



O TRATAMENTO DO CONFORTO AMBIENTAL EM RESIDÊNCIAS DO PERÍODO MODERNO EM CURITIBA

Caroline Barp Zanchet Machado (1); Aloísio Leoni Schmid (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - Universidade Federal do Paraná, Brasil –
e-mail: carolinezanchet@gmail.com

(2) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - Universidade Federal do Paraná, Brasil –
e-mail: iso@ufpr.br

RESUMO

A arquitetura moderna brasileira, em suas origens, especialmente no período compreendido entre 1930 e 1960, apresentou características bioclimáticas em que estão presentes a preocupação com o conforto ambiental e com sua adequação ao meio ambiente. Entretanto, com a evolução da arquitetura para o chamado “estilo internacional”, estratégias antes utilizadas para adequar a arquitetura ao meio físico, passaram a ser utilizadas indiscriminadamente, sendo ineficazes em sua maioria. O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar e analisar soluções arquitetônicas para o tratamento do conforto ambiental em residências do período moderno em Curitiba, Paraná, considerando que algumas delas beneficiavam o conforto ambiental, evitando ou postergando a necessidade de uso de energia artificial. O método entendido como adequado é o estudo de caso, realizado em três residências do período moderno localizadas em Curitiba. Ressalte-se a peculiaridade do clima, temperado, que requer soluções adaptadas à região, desprendendo-se de alguma tendência nacionalizável encontrada nas regiões tropicais no Brasil. As obras foram selecionadas por sua representatividade e por terem sido projetadas por arquitetos pioneiros do movimento moderno em Curitiba. Foram coletados dados da literatura, da leitura do projeto arquitetônico, por meio de observação direta e indagações ao morador atual. A análise incluiu as recomendações construtivas da NBR 15220, o programa Luz do Sol e considerações da literatura. Como resultado, são apresentadas estratégias adequadas às características do meio natural, que podem ser traduzidas para as necessidades das construções atuais.

Palavras-chave: conforto ambiental, arquitetura moderna brasileira, arquitetura bioclimática.

ABSTRACT

Brazilian Modern Architecture presented bioclimatic features in its origins, particularly in the period between 1930 and 1960. There, one can recognize the concern for indoor comfort and adequacy to the environment. However, as architecture developed into the “international style”, some strategies, once intended to promote that adequacy, became object of indiscriminate use. The present study aims at the identification and analysis of architectural solutions from the modern period in Curitiba, Paraná, which focused on the indoor comfort. It considers that some measures were useful for the achievement of comfort, avoiding or postponing the use of artificial energy. The method preferred was that of case study, carried out in three residences from the modern period in Curitiba. One should notice the peculiarity of a temperate climate, demanding architectural solutions, which may differ from those most typical for Brazil (usually regarded as a tropical country). The buildings were selected for being representative, and because they were designed by pioneering architects in the modern movement in Curitiba. Data was collected from literature, from an analysis of the architectural plans, from direct observation and from interviews with the current tenants. Analysis included the recommendations from NBR 15220 standard as well as “Luz do Sol” analysis software. As a result, strategies are presented, which are adequate to the natural settings and can be translated into the current design practice.

Keywords: indoor comfort, Brazilian modern architecture, bioclimatic architecture.

1 INTRODUÇÃO

Não são poucos os relatos críticos que se tem produzido com respeito à arquitetura moderna que, enquanto momento de renovação criadora, incluiu avanços do ponto de vista ambiental mas que, posteriormente, caiu numa repetição indiscriminada de cânones, como do “estilo internacional”, a despeito do meio físico em cada local. Cite-se, neste contexto, trabalhos de Gutierrez e Labaki (2005), Almodóvar Melendo (2004) e Atem e Basso (2005).

Apesar de existirem numerosos estudos com o enfoque no conforto ambiental de edificações residenciais, poucos abrangem a região onde se situa a cidade de Curitiba, subtropical de clima temperado. Neste caso, um número significativo de horas do ano está fora da zona de conforto, havendo necessidade de aumento da proteção proporcionada pelo invólucro construtivo bem como de acesso à insolação (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1998).

Em Curitiba, considera-se que o período moderno se inicia com a construção da Residência Frederico Kirchgässner em 1930, conforme algumas propostas do Docomomo (IPPUC et al., 2003). De acordo com IPPUC et al. (2003), é na tipologia residencial que melhor se expressam as características predominantes na arquitetura do movimento moderno de Curitiba. Este foi um período fértil em soluções originais, regionalmente contextualizadas, tendo em vista a liberdade formal e a postura funcionalista de então. Algumas dessas soluções, em residências unifamiliares beneficiavam o conforto ambiental, evitando ou postergando a necessidade do recurso à energia artificial.

Com esta pesquisa pretende-se contribuir para o aperfeiçoamento das soluções arquitetônicas para o conforto ambiental, visando valorizar o uso de estratégias passivas na arquitetura que dispensam o uso de aparatos mecânicos.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é identificar e analisar contribuições no tratamento do conforto ambiental em residências do período moderno em Curitiba, Paraná.

3 METODOLOGIA

Para o presente estudo, foram selecionadas três residências unifamiliares, representativas do movimento moderno em Curitiba, surgidas entre os anos de 1930 e 1965.

A análise dos dados foi feita com base: nas recomendações construtivas da NBR 15220-3: Desempenho Térmico de Edificações (ABNT, 2005); no programa de simulação Luz do Sol, versão 1.1 (RORIZ, 1995) e nas considerações levantadas na fase de revisão bibliográfica.

Para a NBR 15220, a cidade de Curitiba está localizada na Zona Bioclimática 1. A Tabela 1 apresenta resumidamente as diretrizes construtivas da norma para a zona 1.

Tabela 1 – Diretrizes construtivas da NBR 15220 para a Zona bioclimática 1, adaptado de ABNT (2005)

Aberturas e sombreamento	aberturas para ventilação médias em ambientes de longa permanência (cozinha, dormitório, sala de estar)
	o sombreamento das aberturas deve permitir a incidência do sol durante o período frio
Vedações externas	paredes leves
	cobertura leve isolada
Estratégias de condicionamento térmico passivo para o inverno	aquecimento solar da edificação
	vedações internas pesadas

As técnicas utilizadas para a coleta de dados foram: análise de documentos, leitura do projeto arquitetônico, observação direta e entrevistas espontâneas com os autores dos projetos ou moradores.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Residência Frederico Kirchgässner (1930)

Esta obra é a manifestação que marca o início da arquitetura moderna em Curitiba. No período em que foi construída, entre 1929 e 1930, causou impacto e rejeição por parte dos habitantes da cidade. Era contrária à tradição construtiva de então que privilegiava a arquitetura de telhados inclinados e pequenas torres, o que fazia aumentar o contraste da residência de Kirchgässner com o que se produzia na cidade (IPPUC, 2003) (Figura 1).



Figura 1 – (KIRCHGÄSSNER, 19-; IPPUC et al, 2003)

Além da cobertura-terraço, um dos cinco pontos da arquitetura moderna, a obra representa um rompimento com os padrões ecléticos em vários outros aspectos: na forma construtiva, na utilização do concreto armado e dos terraços, na linguagem arquitetônica e na distribuição e usos dos espaços da casa (GNOATO, 1997).

Foram identificados na obra os seguintes elementos característicos do período moderno e/ ou que podem ter sido projetados para propiciar melhores condições de conforto de forma natural: cobertura-terraço, paredes duplas, *brises-soleil*, elementos de alvenaria de proteção das esquadrias de madeira, venezianas, iluminação zenital. Foi realizada análise documental, leitura do projeto arquitetônico, visita à edificação e entrevista espontânea com o proprietário atual.

4.1.1 Implantação e orientação

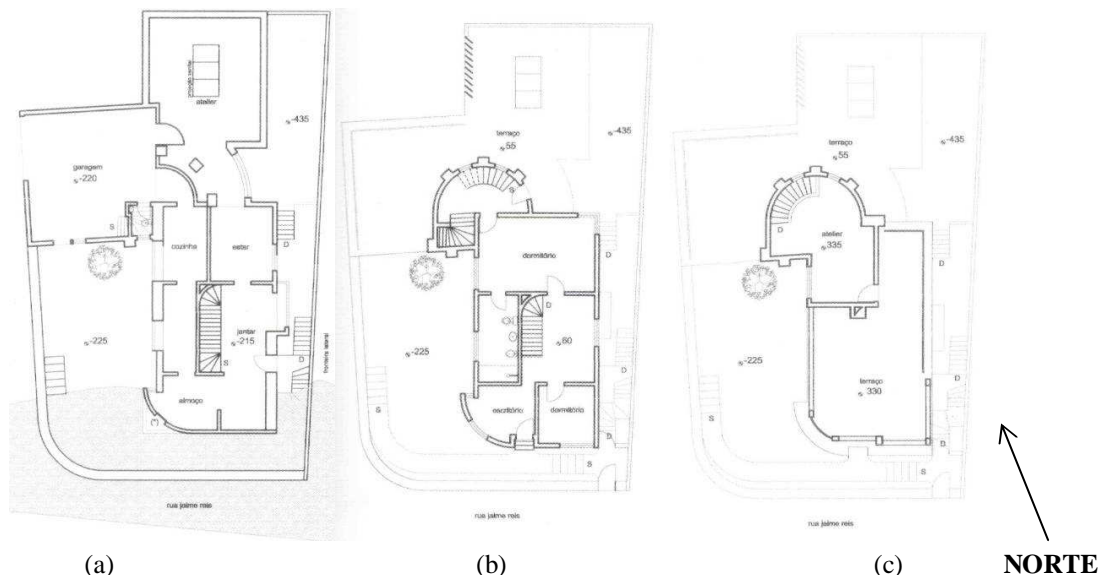


Figura 2 – Plantas primeiro pavimento (a), segundo pavimento (b) e cobertura (c) (DUDEQUE, 2001)

A implantação da edificação se dá aproximadamente sobre um eixo longitudinal norte-sul (Figura 2). A fachada posterior, orientada a nor-nordeste (NNE), recebe maior quantidade de radiação solar no inverno e pouca no verão. Possui aberturas com superfícies envidraçadas no volume cilíndrico da escada, que no último pavimento abriga também o escritório. Na suíte, a janela de canto tem uma das faces voltada para esta fachada. Os demais ambientes têm suas aberturas orientadas principalmente para lés-sudeste (ESE) e oés-noroeste (ONO) e o outro dormitório se abre para a face sul-sudoeste (SSO). Ao se confrontar esta solução adotada com a norma atual, verifica-se que não está de acordo com a estratégia B de condicionamento térmico passivo, em que o aproveitamento da incidência solar está previsto para o aquecimento dos ambientes. A implantação da residência e a distribuição dos

cômodos não privilegiam a abertura dos ambientes de maior permanência para a fachada Norte em que há maior incidência de sol no inverno. De acordo com Gnoato (1997), uma das prioridades na escolha do terreno e na implantação da casa foi a vista para a Serra do Mar, que podia ser observada principalmente do terraço do último pavimento.

4.1.2 Vedações

As vedações externas da edificação são de alvenaria de tijolos cerâmicos, possivelmente com dois furos e/ ou maciços. No primeiro pavimento as paredes externas possuem espessura de 50cm em média, sendo reduzidas para 30cm no segundo pavimento e na cobertura. Levando em consideração este dado e conhecendo-se o material das paredes, é possível observar que as vedações são pesadas e não leves como recomenda a norma. A solução utilizada propicia o aumento da inércia térmica, que acarreta amortecimento do calor recebido e um atraso significativo de horas que levará para atingir o interior da edificação, solução adequada para clima quente e seco (FROTA e SCHIFFER, 1988). Porém, é inadequada para o clima temperado da região.

Para as paredes internas, a norma recomenda que sejam pesadas, para contribuir na manutenção do interior aquecido. De alvenaria de tijolos cerâmicos com aprox. 20cm, observa-se que as vedações internas não são pesadas como o recomendado. Considerando as paredes internas de tijolos com dois furos circulares, a transmitância térmica e o fator de ganho solar superam o indicado pela norma.

Para a cobertura reta, o valor da transmitância térmica (para laje de concreto armado e forro de estuque, igual a 1,75) está dentro do indicado. Porém, o atraso térmico, igual a 7,49 horas, está acima das 3,3 horas recomendadas. O fator de ganho solar da cobertura é de 2,1%, dentro do limite indicado.

4.1.3 Aberturas e sombreamento

A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) recomenda para ambientes de longa permanência aberturas para ventilação médias, ou seja, que correspondam de 15% a 25% da área de piso. Considerando-se as áreas de abertura para ventilação, a suíte apresenta aberturas correspondentes a 18% e há a possibilidade de ventilação cruzada. A cozinha também está dentro dos limites indicados, com área de ventilação de 23% em relação à área de piso. Abaixo da indicação da norma está o estar do primeiro pavimento (com 12%), bem como o estar localizado no segundo pavimento, com 11%. Tem área de ventilação acima do recomendado o dormitório menor, com 27% da área de piso. No entanto, neste ambiente há a possibilidade de regular a área de ventilação pela abertura parcial do vão.

O sistema das esquadrias é inovador para a época em que foi projetado - um sistema de contrapesos possibilita a abertura total do vão das janelas, que são associadas às venezianas externas ao vidro. Tal funcionamento também auxilia no fechamento hermético das aberturas, recomendado para os meses de inverno (FROTA e SCHIFFER, 1988).

Para verificar se as aberturas e suas proteções solares são adequadas ao clima de Curitiba, verificou-se a penetração dos raios solares em ambientes de longa permanência: na suíte (com orientação NNE), na sala de estar do segundo pavimento (ESE) e na cozinha (ONO).

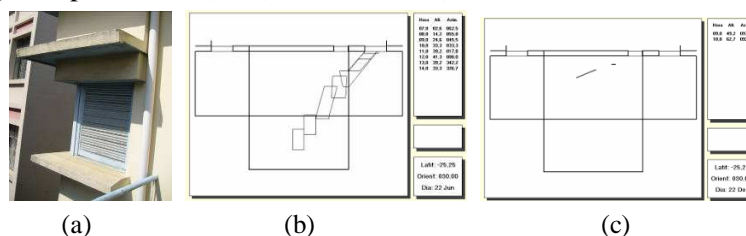


Figura 3 – vista externa da janela da suíte (a), incidência solar direta no solstício de inverno (b) e de verão (c)

Na suíte, a penetração dos raios solares foi simulada para a abertura com orientação NNE. No solstício de inverno verifica-se que a incidência dos raios solares é alta, contribuindo para o aquecimento passivo do ambiente nos períodos frios, conforme a diretriz da norma; e no verão praticamente não há incidência de sol. Neste caso observa-se o uso correto da proteção solar, adequado à orientação e quanto ao seu dimensionamento (Figura 3).

Na janela da sala de estar do segundo pavimento, orientada a ESE, observa-se que a proteção solar de alvenaria não prejudica a insolação no inverno, porém é insuficiente para o verão, período em que recebe os raios solares praticamente na perpendicular (Figura 4).

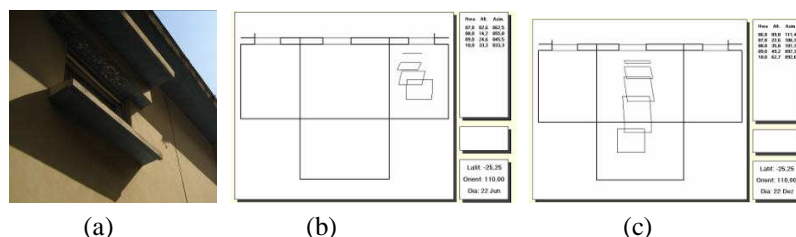


Figura 4 – vista externa da janela da sala (a), incidência solar direta no solstício de inverno (b) e de verão (c)

A janela da cozinha, de ferro, não possui o elemento de alvenaria igual ao existente nas outras janelas simuladas. No entanto, é sombreada pela espessura da alvenaria, de 50 cm neste pavimento. Verifica-se que a incidência solar na janela da cozinha, voltada para ONO, é maior no verão. O volume da garagem, ao lado da cozinha, funciona como um anteparo que bloqueia a incidência de sol no inverno. Da mesma maneira que na abertura da sala, a proteção é inadequada para esta orientação pois, no verão, a incidência de sol é maior e durante toda a tarde (Figura 5).

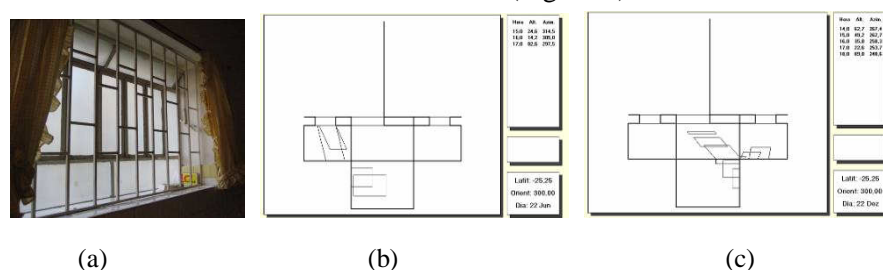


Figura 5 - vista interna da janela da cozinha (a), incidência solar direta no solstício de inverno (b) e de verão (c)

Como as proteções solares são idênticas em todas as aberturas de madeira, mesmo com diferentes orientações, não desempenham sua função de modo eficaz. Pelo fato de as aberturas de ferro não possuírem proteção, possivelmente a preocupação do arquiteto era com o desgaste provocado pela chuva às esquadrias de madeira. Uma solução possível seria combinar no mesmo elemento de proteção as duas funções - de proteção do sol e da chuva.

O *brise*, elemento característico do movimento moderno, está localizado no terraço do segundo pavimento e junto à divisa. Composto de lâminas verticais móveis, pode acompanhar o movimento do sol. Neste caso, o *brise* possui não só a função de proteção do sol proveniente de ONO mas também de proteção visual da edificação vizinha. A solução adotada pode gerar sombra total e ainda orientar-se de acordo com a posição do sol, estando adequada sua utilização. O sombreamento no terraço é complementado por um pergolado adjacente ao *brise* (Figura 6).



Figura 6 – *brise-soleil* (a) e pergolado (b) localizados no terraço

4.2 Residência João Luiz Bettega (1953)

Os princípios utilizados pelo arquiteto João Batista Vilanova Artigas nesta residência são uma aproximação à corrente racionalista e ao funcionalismo de Le Corbusier. Nesse aspecto, são característicos o emprego do volume puro, as rampas e níveis desencontrados, a transparência e a integração dos espaços (XAVIER, 1985).

Artigas buscou intervir o mínimo no desnível natural do terreno, caracterizado por um forte aclave. A estrutura foi concebida com distribuição modulada de pilares. Os cômodos são distribuídos dentro de um prisma retangular, de 8x33 metros, em dois pavimentos integrados por pés-direitos duplos e interligados por rampas (Figura 7).

Foram identificadas as seguintes soluções que abrangem a preocupação em adaptar a edificação ao seu

meio e também típicas da arquitetura moderna: implantação de acordo com trajetória solar, panos de vidro, pilotis, forma compacta, venezianas, pergolado.



Figura 7 – Vista externa (a) (DUDEQUE, 2001) e da fachada frontal

4.2.1. Implantação e orientação

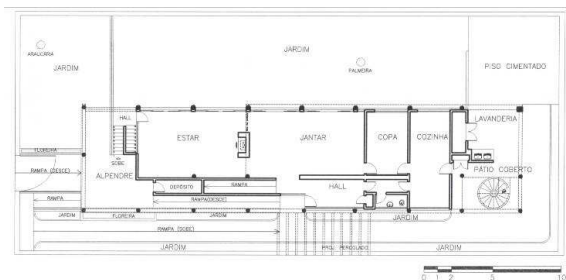


Figura 8 – Planta pavimento térreo

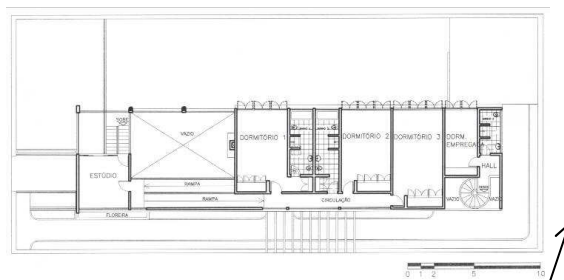


Figura 9 – Planta pavimento superior NORTE

A trajetória solar foi determinante na solução da implantação no sentido longitudinal do terreno juntamente com o afastamento na lateral esquerda e a distribuição dos cômodos com aberturas para esta face (NNO). Deste modo, foi possível propiciar luz solar direta a todos os espaços de longa permanência, que contribui para o seu aquecimento nos períodos frios. A forma compacta da edificação é um fator importante para reduzir as perdas de calor por condução e convecção para o ar externo (Figura 8 e Figura 9).

Portanto, pode-se considerar que o tratamento dado pelo arquiteto à implantação, orientação e à forma, de modo a aproveitar a radiação solar para o condicionamento térmico passivo está de acordo com a estratégia B da NBR 15220.

4.2.2. Vedações

A utilização do vidro em abundância proporciona à edificação transparência e a leveza, características da arquitetura moderna. Implica também, em um aporte considerável na carga térmica incidente na edificação. Em regiões de clima quente este acréscimo na temperatura seria indesejável. Em Curitiba, porém, o aquecimento solar passivo é necessário. Nesta obra, Artigas utiliza os panos de vidro na fachada NNO, orientação que recebe grande quantidade de radiação solar no período frio e pouca no calor. No entanto, através das áreas envidraçadas também há aumento das perdas de calor.

Para a cobertura, a NBR 15220 indica que seja do tipo leve isolada. Na residência, o sistema utilizado é uma cobertura de telhas de fibrocimento sobre laje de concreto. O valor da transmitância térmica para uma cobertura de telha de fibrocimento com laje de concreto de 12cm, igual a $1,93\text{W/m}^2\text{K}$, situação que se aproxima à encontrada na obra, está dentro do recomendado pela norma. Também atende ao limite da norma, o fator de ganho solar, igual a 6,5%, já considerando neste valor o escurecimento das telhas provocado pelo tempo e pela poluição. Porém, o valor referente ao atraso térmico - de 3,6 horas - é maior que o indicado, sendo, portanto, a solução inadequada à norma. Segundo a norma, solução adequada seria a cobertura de telha de fibrocimento com forro de madeira.

4.2.3. Aberturas e sombreamento

As aberturas para ventilação das salas de estar e jantar estão dentro do indicado pela NBR 15220-3 (2005), sendo correspondentes a 22% e 16% da área de piso respectivamente. Ainda, há possibilidade de ventilação cruzada nestes ambientes, através da abertura da janela do hall.

Também atende à indicação da norma a área de ventilação da cozinha, sendo igual a 17% da área de piso. As janelas da cozinha, dispostas paralelamente, possibilitam a ventilação cruzada e, por serem basculantes, são adequadas também ao período frio, por permitirem a ventilação seletiva necessária para higiene do ar interno.

Os dormitórios possibilitam a abertura de somente metade do vão da janela para ventilação e estão abaixo do recomendado, variando de 11,3% a 13,5%. Somente o dormitório de empregada, com 16,8% de aberturas pela área de piso, está dentro do limite indicado pela norma.

As aberturas dos dormitórios são de madeira e protegidas por venezianas também de madeira com pintura na cor branca. Por causa do sistema de funcionamento das venezianas, funcionam como um anteparo vertical, protegendo da incidência direta de sol quando abertas. Observa-se nos gráficos que no verão a incidência de sol nos dormitórios é quase inexistente enquanto que no inverno, se dá ao longo da manhã e da tarde, penetrando no dormitório todo (Figura 10).

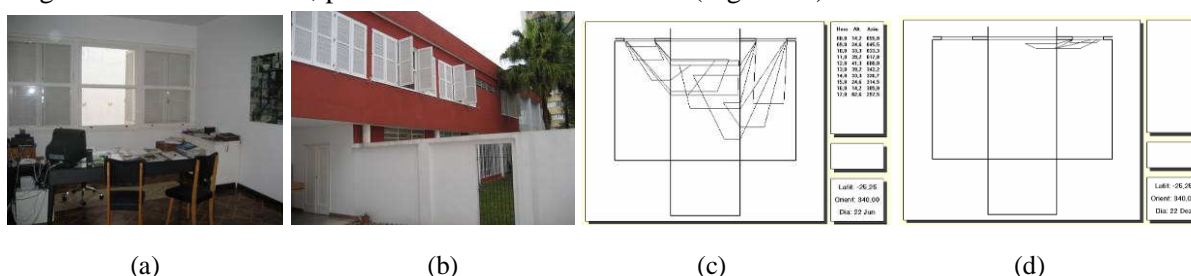


Figura 20 – vista interna (a) e externa (b) da janela do dormitório; luz solar direta no solstício de inverno (c) e verão (d)

No caso da sala, os vidros funcionam como vedação do ambiente com pé-direito duplo. A grande área envidraçada possibilita o acesso de sol durante todo o dia no solstício de inverno, incidindo em todas as paredes internas do espaço. No solstício de verão, há também radiação solar, porém somente no período da tarde e em quantidade menor. Contudo, a simulação para o mês de fevereiro, quando ainda há ocorrência de temperaturas altas em Curitiba, mostra que a radiação solar adentra o espaço durante várias horas do dia, gerando aquecimento indesejável (Figura 11).

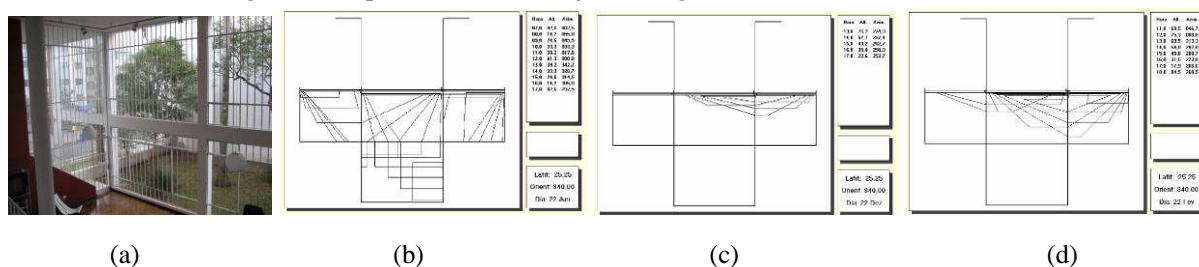


Figura 31 – vista interna da sala (a); luz solar direta no solstício de inverno (b) e de verão (c) e em fevereiro (d)

4.3 Residência Cleuza Cornelsen (1949)

Projetada e construída em 1949, a obra analisada se localizava em um terreno com um acentuado declive no sentido transversal. A solução construtiva idealizada pelo arquiteto foi integrar a obra ao terreno com o uso de pilotis, um dos cinco pontos da arquitetura moderna.

A obra foi demolida no ano de 1999. Os dados relativos à arquitetura foram reunidos a partir da leitura do projeto original, do qual fazem parte as plantas que se encontram no acervo do arquiteto; por meio de entrevista com o arquiteto; e de fotos e resultados de trabalhos anteriores (LINS, 2004; DUDEQUE, 2001).

Os elementos identificados para adaptação da arquitetura ao local bem como característicos do movimento moderno foram: edificação projetada a partir da incidência do sol; curvatura na face dos dormitórios para aproveitamento máximo do sol; uso de pilotis; face sul protegida por vegetação nativa; ático ventilado; uso de vidros duplos; sistemas de aquecimento artificial (calefação elétrica e lareira); ar-condicionado; materiais de revestimento interno isolantes (Figura 12).



Figura 12 – Vista da fachada frontal (a) (LINS, 2004) e da fachada curva (b) (DUDEQUE, 2001)

4.3.1 Implantação e Orientação

A forma da edificação em leque resultou do estudo da insolação pelo arquiteto, a partir da consideração do azimute solar no solstício de inverno. Sua intenção era posicionar a face curva perpendicularmente à face norte. Com isso, nesse período do ano, o sol iria incidir nos dormitórios durante todo o dia e, no verão, seriam sombreados. No entanto, a face curva foi orientada à NO.

Ainda assim, a forma utilizada aumenta a superfície e, conseqüentemente, a exposição da face curva à radiação solar. A face oposta, à SE, no pavimento térreo é protegida pelo solo e, no pavimento superior, sua superfície externa foi reduzida (Figura 13).

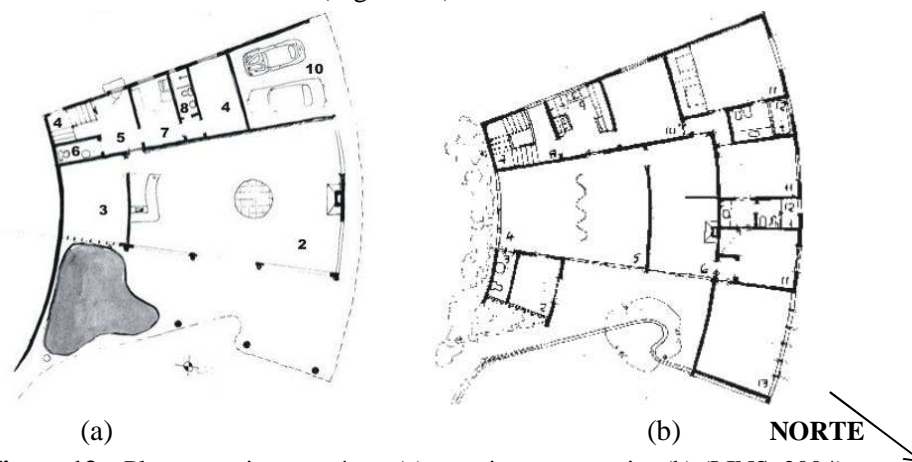


Figura 13 – Plantas pavimento térreo (a) e pavimento superior (b) (LINS, 2004)

4.3.2 Vedações

Cornelsen relata em entrevista que, nas obras que projetava, pensava na insolação e no uso de materiais aquecidos, como a madeira e janelas duplas. A solução do vidro duplo foi usada, segundo ele, em todas as janelas da sua própria casa. O arquiteto explica que o sistema era composto de uma moldura de madeira com um espaço entre um vidro e outro.

Da forma que foram utilizados os vidros duplos, considerando principalmente o posicionamento das aberturas dos dormitórios, esta solução pode auxiliar no bloqueio das perdas de calor no interior nos períodos frios.

O sistema de cobertura era composto pela laje de concreto com telhas de fibrocimento em cima, com caimento mínimo de 6 a 7%. Preocupado com os danos que a umidade poderia causar, Lolô executou o beiral de madeira ventilado, para evitar a deterioração do material.

Entre a laje e o forro de madeira, havia venezianas destinadas à ventilação do ático. Lolô explica que havia a mesma abertura do lado oposto, para possibilitar a entrada e saída do ar. Porém, a ventilação do ático não é recomendada pela NBR 15220 para a zona onde se localiza Curitiba, pois provoca perdas de calor pela cobertura, o que não é desejável em regiões com estação fria.

O sistema utilizado na cobertura é composto de telhas de fibrocimento com estrutura de madeira sobre laje de concreto e, abaixo da laje, forro de madeira. O valor da transmitância térmica para tal sistema é de 1,72, desconsiderando a ventilação do ático. Neste caso, o valor está dentro do indicado. A porcentagem de ganho solar, de 4,8%, também atende ao limite proposto. O atraso térmico, de 6,12 horas, está acima do recomendado. Desconsiderando a ventilação do ático, a cobertura não atende às

indicações da norma.

4.3.3 Aberturas e Sombreamento

Observa-se que a área de abertura para ventilação dos dormitórios – equivalente a 4% da área de piso – está abaixo do necessário segundo a NBR 15220-3 (ABNT, 2005). Aquém da área adequada está também a abertura da sala de convívio, que compreende 13% da área de piso.

A abertura do dormitório fica na face curva orientada à NO, protegida por beiral. A orientação à NO possibilita nos meses de inverno a incidência de sol durante parte da manhã e toda a tarde. Na situação de solstício de verão, há incidência solar na parte da tarde, indesejável para o período (Figura 14).

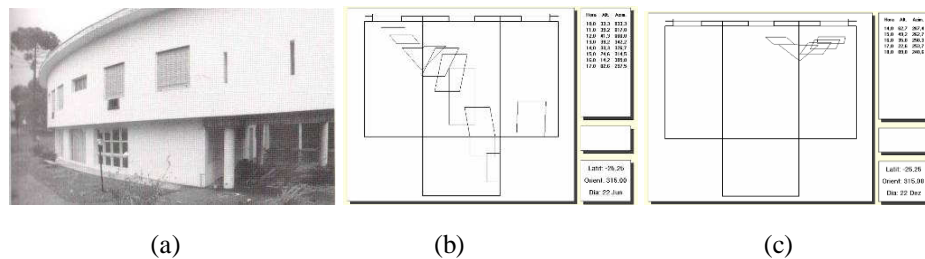


Figura 14 – Vista externa fachada NO (a); luz solar direta no solstício de inverno (b) e de verão (c)

Já a abertura da sala de convívio, voltada para NE, permite a entrada de insolação no ambiente na parte da manhã. Por ser uma porta-janela com largura igual à do ambiente, a insolação matinal é abundante no inverno, e baixa no verão. Porém, além da orientação, a existência do volume do atelier que avança à esquerda, faz com que do final da manhã em diante não haja mais incidência solar (Figura 15).

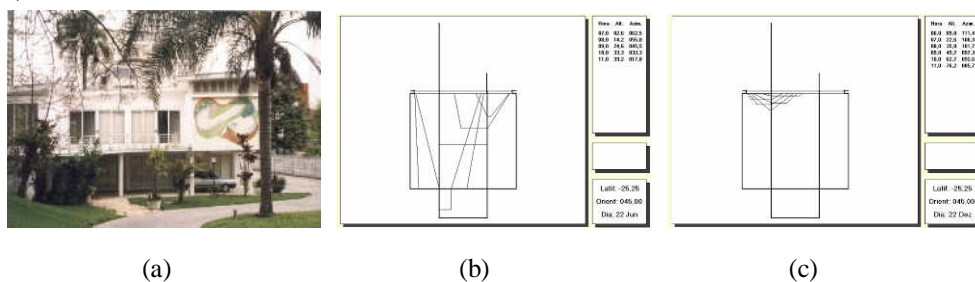


Figura 15 – Vista externa fachada NE (a); luz solar direta no solstício de inverno (b) e de verão (c)

4.3.4 Dispositivos de apoio

Para o aquecimento no período frio eram utilizados dispositivos de apoio: calefação elétrica em todos os dormitórios e lareira na sala de estar. Nos dormitórios, complementava o sistema de aquecimento o uso de carpete no piso, preenchido com uma fibra isolante. Dessa maneira, após desligar o sistema, os ambientes permaneciam aquecidos por mais tempo.

Observa-se que a solução adotada pelo arquiteto é adequada, visto que no clima de Curitiba há a necessidade de se complementar as estratégias passivas com o uso de aquecimento artificial em 11,7% das horas do ano (GOULART, LAMBERTS, FIRMINO, 1998). A boa solução adotada se completa ainda pela previsão do uso em conjunto do sistema artificial com o aquecimento solar passivo nos dormitórios, reduzindo a dependência de consumo de energia para seu condicionamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atuais considerações acerca da concepção arquitetônica adequada ao clima estiveram presentes na produção da primeira fase da arquitetura moderna brasileira.

Em Curitiba, a estratégia mais recorrente utilizada no projeto das residências estudadas refere-se à definição da implantação de acordo com a trajetória solar e à orientação dos cômodos de maior permanência para a face norte, ou próximo a ela.

As soluções arquitetônicas identificadas na análise das três obras para proporcionar aos ocupantes destas residências ambientes confortáveis gastando o mínimo de energia foram reunidas na Tabela 2:

Tabela 2 – Soluções arquitetônicas identificadas

Implantação	De modo a beneficiar a incidência de sol no inverno e proteger no verão
Distribuição dos cômodos	Localização dos cômodos de maior permanência de acordo com a trajetória solar
Elementos formais	Planta em forma de leque; volumetria compacta
Vedações	Paredes duplas, vidros duplos, esquadrias com fechamento hermético, panos de vidro
Dispositivos de apoio	Uso de sistema artificial de aquecimento; materiais de revestimento internos com características isolantes térmicas
Dispositivos de proteção solar	Em alvenaria, beiral, venezianas, pérgulas, <i>brises</i> , projeção do pavimento superior

Observa-se na análise das residências a ocorrência de soluções adequadas ao clima. Porém, a análise de cada elemento construtivo em separado gerou resultados em que, na mesma obra, há adequações e inadequações. Desta forma, ressalta-se a necessidade de tratar a edificação como um todo e de não se impor regras rígidas para a utilização das estratégias pesquisadas. Isso porque, sendo parte da arquitetura, esses elementos desempenham uma função que pode ou não seguir regras pré-estabelecidas.

Ainda, nem todas as estratégias utilizadas pelos arquitetos para propiciar melhorias no conforto ambiental são adequadas.

As soluções identificadas no trabalho como adequadas ao clima podem ser resgatadas para o uso nas edificações atuais, de modo a promover o conforto ambiental sem o uso de aparatos mecânicos.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, 2005.

ALMODÓVAR MELENDO, J. M. Da janela horizontal ao brise-soleil de Le Corbusier. **Arquitextos.** São Paulo, Portal Vitruvius, ago 2004. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq051/arq051_02.asp> Acesso em: 05 mar. 2007.

ATEM, C. G.; BASSO, A. **Apropriação e eficiência dos brise-soleil: o caso de Londrina (PR).** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 29-45, out./dez. 2005.

DUDEQUE, I. J. T. **Espiraís de Madeira: uma história da arquitetura de Curitiba.** São Paulo: Studio Nobel, FAPESP, 2001.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico.** São Paulo: Nobel, 1988.

GNOATO, L. S. P. **Introdução ao ideário modernista na arquitetura de Curitiba (1930-1965).** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, 1997.

GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras.** Florianópolis: Procel / Eletrobrás, 1998.

GUTIERREZ, G. C. R.; LABAKI, L. C. **Considerações sobre o brise-soleil na arquitetura moderna brasileira.** In: VIII ENCONTRO NACIONAL E IV LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** Maceió, 2005. p. 874-881. CD-ROM

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA et al. **Proposta de Preservação da Arquitetura Moderna em Curitiba.** 5º Seminário Docomomo Brasil, 2003.

LINS, P. C. Z. **Caminhos da arquitetura: trajetória profissional de Ayrton “Lolo” Cornelsen – memória da arquitetura moderna paranaense.** Curitiba: Paulo César Zanoncini Lins, 2004.