



XII ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
VIII ELACAC Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído

BRASÍLIA | 25 a 27 de setembro de 2013

APLICAÇÃO DE MÉTODO DE ANÁLISE DE PRECEDENTES EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES ESCOLARES

Paula Roberta Pizarro Pereira(1); Doris C.C.K. Kowaltowski (2)

(1)Ms, Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, paulapzr@hotmail.com

(2) PhD, Departamento de Arquitetura e Construção, doris@fec.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo,
Av. Albert Einstein 951, 13083-852, Campinas, SP, Brasil

RESUMO

Os projetos de edificações escolares do Estado de São Paulo são gerenciados pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), a qual é responsável pelas verificações e aprovações. Resultados de Avaliações Pós-Ocupação (APO) têm mostrado que estes edifícios apresentam desempenho nem sempre satisfatório para abrigarem as atividades de ensino recomendadas na literatura. Estudos sobre o processo de projeto da FDE mostraram que os profissionais necessitam de apoio, especialmente para a verificação de projetos ainda em desenvolvimento. Este artigo é parte de uma tese de doutorado que está sendo desenvolvida na Universidade de Campinas – UNICAMP. É baseado em um trabalho anterior, o qual analisou métodos de avaliação de projetos para verificar a aplicabilidade de seus elementos para a construção de um método específico para projetos de edificações escolares do Estado de São Paulo. Um levantamento foi realizado e três métodos foram selecionados para a análise: *Design Quality Indicator* (DQI for Schools), a “Metodologia de Avaliação de Conforto Ambiental de Projetos Escolares – otimização multi-critérios” e *Comparative Floorplan Analysis* (CFA). Os resultados indicaram aspectos que suportam o desenvolvimento do novo método. Neste artigo o método de análise de precedentes originado foi usado em projetos da FDE e projetos precedentes. Analisou-se um aspecto formal da arquitetura escolar para verificar sua aplicabilidade. Observou-se que o método de precedentes é um instrumento favorável para sistematizar a tomada de decisão e escolher melhores soluções para determinados aspectos de projetos escolares da FDE. Para estudos futuros prevê-se a inserção do método em um sistema de banco de dados para projetos de edificações escolares.

Palavras - chave: arquitetura escolar, processo de projeto, análise de projetos.

ABSTRACT

School building design in the State of São Paulo is managed by the Foundation for School Development (*Fundação para o Desenvolvimento da Educação* - FDE), which is also responsible for verifications and approvals of proposals. Results of post-occupancy evaluations have shown that many school buildings present less than satisfactory conditions, mainly in relation to environmental comfort and do not sufficiently support activities recommended in the literature, affecting thus the quality of education. Studies on the FDE design process show that professionals working for this foundation need support during the design process, especially to verify designs under development. This paper is part of a doctoral thesis that is being developed at University of Campinas – UNICAMP. This work is further based on a previous study, which analyzed design evaluation methods to verify their applicability for the development of a specific method to support the school building design process in the State of São Paulo. A survey was held and three methods were selected: DQI for Schools (Design Quality Indicator), the method called “Evaluation method for school building design with optimization of aspects of environmental comfort” and the method “Comparative Floorplan Analyses” (CFA). The results showed some aspects of these methods support the development of a new method. In this paper a precedence method was used to analyze FDE school designs. This method specifically was considered an important instrument to support decision-making in school design. Future studies indicate the transformation of this method in a computer based tool and data bank for a more efficient application to design processes.

Keywords: school architecture, design process, design analysis.

1. INTRODUÇÃO

A literatura internacional sobre arquitetura escolar (SANOFF, 2001; NAIR & FIELDING, 2005; DUDEK, 2007; WALDEN, 2009; TAYLOR, 2009; LIPPMAN, 2010) discute as tendências pedagógicas e suas respostas arquitetônicas, concentradas na etapa de elaboração do programa arquitetônico e desenvolvimento do escopo do projeto. No Brasil, as discussões sobre o ambiente escolar também são abundantes e, em sua maioria, são pautadas em resultados de avaliações pós-ocupação - APO (ORNSTEIN & BORELLI NETO, 1996; KOWALTOWSKI et al., 2001, LABAKI & BUENO-BARTHOLOMEI, 2001; AZEVEDO, 2002; PIZARRO, 2005; ORNSTEIN, 2005; ORNSTEIN & MOREIRA, 2008; RHEINGANTZ et al, 2008; ELALI & GONDIM, 2010; BLOWER & AZEVEDO, 2010; KOWALTOWSKI, 2011). No entanto, poucos trabalhos tratam da metodologia do processo de projeto (MÜLLER, 2007; FIGUEIREDO, 2009; DELIBERADOR, 2010; MOREIRA & KOWALTOWSKI, 2009) e de avaliações de projetos. Pesquisas em APO concentram-se nas falhas do ambiente físico pelas suas próprias evidências. A aplicação de APOs tem como base métodos e conceitos próprios, mas apresente realimentação de projetos lenta, sendo, desta forma, mais popular na academia que em escritórios de arquitetura. Sabe-se também que a avaliação de projetos arquitetônicos é feita de maneira informal pelos profissionais de projeto, sendo objeto de discussão mais freqüente para a crítica arquitetônica (KOWALTOWSKI et. al., 2006).

No Estado de São Paulo a Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE) é responsável por distribuir, coordenar e avaliar os projetos de edificações escolares desenvolvidos por escritórios terceirizados contratados. Disponibilizam-se aos escritórios o programa arquitetônico, previamente definido pela Secretaria da Educação, o levantamento topográfico e catálogos técnicos (componentes construtivos e modulação exigida), além de lista das normas que deverão ser consultadas. Os resultados das APOs nestas escolas indicam que o conforto ambiental, entre outros aspectos como a necessidade de adaptação do espaço para receber determinado projeto pedagógico e o desenvolvimento de projetos participativos, podem ser melhorados. Os estudos sobre o processo de projeto destes edifícios auxiliam no aumento da qualidade deste aspecto (DELIBERADOR, 2010).

As avaliações de projeto que ocorrem de maneira mais informal não aplicam métodos e ferramentas de apoio. Acontecem naturalmente no processo de projeto enquanto a proposta é desenvolvida e o projetista analisa mentalmente as questões sobre proporções, funções e aspectos de acesso, conforto, técnicas construtivas, entre outros. As avaliações formais na sua maioria apresentam métodos e ferramentas de análise e avaliação que possuem características conceituais, estruturais variadas. Em alguns casos o objetivo é a alimentação de um novo processo de projeto, com identificação de requisitos de projeto, desejos de usuários e cliente com atenção especial para evitar a recorrência de erros de projetos e obras anteriores. As análises e avaliações também podem visar à identificação de interferências ou possíveis problemas de obra ainda na fase de projeto. Para cada tipo de verificação e em cada fase do processo são recomendados métodos e ferramentas específicos. Independente do formato de apresentação nota-se um grande avanço em métodos que avaliam objetivamente o projeto, como os sistemas de certificação e as ferramentas simuladoras. Os métodos que tratam de aspectos subjetivos do projeto, valores, impacto estético e satisfação ainda são em menor número, justamente pela dificuldade de sistematizar a análise de tais atributos qualitativos.

Este artigo está relacionado a uma pesquisa de doutorado em andamento, intitulada “Novas práticas de apoio ao desenvolvimento de projetos para a arquitetura escolar do Estado de São Paulo”, desenvolvida na UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. O trabalho realizou, dentre outras atividades, o levantamento de métodos e ferramentas de análise e avaliação de projetos presentes na literatura, com o objetivo de investigar elementos que fossem mais adequados para apoiar o processo de projeto da FDE (PEREIRA & KOWALTOWSKI, 2012). Foram selecionados os métodos *Design Quality Indicator (DQI) for Schools* (DQI, 2010), a “Metodologia de Avaliação de conforto ambiental de projetos escolares - otimização multi-critérios” (GRAÇA & KOWALTOWSKI, 2004) e *Comparative Floorplan Analysis (CFA)*, (VOORDT, VRIELINK, WEGEN, 1997). Tais métodos foram aplicados em uma amostra de escolas da FDE e seus desempenhos foram comparados.

Observou-se que a grade conceitual do *DQI for Schools* prima pela riqueza de linguagem oferecida pelo conjunto de requisitos de projetos incluídos nos indicadores, criando um vocabulário para o projeto que estimula o diálogo entre os participantes da avaliação. A sua concepção que relaciona atributos suporta as decisões do arquiteto e permite incorporar conteúdo sobre arquitetura escolar encontrado na literatura. A análise da “Metodologia de Avaliação de conforto ambiental de projetos escolares - otimização multi-critérios” e o método CFA reforçaram a idéia do uso de consulta aos elementos gráficos, já que o arquiteto pode experimentar várias alternativas de projeto e conferir visualmente o desempenho dos resultados. A estrutura do método CFA se mostrou eficaz porque permite que o processo de análise seja feito de forma

interativa, decompondo problemas em uma estrutura de valores e critérios previamente definidos. O sistema de pontuação do *DQI for Schools* mostrou que para as avaliações de aspectos objetivos as escalas de pontos e pesos poderiam ser mantidas. Para os aspectos subjetivos a escala de pontos perde a sua função, já que as avaliações podem ser realizadas individualmente também. Observou-se que o sistema de ponderação de valores explícito do *DQI for Schools* é a função que pode realmente aumentar a qualidade da avaliação, porque é focada no desempenho de atributos isolados, permitindo que o profissional saiba qual aspecto do projeto pode ser mantido e qual precisa de maior atenção, direcionando o desenvolvimento do trabalho e otimizando o tempo. Observa-se, entretanto, que a meta de valores deste método é extraída da discussão sobre o que a comunidade, os usuários do edifício e os arquitetos esperam deste projeto. Este modelo é eficiente, mas não sistematiza o projeto modelo de referência de qualidade. Deste modo, o método requer que o profissional tenha habilidade para transmitir o entendimento de vários aspectos desmembrados dos projetos de referência para a estrutura semântica do método, é um processo interno. Portanto, espera-se para a prática de projeto da FDE que estes projetos modelos estejam também estruturados previamente e que esta atividade de estruturação acompanhe a dinâmica da evolução da arquitetura escolar. Espera-se também que as evidências semânticas estejam sempre acompanhadas de modelos gráficos.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar um aspecto da forma de projetos de escolas públicas do Estado de São Paulo e projetos exemplares de escolas, para verificar a aplicabilidade de um método de análise de precedentes.

3. MÉTODO

Na seleção dos projetos das escolas públicas do Estado de São Paulo foram levados em consideração, inicialmente, os tipos de lote nos quais estão inseridos. A escolha dos terrenos para a implantação dos edifícios escolares destas escolas não fica a cargo da FDE. Estes são oferecidos pela Secretaria da Educação e a Fundação não tem qualquer envolvimento nesta tarefa. Deliberador (2010) concluiu que o processo de projeto para a FDE deve-se haver uma fase na vistoria do local do empreendimento chamada de “Avaliação da situação”. Nesta, os arquitetos precisam reconhecer se estão lidando com uma “Situação normal” ou uma “Situação de risco”. A “Situação de risco” envolve, principalmente, problemas com o lote (dimensões e formato), com ruídos ou construções existentes, orientação solar complicada, falta de possibilidade para ventilação cruzada, interferências acústicas por falta de separação de zoneamento das atividades, problema dos desníveis, fechamento da escola, interligação de todos os volumes, etc.

Dos 81 projetos da amostra presentes na publicação *Arquitetura escolar paulista – estruturas pré-fabricadas* (FDE, 2006) foram selecionados 33 projetos com características singulares, como combinação entre tipologias e quadras, por exemplo. Aplicou-se o método de seleção de terrenos de Graça & Kowaltowski (2004) e estes projetos foram classificados em quatro conjuntos de acordo com características de seus terrenos: retangulares aprovados e reprovados, e quadrados aprovados e reprovados. Para fins de análise, os terrenos foram aglutinados em retangulares e quadrados. Para a análise dos aspectos formais selecionou-se 17 projetos que apresentavam material mais completo, como narrativas e figuras acompanhando as plantas e cortes. Os projetos (exemplares) precedentes foram selecionados nos mesmos padrões de classificação de terreno dos projetos da FDE. Foram escolhidos 17 projetos incluídos nas bases de dados do *Design Share Home, The American Institute of Architects - AIA, World Buildings Directory Online Database, Architectural Record Building Type Study*. Há uma variedade de sites que discutem o ambiente escolar, embora as bases de dados de projeto nem sempre estão especificadas com detalhamento necessário para análise. Estas bases foram selecionadas por serem reconhecidas, apresentarem projetos com qualidade arquitetônica relevante, figuras, plantas, cortes e narrativas.

Uma grade conceitual específica para este procedimento foi determinada, tendo em vista o conteúdo disposto na literatura sobre arquitetura escolar, os requisitos presentes no método *DQI for Schools*, resultados de entrevistas com arquitetos que projetam para a FDE e o contexto das atividades que acontecem nas escolas públicas do Estado de São Paulo¹. A análise dos aspectos formais seguiu o padrão utilizado no método *Comparative Floorplan Analysis* (CFA), ou seja, primeiro observou-se o contexto/local, depois o edifício, por fim, os ambientes. Para realizar um recorte, este artigo selecionou o aspecto formal “tipologia”

¹ As atividades que acontecem as escolas públicas do Estado de São Paulo foram investigadas no material da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, que contém relatórios do Programa Escola de Tempo Integral.

para análise. A frequência de aparecimento de cada aspecto foi marcada, bem como os projetos nos quais estes aspectos estão presentes. Em cada cruzamento do aspecto com o requisito funcional pertinente foi marcado o número relativo à quantidade de vezes que este aspecto consta no grupo de análise. Na análise de aspectos negativos, optou-se por marcá-los com 0 (zero), para evidenciar lacunas e não permitir que estes cruzamentos sejam somados posteriormente nos pesos gerais. Da mesma maneira, os aspectos relacionados ao local que não sofrem interferência de criação do arquiteto são marcados, embora não sejam computados, já que não se trata de intervenções arquitetônicas e sim, da contextualização. A representatividade de cada requisito funcional é obtida com a somatória dos cruzamentos aos quais foram estabelecidos. Portanto, a representatividade dos requisitos funcionais marcados está ligada diretamente com a frequência com a qual eles estão presentes na amostra. Para estabelecer a representatividade dos atributos, é feita uma somatória dos requisitos funcionais, ponderando-se a quantidade de requisitos funcionais em cada atributo (Figura 1).

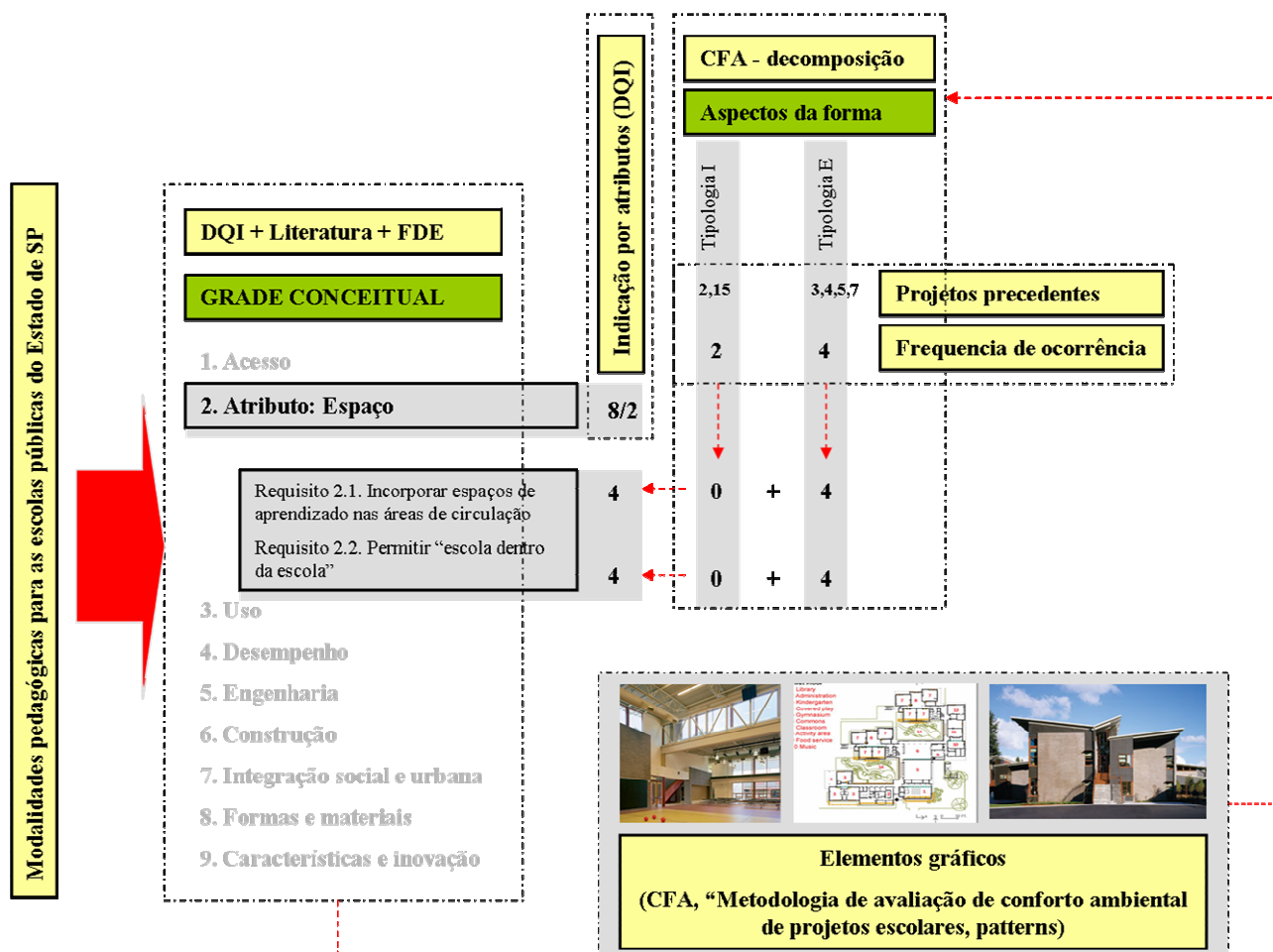


Figura 1 – Esquema do método de análise de precedentes

4. ANÁLISE

Não há nenhuma indicação sobre tipologias no manual da FDE, apesar de que as publicações existentes diferenciam os projetos em quatro tipos principais: compactas e verticalizadas, horizontais com quadra ao centro, dispostas em dois volumes e longitudinais. Para a análise, deste trabalho, a tipologia é classificada conforme os parâmetros da literatura, que leva em consideração principalmente a organização das salas de aula e os serviços básicos da escola. Em relação á análise aos projetos da FDE, a tipologia que mais se destaca nos terrenos retangulares e quadrados é o modelo “fordiano”, no qual as salas estão distribuídas linearmente em torno de um corredor central. É o modelo de arranjo de salas que remete às configurações tradicionais da escola e, portanto, apresenta algumas lacunas em termos de qualidade arquitetônica. Os aspectos que podem ser apontados neste tipo de arranjo referem-se a pouca oportunidade de criação de espaços de aprendizado em corredores, grande fluxo de alunos em relação aos espaços de circulação e rota de visitantes e de alunos que se cruzam. Também apresentam problemas relacionados ao conforto ambiental, principalmente se os corredores não têm nenhum tipo de abertura lateral ou zenital, impedindo a ventilação

cruzada recomendada para o clima de local é há interferência do ruído de uma sala de aula para uma outra do outro lado do corredor e dos ruídos do próprio corredor (Figura 2).

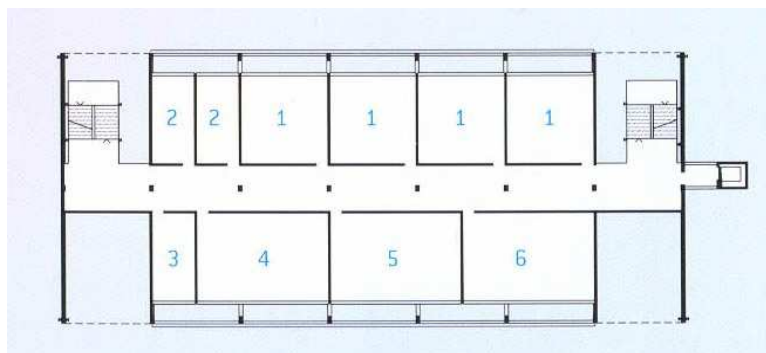


Figura 2 - Tipologia de planta de escola de modelo "fordiano"

Observa-se também, nos terrenos retangulares e quadrados, a tipologia de galerias perimetrais, na qual os corredores estão à margem da fachada externa e as fileiras de salas de aula são adjacentes. Nesta tipologia são mantidas as mesmas características do modelo "fordiano", mas que permite melhor conexão visual com o exterior e bom nível de iluminação natural nos espaços de circulação. Por outro lado, a ventilação natural é comprometida, já que as salas de aula têm abertura em uma única face que abre para o corredor prejudicando a acústica da sala. Salienta-se que as galerias perimetrais requerem um bom recurso de dispositivo de proteção solar e intempéries em suas fachadas devido à exposição e largura dos corredores (Figura 3). As tipologias I, U e O são variações de um mesmo modelo de configuração arquitetônica no caso dos projetos da FDE. Estas apresentam espaços de recreação centrais rodeados por serviços básicos no térreo e por salas e aula nos pavimentos superiores (Figura 4). A aplicação desta tipologia nos projetos da FDE requer atenção em relação ao posicionamento da quadra de esportes e localização de pátios. Nos projetos da amostra, as tipologias I e U apresentam salas de aula tangenciando os ambientes de esportes, a quadra permanece no núcleo central e, portanto, a interferência acústica e a impossibilidade de aberturas zenitais devem ser levadas em consideração.

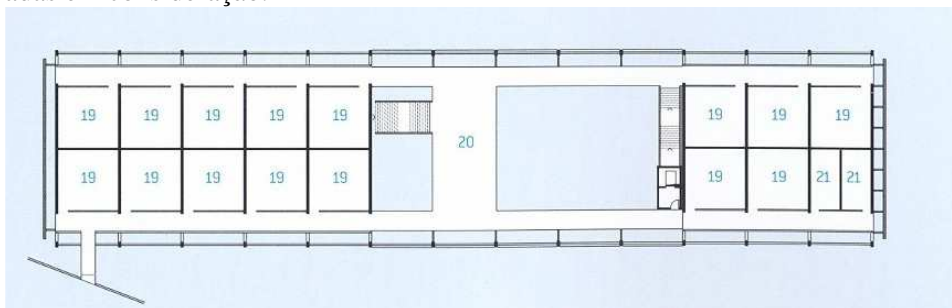


Figura 3 - Tipologia de galerias perimetrais

Neste caso, a literatura considera equivalente a interferência acústica tanto em ambientes que estão localizados no térreo quanto àqueles nos dois andares superiores (GRAÇA & KOWALTOWSKI, 2004; GRAÇA, 2002). Recomenda-se o manejo da área de esportes ou recreação para fora deste núcleo e que o mesmo seja aproveitado para jardins, atividades didáticas de pequenos e grandes grupos ou artísticas. Dentre as vantagens que estas opções oferecem listam-se:

1. As salas de aula podem ter aberturas para duas faces opostas para ambientes externos, o que contribui para a iluminação e ventilação natural;
2. Os corredores não estão confinados entre salas, portanto há possibilidades de incremento no conforto ambiental desde que sejam levados em considerações aberturas zenitais e pátios internos descobertos;
3. O posicionamento das salas e corredores permite adequações para espaços de aprendizado externos às salas de aula e conexões entre ambientes internos e externos;
4. Facilidades para supervisão nos corredores;
5. Facilidade no acesso aos serviços.

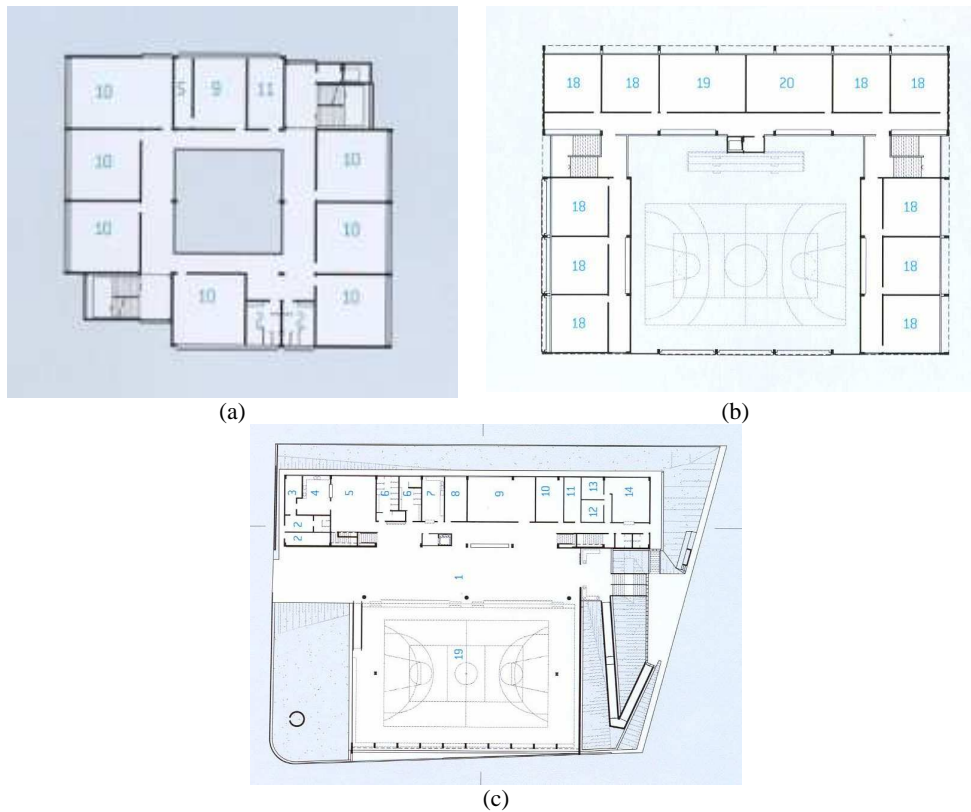


Figura 4 - (a) tipologia O, (b) tipologia U, (c) tipologia I

A análise dos projetos precedentes (exemplares) em terrenos retangulares e quadrados destaca a tipologia E e H. A tipologia em E, mais conhecida como espinha de peixe, apresenta a vantagem de configurar uma organização de subgrupos de salas de aula dentro da escola e dividir os níveis curriculares. Estes grupos podem ser conjuntos de salas com corredor único, modelo “fordiano” ou grupos de salas em torno de espaços comuns. Os grupos de salas em torno de espaços comuns são modelos ricos no que diz respeito a prover mais oportunidades para diferentes modalidades de aprendizado. As salas centrais podem ser usadas para pesquisas rápidas em computadores, aprendizado individual, pequenos grupos, ou monitoramento individual pelo professor. Também servem como hall de entrada para o conjunto de salas, espaço de convivência dos alunos de salas diferentes e é um meio de conexão com o espaço externo, quando implantadas no térreo (Figura 5).



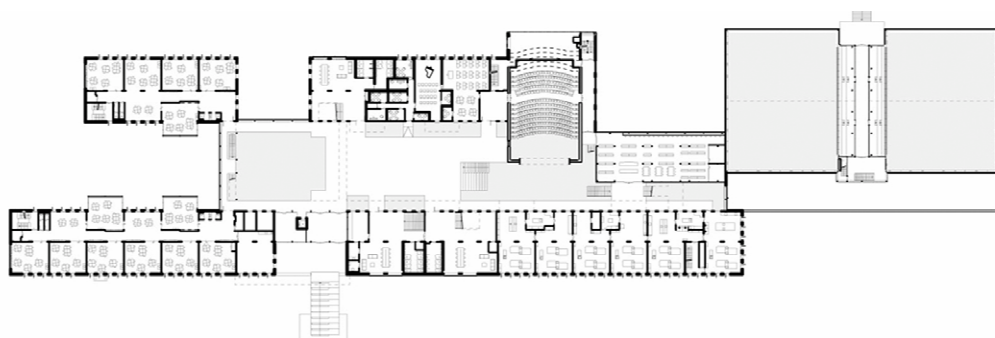
Figura 5 – Tipologia E – espinha de peixe

A tipologia espinha de peixe tem seus serviços distribuídos linearmente por toda a extensão do edifício, ligando os conjuntos de salas de aula. Esta é a diferença básica entre a tipologia E e a tipologia de recursos centralizados com subgrupos, já que a segunda não têm os recursos distribuídos linearmente. Esta distribuição apresenta três vantagens. A primeira é que o corredor principal tem largura suficiente (e variável) para abrigar espaços de aprendizado. A segunda vantagem é que os espaços das grandes áreas podem estar conectados uns aos outros. Se o partido estrutural permitir flexibilidade, há chances de que as

grandes áreas possam ser integradas e ampliadas, por exemplo, um refeitório unido a um espaço de apresentações ou uma quadra de esportes unida a um espaço multifuncional. A terceira vantagem é que este modelo dificulta a relação do fluxo entre alunos-visitantes e alunos-funcionários, prevendo maior privacidade e segurança aos conjuntos de salas de aula.

A tipologia em H também aparece nos dois terrenos para projetos precedentes e a sua maior vantagem é a área central como função de Praça, onde “as atividades em grupo acontecem”. Por este motivo, a maior condição para que esta tipologia seja funcional é que ela esteja simétrica ao plano e este núcleo de espaços e serviços seja centralizado. Há possibilidades de divisão de níveis curriculares. Também há possibilidades para espaços de aprendizados e lanches informais distribuídos nesta parte central da escola. Para esta tipologia, a ventilação e a iluminação natural são possíveis de serem resolvidas com transparências e aberturas bem localizadas. A solução acústica do projeto deve ser observada com cautela, já que os espaços de recreação centrais podem interferir nas salas de aula. A Figura 6 mostra uma variação do modelo de tipologia H, no qual os balcões das ruas do aprendizado do segundo andar estão voltados para a Praça Central, contribuindo para a integração dos alunos. Na Praça, a escadaria possui largura suficiente e localização centralizada para promover um espaço de estar, social e de observação.

Os projetos precedentes apontam duas tipologias restritas aos terrenos retangulares que têm larguras mínimas: em V e I. A tipologia em V é uma variação do modelo “fordiano”, na qual o corredor aumenta de largura progressivamente. Geralmente a maior abertura é destinada à entrada principal da escola e ao redor dela estão os equipamentos de lazer. O projeto da Figura 7 mostra como uma escola de tipologia V pode abrigar todos os ambientes do programa arquitetônico, prever espaços de circulação diferentes dos corredores confinados, e criar uma setorização que mantenha a integração entre os espaços de cultura e lazer com a comunidade. Na entrada da escola estão conjugados o ginásio de esportes, o centro literário e de pesquisa, com serviços básicos disponíveis, como sanitários e estacionamento próximo. Os dois volumes lineares têm alturas diferentes, o que proporciona possibilidade para a entrada de iluminação e ventilação natural.



(a)



(b)

Figura 6- (a) tipologia H, projeto #2 da amostra (b) balcões voltados para a Praça central

A tipologia em I constitui de apenas uma fileira única de salas de aula com corredor em um dos lados. Esta pode ser considerada a ideal em termos de conforto ambiental devido ao arranjo das salas, embora a análise da qualidade geral dependa de outros fatores como o aproveitamento das relações entre espaços internos e externos e posicionamento das áreas de recreação e esportes. Diferentemente da tipologia em I encontrada nos projetos da FDE, a tipologia I observada na amostra dos precedentes não apresenta volumes interpondo uma das fachadas, portanto as salas de aula são favorecidas por aberturas em paredes paralelas. Há preocupação com o tratamento de elementos que bloqueiem a radiação solar já que as fachadas

principais estão orientadas à Leste-Oeste, como os brises laminados coloridos e as ripas de madeira. Esta tipologia não oferece facilidades de ambientes de aprendizado anexos às salas de aula (Figura 7).

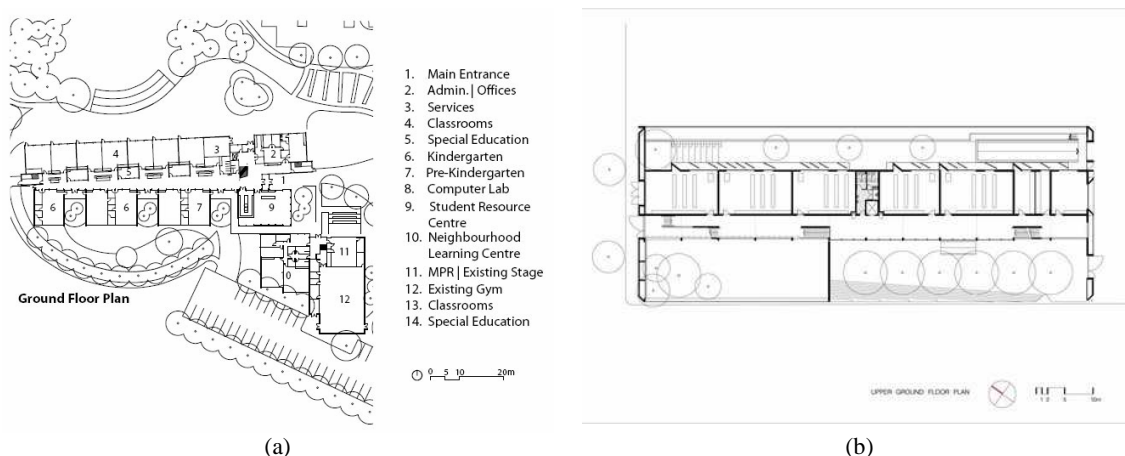


Figura 7 (a) – tipologia V, (b) tipologia I

Uma configuração encontrada em um dos projetos precedentes foi desenvolvida sobre um plano axial simétrico, onde os ambientes apresentam formas regulares e as junções entre eles e os espaços de lazer tomam as formas curvas do terreno irregular. A análise desta permite observar as possibilidades de resolução da tipologia em terrenos irregulares mesmo levando-se em consideração ambientes ortogonais comuns ao projeto escolar. No caso deste projeto, a distribuição da escola em torno de duas praças de lazer, somadas a uma entrada neutra, levaram a uma setorização sem hierarquia, incomum aos projetos escolares.

Na análise observou-se que os cruzamentos dos projetos da FDE abrangem os atributos: Espaço, Uso, Desempenho e Ambiente interno, distribuídos em 9 requisitos funcionais (com cruzamentos positivos), sendo que o requisito “Uso” possui maior representatividade no conjunto (Gráfico 1). Os cruzamentos na análise das variações tipológicas dos projetos precedentes apresentaram relações com os atributos: Acesso, Espaço, Uso, Desempenho, Construção, Integração social e urbana, Ambiente interno, Formas e materiais e Características e inovação. Apenas o atributo “Engenharia” não foi incluído no conjunto. O atributo que apresentou maior representatividade foi o “Espaço” e, ao todo, 37 requisitos funcionais foram assinalados positivamente. A grade conceitual é desenvolvida com base na relação entre os atributos e indicadores, ou seja, o comprometimento com um dos requisitos certamente influenciará outros requisitos de atributos diferentes. Um projeto de qualidade tem seus aspectos formais atendendo ao máximo de requisitos aos quais ele possa influenciar. Esta variedade de atributos atingida no cruzamento, portanto, evidencia um dos aspectos que sinaliza a qualidade do projeto. Deste modo, a consulta de um projeto precedente, neste método, parte da análise das relações que o aspecto formal em questão pode alcançar. A observação dos projetos auxilia o arquiteto a compor a idéia da solução.

Supõe-se que o arquiteto que esteja desenvolvendo um projeto de edifício escolar para a FDE, queira investigar a melhor opção de tipologia para seu projeto. Contextualizando a situação hipotética, este arquiteto tem a vantagem de ter sido disponibilizado um terreno quadrado e regular para o projeto e, como restrição, tem-se a modulação estrutural exigida pela Fundação. Neste caso, a tipologia V não é recomendada à FDE, porque possui partido estrutural irregular, ou seja, não se aplica aos padrões modulares. A tipologia em I e H são favoráveis aos terrenos mais estreitos e compridos, portanto, fora de contexto. As tipologias E - espinha de peixe e tipologia de recursos centralizados são opções que podem comportar um projeto para a FDE e obter melhor aproveitamento do terreno. De acordo com a análise, a tipologia E aparece em um maior número de vezes na linha de frequência do histórico de projetos analisados, mostrando que é tendência nos edifícios escolares de qualidade.

Em observação aos requisitos funcionais cruzados com o aspecto formal selecionado, notam-se outros aspectos formais que implicam diretamente no projeto quando se utiliza esta tipologia. Estas são as ligações secundárias, as quais são influenciadas na análise de um determinado aspecto formal e podem ser verificadas durante o desenvolvimento do projeto. Nos requisitos “entrada para níveis curriculares diferentes” e “permitir escola dentro da escola”, “relacionar ambiente interno e externo”, e “evitar relação de alunos e visitantes”, observa-se o cruzamento com o aspecto formal “agrupamento de salas com espaços descobertos (ou cobertos) centrais”.

Para escolas implantadas em regiões de clima quente e que não utilizam condicionamento artificial, como é o caso da FDE, o modelo espinha de peixe deve adotar espaços centrais abertos para cada conjunto

de salas, favorecendo o desempenho térmico. Os espaços entre os conjuntos podem gerar oportunidade para resfriamento passivo e ventilação natural, se forem combinadas vegetação e dispositivos de proteção solar. Quando não há o planejamento para este espaço entre os conjuntos de salas o resultado pode ser inverso, já que há mais superfície de paredes em contato com o meio externo.

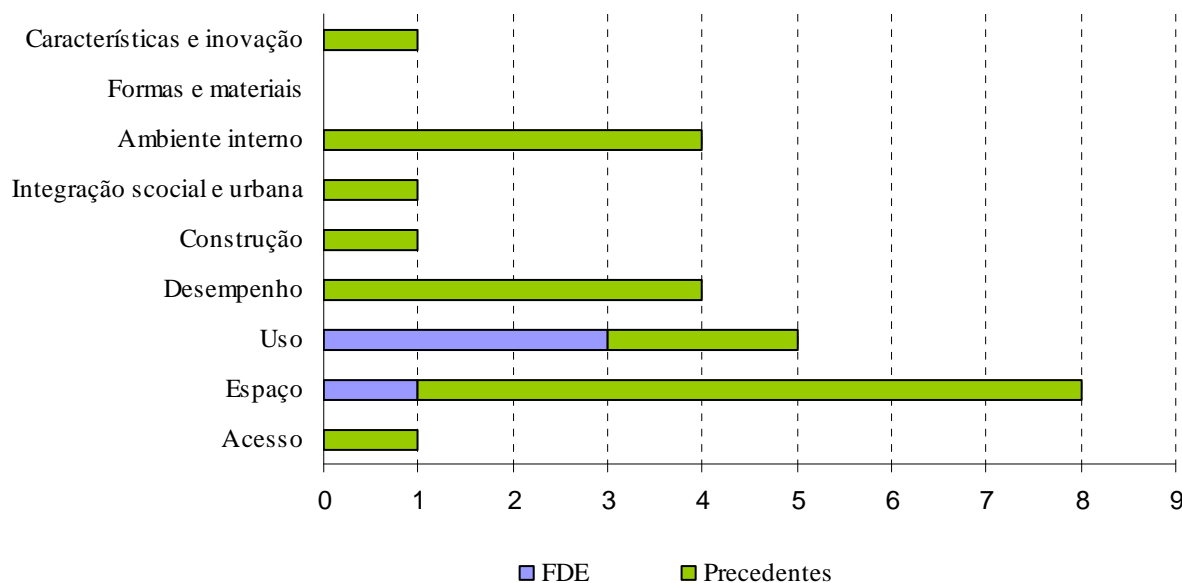


Gráfico 1 – Representatividade dos atributos para a FDE e para os precedentes (exemplares) para o aspecto formal “tipologia”

No requisito “evitar relação de alunos e visitantes” também se encontra o cruzamento com o aspecto formal “acesso distinto para o setor de esportes e arte com pátio na entrada”, que pode ser favorável ao acesso distinto ao setor de esportes, exigência do Programa Escola da Família². No requisito “incorporar espaços de aprendizado nos espaços de circulação” há o cruzamento com o aspecto formal “corredor curvo com largura variável”. O corredor principal de uma tipologia E pode ser reconhecido como uma Rua do Aprendizado³ se forem observados aspectos como largura e iluminação adequados, mobiliário e oportunidades de espaços de aprendizado.

Conclui-se que a tipologia pode ser utilizada em um terreno regular, plano, para a FDE, desde que o programa esteja distribuído em apenas um pavimento ou o segundo pavimento esteja implantado sobre o eixo principal da tipologia. Também, para que a inclusão da tipologia tenha êxito em seus propósitos pedagógicos e funcionais, podem ser incorporadas as principais características de relacionamentos secundários entre requisitos funcionais e aspectos formais observados nesta análise.

5. CONCLUSÕES

A aplicação do método de precedentes mostrou que este é um instrumento favorável para sistematizar a tomada de decisão para escolher melhores soluções para determinados aspectos de projetos escolares, observando os exemplares de mesma tipologia. Para estudos futuros prevê-se a inserção do método em um sistema de banco de dados para projetos de edificações escolares. A literatura aponta que um dos principais problemas de banco de dados que utilizam textos e projetos (ou croquis) é a dificuldade em manter a sua atualização, já que em grande parte deles o método de construção não é explícito e o usuário não é o autor do método. Portanto, a definição de um método claro, simplificado, e baseado na representatividade de presença, ou seja, a frequência de ocorrência pode ajudar na sua constante realimentação. A definição dos aspectos morfológicos do método envolveu um trabalho anterior de investigação sobre quais elementos seriam mais adequados para o trabalho durante o desenvolvimento e verificação de projetos de escolas públicas do Estado de São Paulo. Portanto, a construção da grade conceitual e a definição do sistema de estrutura e pontuação e o uso de precedentes tiveram como ponto de partida o processo de projeto destas

² Programa escola da Família prevê que as quadras de esportes estejam abertas durante os finais de semana para atender às atividades sociais e de lazer da comunidade onde o edifício escolar está inserido.

³ Rua do Aprendizado é um conceito proposto por Nair & Fielding (2005) que diz respeito sobre como os espaços de circulação podem abrigar ambientes do programa arquitetônico, atividades de ensino-aprendizado e sociabilização.

escolas e são específicos para tal contexto. A replicação de seu uso pode ser realizada em outros contextos ou tipologias, mas para ter eficiência desejada recomendam-se estudos direcionados.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, G.A.N. **Arquitetura escolar e educação: um modelo conceitual de abordagem interacionista**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Novembro 2002, 208 p.
- BLOWER, H.C.S.; AZEVEDO, G.A.N. **Avaliação pós-ocupação em creche institucional do município do Rio de Janeiro: uma experiência no lugar da educação infantil**. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos, v.5; 99-130, EESC – USP, 2010.
- DELIBERADOR, M.S., **O processo de projeto de arquitetura escolar no Estado de São Paulo: caracterização e possibilidades de intervenção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2010.
- DESIGN QUALITY INDICATOR (DQI), Disponível em <http://www.dqi.org.uk> acessado em Dezembro de 2010.
- DUDEK, M., **Schools and Kindergartens - a design manual**. Berlin: Birkäuser, 2007.
- ELALI, G. V. M. A. ; GONDIM, L. . **Avaliação Pós-ocupação como base para o projeto de intervenção no Núcleo de Educação da Infância (NEI-UFRN)** em Natal, Brasil. In: NUTAU 2010 - 5. Seminário Internacional Arquitetura, Urbanismo e Design - produtos e mensagens para ambientes sustentáveis, 2010, São Paulo, SP. Anais do NUTAU 2010. São Paulo: Nutau, 2010. v. 1. p. 1-16.
- FDE. **Arquitetura escolar paulista - estruturas pré-fabricadas**, São Paulo, Diretoria de obras e serviços, 2006, p 336.
- FIGUEIREDO, F.G., **Processo de Projeto Integrado visando à melhoria do desempenho ambiental de edificações: levantamento, análise e comparação de dois estudos de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2009.
- GRAÇA, V.A.Z. da & Kowaltowski, D.C.C.K., **Metodologia de avaliação de conforto ambiental de projetos escolares usando o conceito de otimização multicritério**, Revista ambiente construído, v. 4, n. 3 , 2004, pp. 19 - 35.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; BORGES FILHO, F.; LABAKI, L.C.; RUSCHEL, R.C.; BERTOLI, S.R. & PINA, S.A.M.G., **Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares estaduais de Campinas – SP**. Relatório Científico/ Fapesp. Campinas, SP: UNICAMP, 2001.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; CELANI, M.G.C; MOREIRA, D.C.; PINA, S.A.M.; RUSCHEL, R.C.; SILVA, V.G. da; LABAKI, L.C. & PETRECHE, J.R.D., **Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6, n.2, p. 07-19, abr./jun. 2006.
- LABAKI, L.C. & BUENO-BARTHOLOMEI, C.L., **Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares na rede pública, Campinas – SP**. In: ENCAC – VI Encontro Nacional e III Encontro latino-americano sobre conforto no ambiente construído, São Pedro, SP, 11 a 14 de novembro de 2001. Anais. CD-ROM.
- LIPPMAN, P.C., **Evidence-based design of elementary and secondary schools. A responsive approach to creating learning environments**. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, 2010.
- MOREIRA., D. De Carvalho & KOWALTOWSKI, D.C.C.K., **Discussão sobre a importância do programa de necessidades para a qualidade no processo de projeto em arquitetura**. Revista ANTAC, Ambiente Construído, jun. 2009, v. 9, n. 2 pp. 31-45.
- MÜLLER, C.M. **Espaços de ensino-aprendizagem com qualidade ambiental: o processo metodológico para elaboração de um anteprojeto**. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.
- NAIR, P. & FIELDING, R., **The language of school design. Design patterns for the 21th century school**. 2ed. National Clearinghouse for Educational Facilities. Índia, 2005.
- ORNSTEIN, S.W. & BORELLI NETO, J., **O desempenho de edifícios da rede estadual de ensino – O caso da Grande São Paulo**. São Paulo: FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1996.
- ORNSTEIN, S.W. & MOREIRA, N.S., **Evaluating School Facilities in Brazil**. OECD/PEB – Program on Educational Building Department), 2008.
- ORNSTEIN, S.W., **Post-occupancy evaluation in Brazil. Evaluating Quality in Educational Facilities**. OECD/PEB – Program on Educational Building Department), 2005.
- PIZARRO, P.R. **Estudo das variáveis d conforto térmico e luminoso em ambientes escolares**. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial). UNESP - Universidade Estadual Paulista (Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação). 155p. Bauru, São Paulo, 2005.
- PEREIRA, P.R.P.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K., **Análises de métodos de avaliação de projetos**. IN: **Gestão e Tecnologia de Projetos - GTP**, v. 7, n. 1, pp. 3 -19, maio 2012
- RHEINGANTZ, P.A.; AZEVEDO, G.A.N.; BRASILEIRO, A.; ALCANTRA, D.; QUEIROZ, M. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação**. Editora FAPERJ Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.
- SANOFF, H., **School buildings assessment methods**. National Clearinghouse for Educational facilities. Washington, DC., 2001.
- TAYLOR, A., **Linking Architecture and Education: Sustainable Design of Learning Environments**. University of New Mexico Press, 2009.
- VOORDT, T. J. M. van der; VRIELINK, D.; WEGEN, H. B. R. van. Comparative floorplan analysis in programming and architectural design. **Design Studies**, 18, 67-88, 1997.
- WALDEN, R., **Schools for the future. Design Proposals from Architectural Psychology**. Hogrefe & Hubers Publishers. Germany, 2009.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro recebido para o desenvolvimento da pesquisa.