cada ferramenta é identificada com uma marca e alguma informação adicional em forma de texto. Uma característica importante desta categoria de ações é que ela permite checar se o arquiteto realmente fez alguma análise. Outra vantagem é a possibilidade de identificar se a análise climática foi feita adequadamente, comparando-se os resultados obtidos com as indicações da ferramenta específica utilizada neste estágio do processo.

### **3.8 O diagrama completo**

As sete categorias de ações de projeto acima consistem nos principais fatores a serem considerados no diagrama de análise de processos de projeto bioclimático. A seqüência final de categorias é ilustrada no diagrama da Figura 1. A primeira linha horizontal representa como as informações entram no processo de projeto. A segunda e a terceira linha identificam passos conceituais em direção a uma solução de projeto. A quarta e a quinta linha correspondem ao processo de análise e síntese. As conjecturas podem ser marcadas na sexta linha e adicionam informação sobre se o arquiteto analisou uma síntese de projeto previamente ou simplesmente definiu o que se pode chamar de “síntese balística”. A última linha mostra quando as ferramentas de auxílio ao projeto entram no processo de projeto e está diretamente relacionada com os estágios de análise.

No exemplo da Figura 1, um diagrama simplificado ilustra as sete principais categorias de ações de projeto (veja indicador “1” na figura), conforme visto nos itens 3.1 a 3.7. Em cada linha horizontal do diagrama, pequenas marcas em forma de bolas denotam quando cada uma das sete diferentes categorias de ações de projeto está acontecendo. Cada uma dessas marcas tem sua explicação através

de um símbolo retangular e pequenos textos (veja indicador “2”). A linha mais espessa que interconecta as pequenas bolas representa o caminho percorrido no processo de projeto passando pelos diversos cursos de ações. Esta linha é chamada de “trajetória de projeto” (indicador “3”). O início e o final do processo de projeto são marcados nesta trajetória (indicador “4”). Marcações presentes fora da trajetória de projeto indicam ações diferentes que acontecem simultaneamente e interligam-se à trajetória de projeto através de flechas. Geralmente, estas marcações são relativas à obtenção de informações, conjecturas e ferramentas de auxílio ao projeto, que se situam, respectivamente, na primeira, sexta e sétima linhas horizontais (veja indicador “5”).

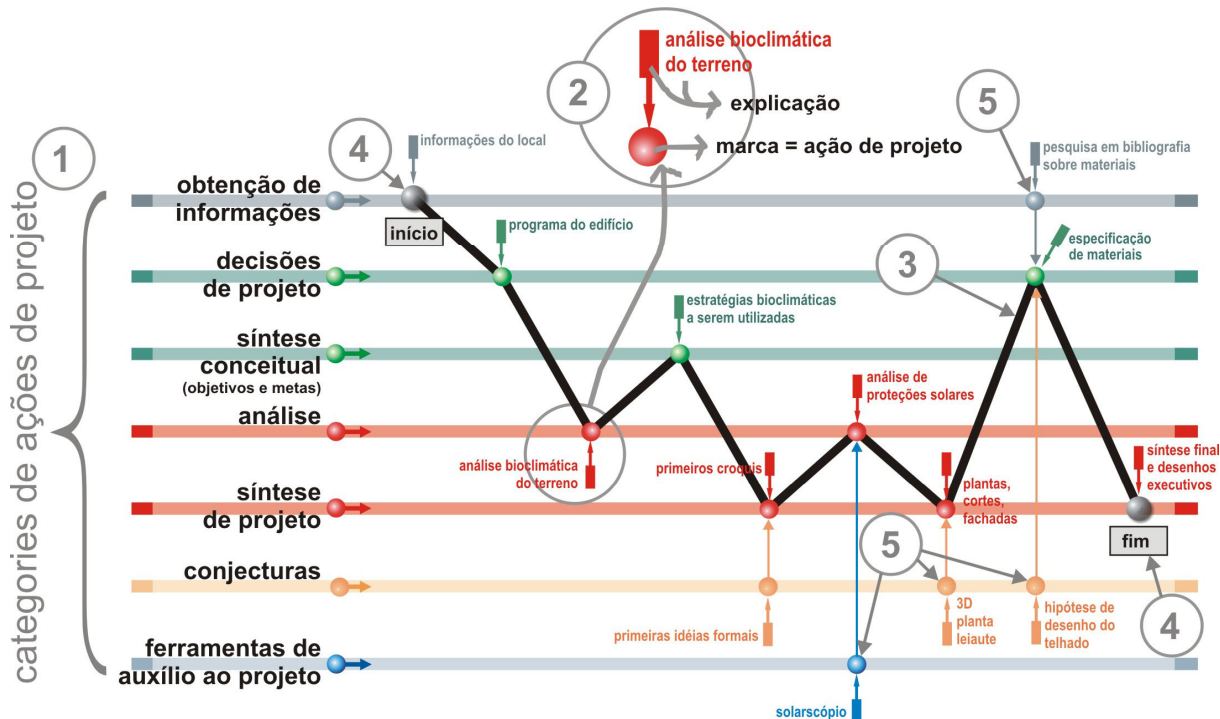


Figura 1: Diagrama de análise de processos de projeto bioclimáticos

## 4 ANÁLISE DE PROCESSOS DE PROJETO BIOCLIMÁTICO

Esta parte do trabalho relata um experimento realizado com o objetivo inicial de testar a aplicabilidade das informações bioclimáticas e das ferramentas de auxílio ao projeto em processos de projeto bioclimático. Para as análises foram consideradas todas as peculiaridades do processo de projeto bioclimático e foi utilizado o diagrama de análise descrito anteriormente. Três diagramas foram construídos como forma de ilustrar as possibilidades de análise, todos baseados em projetos bioclimáticos desenvolvidos por arquitetos participantes do curso de pós-graduação da Architectural Association Graduate School. Os projetos foram concebidos no âmbito de uma disciplina do curso e consistiram em edifícios bioclimáticos de uso misto para a cidade de Lisboa.

### 4.1 Diagrama 1 – Lisboa Arts Center – Arq. David Goldman

O primeiro diagrama de análise mostra o processo de projeto de uma galeria de artes em Lisboa. O arquiteto primeiramente definiu as condicionantes ambientais do local, através de análises climáticas e visita ao terreno. Em seguida, fez a análise de conforto, com o programa Thermal Comfort e, através dos dados climáticos de Lisboa, fez a análise bioclimática do terreno, que indicou as estratégias bioclimáticas a serem utilizadas no projeto, síntese conceitual a ser respondida pelo partido geral (veja o indicador “1” na Figura 2). O partido considerou a topografia do terreno, o acesso solar, a existência de vegetação ao redor do edifício e a delimitação de percursos de circulação externa, conforme as necessidades do verão e do inverno. O arquiteto especificou os materiais construtivos logo após a definição do partido geral (veja o indicador “2”), passo relativamente prematuro para este estágio do processo de projeto, mas que auxiliou na elaboração mais detalhada de sistemas especiais de fechamento horizontal e vertical no edifício.

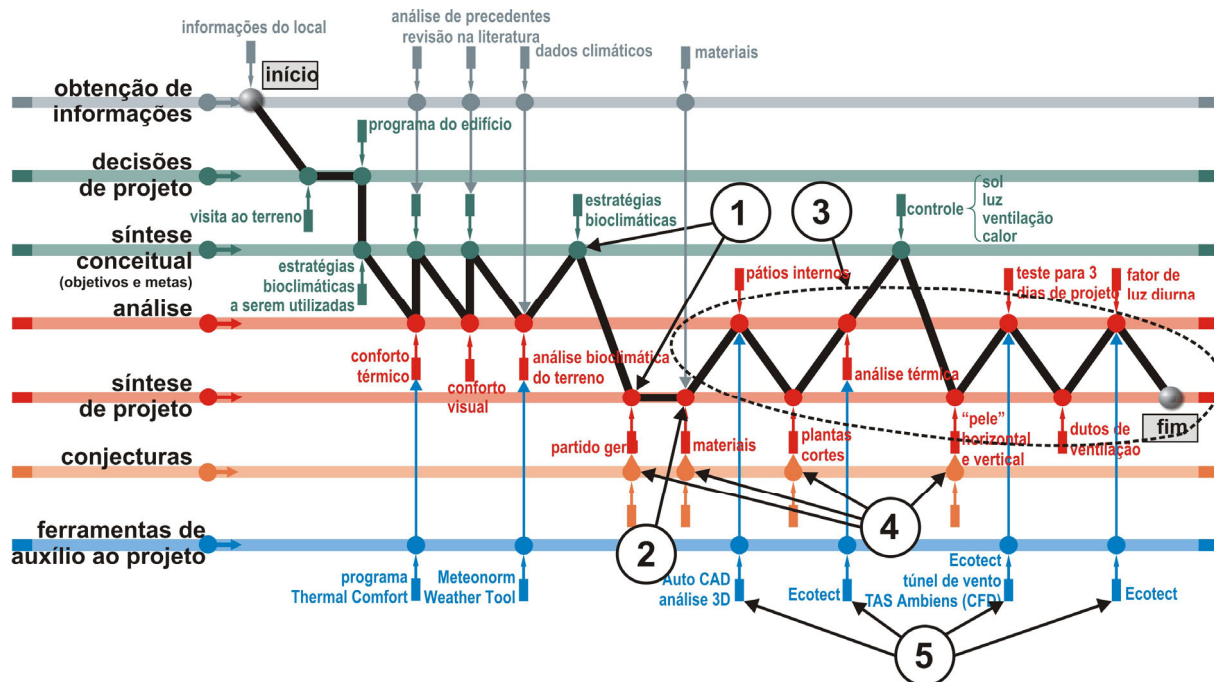


Figura 2: Diagrama de análise do Lisboa's Art Center

Este processo de projeto incluiu vários ciclos de análise-síntese, todos resultando em sínteses de projeto adequadas ao desempenho desejado dos elementos analisados (indicador “3” na Figura 2). O processo também incluiu quatro conjecturas, uma na definição do partido geral, outra na definição dos materiais construtivos, a terceira na definição das plantas e cortes e a quarta no desenvolvimento dos fechamentos especiais (“peles”) horizontais e verticais do edifício (indicador “4”). Todas as conjecturas foram testadas através das ferramentas de auxílio utilizadas (o programa Ecotect para análises térmicas e de iluminação, o programa TAS Ambiens e um túnel de vento para análises de ventilação natural e o programa AutoCAD para análise de insolação e sombreamento), conforme o indicador “5”, dando origem a sínteses de projeto não balísticas. Estes procedimentos mostram que as conjecturas, se analisadas propriamente, são um bom começo para o processo de análise-síntese, pois advém da criatividade e adicionam o conhecimento empírico e o repertório e experiência do arquiteto no processo. A Figura 3 mostra a proposta final para a galeria Lisboa's Art Center.

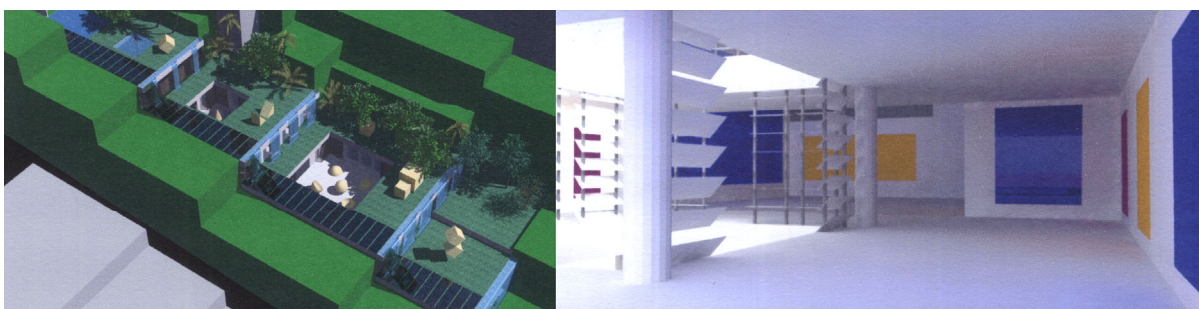


Figura 3: Imagem da proposta final para a galeria de artes Lisboa Arts Center (Goldman 2002)

#### 4.2 Diagrama 2 – Market at Praça de Espanha – Arq. Hector Altamirano

O segundo diagrama é bem diferente do primeiro. O arquiteto definiu os desenhos técnicos de forma bastante prematura, mesmo antes das definições relativas ao conforto térmico e visual necessário (veja indicador “1” na Figura 4). Este processo de projeto não inclui nenhuma síntese conceitual e isto é salientado com o excessivo número de conjecturas (indicador “2”), todas resultando em sínteses balísticas em virtude da ausência de análises. Embora este arquiteto tenha feito algumas análises de ventilação com um túnel de vento e mesmo análises de iluminação natural com o programa Ecotect,

nada mudou no seu projeto após estas análises, o que denota o enfoque balístico e a má interpretação dos problemas ambientais existentes. A linha tracejada existente entre as análises e as posteriores sínteses de projeto indicam este procedimento desacoplado (indicador “3”).

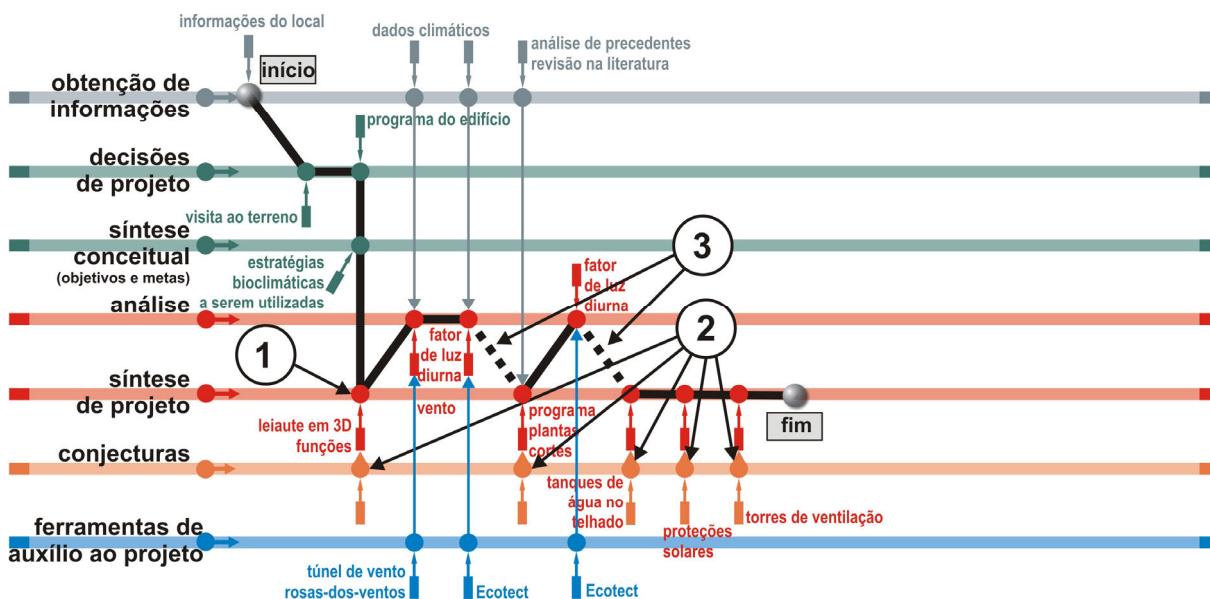


Figura 4: Diagrama de análise do *Market at Praça de Espanha*

As sínteses balísticas observadas no trabalho deste arquiteto foram as definições para as torres de ventilação, os tanques de água nos telhados e o desenho das proteções solares. O pequeno número de análises presente neste processo de projeto, a inexistência de relações entre estas e as sínteses de projeto e o alto número de conjecturas indicam um processo extremamente balístico e a resistência do arquiteto em incorporar os conceitos e análises bioclimáticas no seu projeto.

O arquiteto claramente assume que os elementos do seu projeto são ambientalmente bons desde o início e, portanto, seu foco manteve-se na elaboração detalhada das soluções de projeto em vez de na descoberta dos problemas bioclimáticos, cujo raciocínio levaria naturalmente a propostas de projeto com mais sentido. A Figura 5 mostra a proposta final para o *Market at Praça de Espanha*.

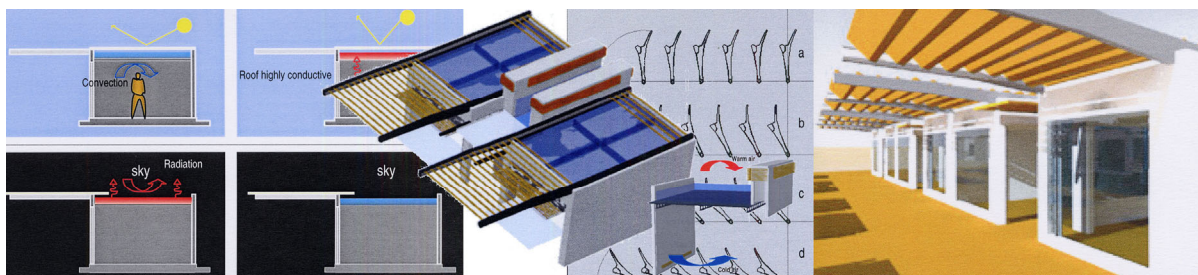


Figura 5: Imagens do *Market at Praça de Espanha* (Altamirano 2002)

#### 4.3 Diagrama 3 – *Praça de Espanha Office Building* – Arq. Alexandre Blouin

No processo de projeto do *Praça de Espanha Office Building*, o arquiteto desenvolveu rapidamente a volumetria em 3D para o edifício na forma de conjectura. Apesar da elaboração formal prematura, o arquiteto logo analisa o edifício frente a várias alternativas particulares, evitando assim sínteses balísticas. Os programas Ecotect e AutoCAD foram usados como ferramentas de suporte neste estágio (veja indicador “1” em Figura 6).

Este processo de projeto inclui vários ciclos de análise-síntese e isto indica um processo analítico de desenvolvimento (indicador “2”). Estes ciclos iniciaram na concepção tridimensional, seguida de análises em 3D com o objetivo de definir o melhor posicionamento possível para as diferentes torres e pátios do edifício. Então, foi feita nova síntese de projeto com novo leiaute para as torres e pátios,

seguida de nova análise em 3D, desta vez investigando as necessidades de sombreamento através do programa Ecotect e encaminhando as definições finais da volumetria do edifício e seu dimensionamento.

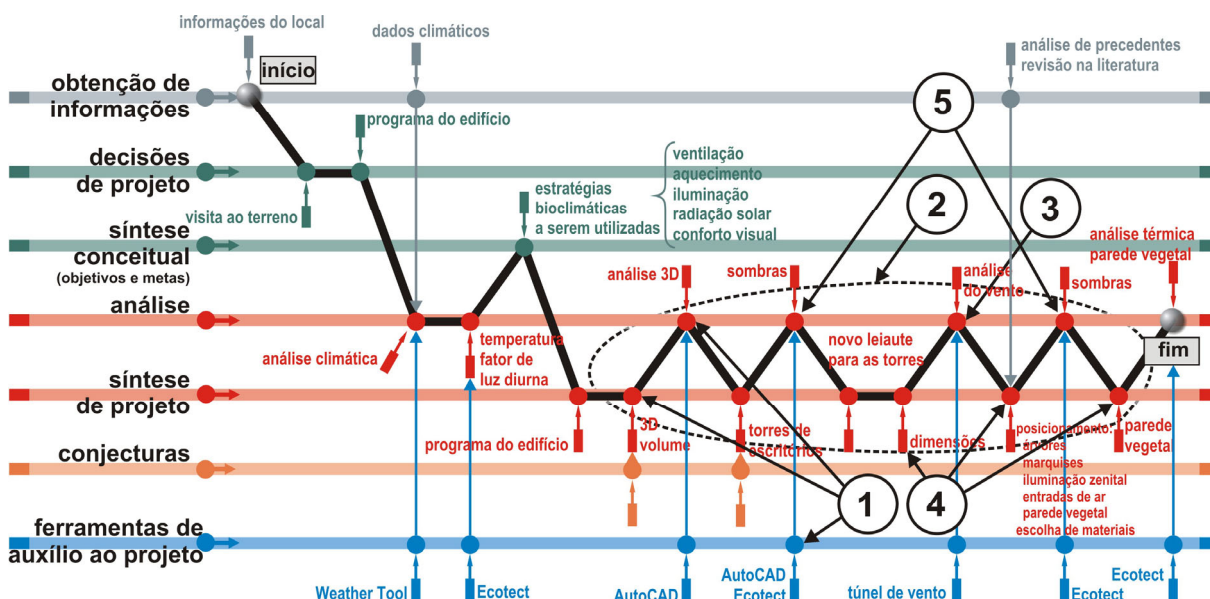


Figura 6: Diagrama de análise do Praça de Espanha Office Building

A partir das análises de ventilação natural, feitas com uma maquete em túnel de vento (indicador “3” na Figura 6), o arquiteto definiu a melhor posição para as marquises e árvores. Após isso, uma nova série de sínteses de projeto aconteceu, incluindo o posicionamento dos sistemas de iluminação natural, a especificação das entradas de ar para ventilação natural, o projeto das paredes vegetais para sombreamento das fachadas e novas definições de materiais (indicador “4”). No final do processo, mais uma análise de sombreamento foi feita para melhor posicionamento das paredes vegetais. É importante notar, conforme marcado com o indicador “5” na Figura 6, que a análise de sombras foi feita duas vezes neste processo de projeto, o que significa boa interpretação dos resultados, com posterior alteração da solução de projeto. Este tipo de processo de conjectura-análise-sínteses é um dos fundamentos do projeto bioclimático. A última análise feita neste projeto foi térmica, checando aspectos de conforto e desempenho das alternativas de projeto. A proposta final teve boa expressividade arquitetônica, conforme pode ser visto na Figura 7.

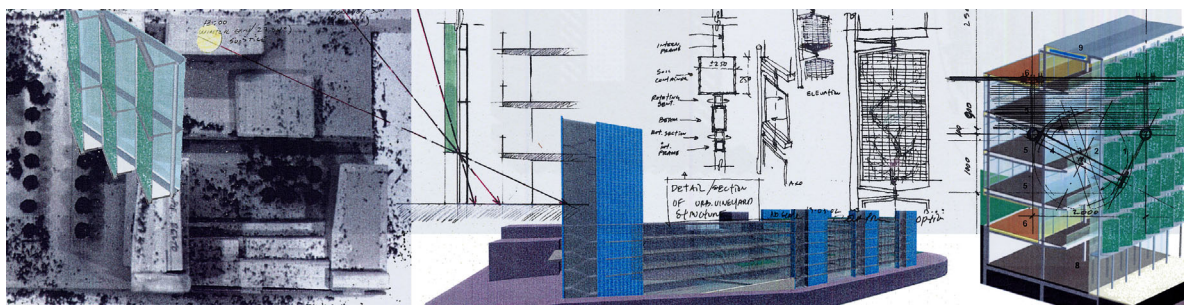


Figura 7: Imagens do Praça de Espanha Office Building (Blouin 2002)

## 5 CONCLUSÕES

Os diagrama de análise de processos de projeto bioclimáticos, criados nesta pesquisa e ilustrados nas análises de três processos de projeto, provaram ser bastante úteis na identificação de como as informações bioclimáticas entram e são tratadas no processo de projeto arquitetônico. Conforme visto nas análises descritas, o processo de projeto bioclimático pode divergir bastante de arquiteto para arquiteto. Os principais problemas detectados nas análises foram a definição precoce do partido geral,

a especificação prematura de materiais, a elaboração de desenhos detalhados muito cedo no processo de projeto e a ausência de análise das conjecturas e das sínteses de projeto, levando à criação de sínteses balísticas.

Uma limitação desta pesquisa é que os trabalhos analisados foram exercícios acadêmicos, que diferem de projetos reais em alguns aspectos. Os arquitetos avaliados também consideraram outras condicionantes além das bioclimáticas, mas de forma bastante limitada.

Como visto em alguns exemplos, existe um processo de má interpretação das informações ambientais e uso exacerbado de alguns conceitos bioclimáticos sem adequada análise. Estes processos têm, no entanto, suas vantagens, pois permitem um maior grau de criatividade ao arquiteto e isto o auxilia a buscar seu estilo próprio de incorporar as características bioclimáticas no processo de projeto. Este jeito de projetar certamente surge conforme aumentam a experiência e o repertório do arquiteto..

## 6 REFERÊNCIAS

- Altamirano, H.; (2002). *Market at praça de espanha: report of lisbon projects exercise - the magical skin*. MA Programme, Environment and Energy Studies, Architectural Association Graduate School, London.
- Bamford, G.; (2002). *From analysis/synthesis to conjecture/analysis: a review of Karl Popper's influence on design methodology in architecture*. **Design Studies** 23, Elsevier Science Ltd., pp 245-261.
- Blouin, A.; (2002). *Praça de espanha – office building: report of lisbon projects exercise - the magical skin*. MA Programme, Environment and Energy Studies, Architectural Association Graduate School, London.
- Clark, R. H.; Pause, M.; (1982). *Analysis of precedents*. The Student Publication of the School of Design, vol. 28, second printing, North Carolina State University, Raleigh, USA.
- Dörner, D.; (1999). *Approaching design thinking research*. **Design Studies** 20, Elsevier Science Ltd., pp 407-415.
- Dutra, L.; (2006). *Design process and environmental information: applicability of design support tools*. Ongoing Ph.D thesis at the Sustainable Environmental Design, Architectural Association School of Architecture, London, UK.
- Goldman, D.; (2002). *Lisboa arts center: report of lisbon projects exercise - the magical skin*. MA Programme, Environment and Energy Studies, Architectural Association Graduate School, London.
- Goulding, J. R.; Lewis, J. O.; Steemers, T. C.; (1992). *Energy in architecture: the european passive solar handbook*. Chapter 1: Strategies, Item 1.5: The Various Design Phases, p 3, Batsford for Commission of the European Communities. [book]
- Mahdjoubi, L.; Wiltshire, J. (2001). *Towards a framework for evaluation of computer visual simulations in environmental design*. **Design Studies** 22 (2001), p.193-209, Elsevier Science Ltd.
- Purcell, A. T.; Gero, J. S.; (1998). *Drawings and the design process*. **Design Studies** 19, Elsevier Science Ltd, pp 389-430.

## 7 AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de agradecer à **CAPES** pela bolsa de estudos concedida para desenvolvimento do doutorado pleno na Architectural Association School of Architecture em Londres, sem a qual este trabalho não teria sido possível., aos arquitetos *David Goldman*, *Hector Altamirano* e *Alexandre Blouin*, que permitiram a utilização dos seus trabalhos nesta pesquisa e, especialmente, ao seu orientador de doutorado, arquiteto *Simos Yannas*, co-autor deste artigo e parceiro de muitas conversas e inspiração fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.