



## **QUALIDADE AMBIENTAL NA EDIFICAÇÃO: O CASO DAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

**Rosângela Fulche de Souza Paes (1); Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos (2)**

(1) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, rosangelafulche@gmail.com

(2) DSc. Professor, leopoldobastos@gmail.com.

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Rio de Janeiro–RJ

### **RESUMO**

O projeto para o ambiente construído deve em sua essência incorporar cada vez mais os conceitos de sustentabilidade, e com maior propriedade quando se trata da edificação escolar. Inserido nesta ampla problemática, o objeto de estudo do presente artigo é a qualidade ambiental e o desafio de conciliar múltiplos critérios ambientais na concepção do projeto para a edificação escolar, em especial nas escolas públicas de Ensino Fundamental da cidade do Rio de Janeiro, sendo enfatizado o conforto ambiental. Compreende-se que na concepção da edificação escolar em questão, ainda que sejam reconhecidas linguagens formais, o que predomina é a referência a modelos arquitetônicos preexistentes, enquanto as relações ambientais - que deveriam representar requisito em qualquer processo criativo - frequentemente são relegadas a um segundo plano. Considerando o quadro preocupante das edificações escolares brasileiras, onde, de uma forma geral, é constatada uma série de problemas relacionados à qualidade ambiental, a cidade do Rio de Janeiro não representa uma exceção. Pelo contrário, os modelos se repetem trazendo consigo problemas não solucionados. Também o presente artigo aborda a utilização de instrumentos de auxílio ao processo projetual dedicados a múltiplos critérios, além de enfatizar a potencialidade de utilização do Método GPAS<sup>1</sup>, em auxílio à concepção de projeto para a edificação escolar.

Palavras-chave: edificação escolar, qualidade ambiental, abordagem multicritério.

### **ABSTRACT**

Nowadays, the building design in essence may consider a sustainable approach, and mainly in schools architecture conception. Considering this point, the aim of this paper is to consider environmental quality and the challenge for reconciling multiple environmental criteria in the architectural project design for building schools, especially at the Public Elementary Schools in Rio de Janeiro city. It is emphasize the indoor environmental comfort. From the school building analyzed case are recognized formal languages in which predominate standard reference models instead of solutions solving environmental constraints. Along the country this situation is the same as that from Rio de Janeiro city. Rather, the models are repeated bringing with them the unresolved issues. Also, in addition, is presented some multicriteria approach methods to aid the architectural conception, and examined a specific method, the GPAS Method to be applied in architectural school designs.

Keywords: school building, environmental quality, multicriteria approach.

<sup>1</sup> Método desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa GPAS - Projeto, Arquitetura e Sustentabilidade, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental da edificação está inserida na ampla problemática da sustentabilidade e trata das questões ligadas à qualidade do ambiente construído e aos impactos desta edificação sobre o meio ambiente.

O presente artigo pretende discorrer sobre a qualidade ambiental e o desafio de conciliar múltiplos critérios ambientais na concepção do projeto para a edificação escolar, em especial nas escolas públicas de Ensino Fundamental da cidade do Rio de Janeiro.

### 1.1. A edificação escolar e a qualidade ambiental

Inicialmente, é preciso reconhecer a importância do ambiente construído para a eficácia do processo educativo. A ambiência escolar deve não apenas atender a função, mas permitir a fruição de seus espaços; sendo oferecidos ambientes confortáveis, saudáveis, seguros, acolhedores, estimulantes, convidativos, interativos e propícios às relações interpessoais. Contudo, os aspectos perceptivos, cognitivos e comportamentais resultantes da interação dos usuários com a edificação escolar, apesar de relevantes, não serão examinados neste trabalho. Aqui, a qualidade ambiental é tratada atendo-se aos múltiplos critérios ambientais a serem considerados no processo de projeto da edificação escolar, isto é, ao conjunto de condições físicas capazes de proporcionar conforto, bem-estar e salubridade aos seus usuários; e aos impactos decorrentes desta edificação ao meio ambiente.

Por sua importância, a busca pela qualidade ambiental na edificação escolar vem se tornando objeto de estudos frequentes. No âmbito internacional pode-se destacar as publicações do *Collaborative for High Performance Schools*<sup>2</sup> (CHPS, 2006 e 2004), sendo que o volume II (*Design*, 2006) foi adaptado pelo Governo dos Estados Unidos, através do Programa *U.S. Department of Energy's Rebuild America Energy Smart Schools*, criando um documento de referência nacional, o *National Best Practices Manual for Building High Performance Schools* (NBPM-BHPS, 2007).

O CHPS (2006, v.1) qualifica uma escola “de alto desempenho” como aquela que emprega as melhores estratégias de projeto e tecnologias de construção da atualidade, de forma que ofereça ambientes saudáveis e confortáveis; utilize racionalmente os recursos, incluindo energia e água; funcione como uma ferramenta de ensino; ofereça espaços e serviços à comunidade; tenha funcionalidade e facilidade de manutenção; estabeleça uma atmosfera educacional segura e protegida.

Entre as publicações governamentais brasileiras, encontra-se também uma preocupação com a temática, em trabalhos como os *Parâmetros Básicos de Infra-estrutura para Instituições de Educação Infantil* (BRASIL/MEC, 2006), elaborado pelo Grupo Ambiente-Educação-GAE<sup>3</sup> e *Espaços Educativos Ensino Fundamental - Subsídio para Elaboração de Projetos e Adequação de Edificações Escolares* (BRASIL/MEC, 2002).

A pesquisa nacional referente à qualidade ambiental na edificação escolar é vasta, principalmente com enfoque na Avaliação Pós-Ocupação e em aspectos perceptivos, cognitivos e comportamentais dos ambientes escolares, como as de Souza (2009), Páscoa (2008), Blower (2008) e Elali (2002). Enfocando abrangentemente o conforto ambiental, podem ser citadas pesquisas referentes principalmente ao estado de São Paulo: Graça (2002 e 2008), Mueller (2007) e Moreira (2005), entre outros. No entanto, identifica-se que ainda são bastante escassos os trabalhos direcionados para as questões de conforto ambiental nas edificações escolares situadas em todo o estado do Rio de Janeiro. Como raros exemplos recentes, cita-se Monteiro (2009) e Goes et al. (2012).

### 1.2. Destaque para o conforto ambiental

Entende-se que entre os múltiplos critérios a serem considerados na concepção do projeto, o conforto ambiental (higrotérmico, visual e acústico) deve merecer destaque por apresentar relação direta com a eficácia do processo educativo.

Ainda assim, conforme destaca Mueller (2007), é preocupante a quantidade de escolas brasileiras (públicas ou privadas) que não oferecem as mínimas condições físicas para que ali sejam realizadas as

---

<sup>2</sup> O CHPS foi criado em 1999 no estado da Califórnia/EUA, quando órgãos ligados a produção e fornecimento de energia se reuniram com a intenção de encontrar a melhor forma de promover o alto desempenho nas escolas. Esta parceria foi aos poucos recebendo novas adesões e hoje, como uma organização sem fins lucrativos, oferece: autocertificação e programa de reconhecimento; treinamento para profissionais de projeto; manual prático; e orientação quanto a recursos (materiais e serviços) com alto desempenho.

<sup>3</sup> O GAE é um grupo multidisciplinar de estudos dedicados aos ambientes educacionais, cujos membros são profissionais das Universidades UFRJ/UERJ/UCP.

atividades básicas a que se propõem, além de ser alarmante o estado físico de grande parte de nossas escolas públicas. A conservação destes espaços é precária, muitas vezes somando-se a este problema a falta de qualidade do projeto e da execução da obra. A autora observa que são condições extremamente prejudiciais para o processo de ensino-aprendizagem na escola: cores inadequadas ou a falta de pintura nas paredes, má iluminação, excesso de frio ou calor, má ventilação, má qualidade do ar, ruídos e ambientes improvisados.

Este quadro é reafirmado por Kowaltowski *et al.* (2012), que constata nos resultados de diversas avaliações de Pós-Ocupação que, de uma forma geral, as edificações escolares brasileiras possuem uma série de problemas relacionados ao conforto ambiental e à funcionalidade, e consideram que os parâmetros atuais de projeto necessitam de uma revisão criteriosa.

O conforto higrotérmico é de grande importância para o desempenho de alunos e professores. Salas de aula quentes e abafadas ou excessivamente frias reduzem a atenção e limitam a produtividade. Também, a Qualidade do Ar Interno, QAI, é essencial em qualquer edificação por estar diretamente ligada à saúde, ao bem estar e ao desempenho de seus ocupantes. Para os ambientes destinados a abrigar crianças, a QAI se torna ainda mais importante face a vulnerabilidade destes usuários (CHPS, v.1, 2006).

O conforto visual depende de um bom projeto de iluminação, que integre e harmonize os sistemas de iluminação natural e artificial. O uso efetivo da luz natural no interior das edificações possui imenso valor, influenciando diretamente na saúde e produtividade de seus usuários. Pesquisas indicam que há uma forte correlação entre a penetração da luz natural – controlada - em salas de aula e a frequência dos estudantes e seu desempenho acadêmico (INNOVATIVE DESIGN, 2013).

Sabe-se que a exposição ao excesso de ruído causa uma série de distúrbios ao organismo humano, contribuindo ainda para o comportamento agressivo e a fácil irritabilidade. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, os níveis sonoros excessivos na escola e em casa, além de afetar a qualidade da comunicação verbal, acarretam uma série de problemas no desenvolvimento intelectual dos alunos. Ainda assim, constata-se que são precárias as condições acústicas em ambientes escolares, estando estas edificações sujeitas aos ruídos gerados internamente e àqueles provenientes do exterior, sendo que com muita frequência o ruído interno representa a principal fonte.

### **1.3. O enfoque holístico**

A busca pela qualidade ambiental insere novas problemáticas e redimensiona várias outras que, recentemente e não raro, vinham sendo relegadas a um segundo plano quando da fase de concepção do projeto arquitetônico. A questão energética faz parte deste contexto. O uso previsto da energia elétrica, em iluminação artificial e condicionamento de ar, deve estar voltado para uma minimização de desperdício e para o emprego de recursos naturais na geração de energia.

Assim, o projetista deve considerar uma série de condições do sítio de implantação, tais como: topografia, tipo de rugosidade do terreno, características do entorno, situação climática, insolação, luz natural, pluviometria e ventos. Também alguns alvos devem ser incorporados ao processo de concepção, como a escolha consciente dos materiais, a utilização de fontes de energia renováveis, a ventilação natural, a iluminação natural, o aproveitamento das águas pluviais e a reutilização das águas servidas.

Para alcançar uma arquitetura com qualidade ambiental e, mais abrangentemente, uma arquitetura sustentável, é necessário um enfoque holístico quando da fase de concepção, onde são definidas as prioridades relativas a cada projeto. Portanto constitui-se um desafio a ação do projetar que considere toda a variedade destas questões energéticas e ambientais que vêm se somar aos critérios usuais de projeto. Com o intuito de melhor auxiliar ao arquiteto, a literatura aberta tem apresentado alguns instrumentos de auxílio ao processo projetual dedicados a múltiplos critérios. Como exemplo podem ser citados: Barroso-Krause *et al.* (2012); Zambrano *et al.* (2010); Zambrano (2008); Amorim (2007). Mais especificamente orientados para a edificação escolar: *DQI-Design Quality Indicator* (2013); Kowaltowski e Pereira (2012). Porém como a concepção de uma edificação sustentável, é um assunto extremamente amplo e multidisciplinar, verifica-se que ainda há muito espaço para discussões e análises, principalmente quando da fase da concepção do projeto.

### **1.4. Caracterização das escolas públicas de Ensino Fundamental na cidade do Rio de Janeiro**

Considerando a diversidade de formas de abordagem e de instrumentos de auxílio à conciliação dos diversos critérios ambientais na concepção do projeto arquitetônico, procurou-se melhor conhecer as especificidades das escolas públicas de Ensino Fundamental da cidade do Rio de Janeiro. Julga-se que a análise do processo de concepção destas escolas permita auxiliar na identificação da forma de abordagem mais adequada.

De acordo com Rowe (1992 apud KOWALTOWSKI, 2011), os estudos do processo criativo indicam

pelo menos cinco tipos de heurística aplicados na solução de projetos arquitetônicos: analogias antropométricas (a base é o corpo humano e os limites dimensionais); analogias literais (elementos da natureza inspiram a forma); relações ambientais (aplicação de princípios científicos ou empíricos da relação homem/ambiente, como clima da região, tecnologia e recursos disponíveis); tipologias (conhecimento de soluções anteriores ou protótipos) e linguagens formais (estilos).

Di Trapano e Bastos (2011) constatam que na contemporaneidade, apresenta-se para o arquiteto um grande desafio para a concepção das formas, face ao compromisso necessário com a qualidade ambiental. Os autores destacam duas situações: (i) quando a forma é resultante de um processo de concepção, fundamentado nos requisitos de qualidade ambiental, (ii) quando parte-se de uma forma já pré-determinada, mas os requisitos de qualidade ambiental se fazem presentes como orientadores no processo de concepção. Por fim, consideram que a segunda condição seja a mais frequente, onde a forma pré-determinada, da qual parte o projeto, se baseia em referências arquitetônicas; seja a própria linguagem formal do arquiteto (estilo) ou uma tipologia conhecida (solução anterior ou protótipo) que ao profissional, naquele momento, parece atender adequadamente às necessidades do projeto.

Ao analisar-se a edificação escolar pública da cidade do Rio de Janeiro, compreende-se que em sua concepção, ainda que sejam reconhecidas linguagens formais, o que predomina é a referência a modelos arquitetônicos preexistentes<sup>4</sup>. Considerando o quadro preocupante da qualidade ambiental nas edificações escolares brasileiras, a cidade do Rio de Janeiro não representa uma exceção. Pelo contrário, os modelos se repetem, muitas vezes trazendo consigo os problemas não solucionados.

As referências arquitetônicas podem ser constituídas por padrões construtivos, organização espacial, formas, proporções, princípios compositivos, aberturas, esquadrias, dispositivos de sombreamento e de distribuição de luz, entre outros; sendo que estes elementos apresentam grande interferência nas questões de conforto ambiental.

O quadro é complementado pelo reconhecimento de que na concepção dessas edificações escolares, as relações ambientais - que deveriam representar requisito em qualquer processo criativo - frequentemente são relegadas a um segundo plano.

A percepção dessa realidade instiga a análise dos diversos elementos arquitetônicos face aos critérios ambientais. Considera-se que esta análise possa contribuir para o melhor entendimento destas relações e consequentemente para a qualidade do projeto arquitetônico escolar.

Cabe ainda destacar que a inspiração em modelos arquitetônicos preexistentes, caso eles tragam problemas de qualidade ambiental não solucionados, resulta em consequências ainda maiores quando o projeto que está sendo concebido tem a finalidade de se tornar um projeto padrão. A prática da padronização é corrente na construção de escolas públicas cariocas – onde um mesmo projeto (chamado de padrão ou típico) é construído em diversos terrenos – o que gera uma responsabilidade ainda maior em relação à qualidade do projeto. Conforme descreve Azevedo (2009), “É comum a adoção de soluções prontas ou partidos arquitetônicos e componentes construtivos padronizados, sem uma maior reflexão sobre o contexto físico-ambiental e sociocultural existente”.

A tendência pela simplificação e padronização é consequência direta da era da industrialização visando a otimizar a produção. A utilização de projetos padronizados para a construção de escolas públicas tem sido uma prática comum desde a década de 1930 quando foi iniciada a sistematização da produção da arquitetura escolar, no contexto do processo de modernização e reestruturação da sociedade brasileira (EHRlich, 2002). Essa padronização apresenta vantagens inegáveis: redução de prazos e de consumo de recursos e custos; obtenção de melhor qualidade na execução; e facilidade de gerenciamento e manutenção da rede. Por outro lado, caracteriza-se por grande fragilidade no que se refere à adequação do projeto a sítios diversos. Para Azevedo (2009), esta fragilidade é confirmada pelas dificuldades e incoerências na implantação das edificações, onde as soluções são quase que independentes dos terrenos onde estão situadas, resultando em gastos para adaptação do edifício, salas de aula com localização inadequada e áreas externas com pouco ou nenhum tratamento paisagístico.

Ainda que se utilize de modelos arquitetônicos com certa versatilidade quanto à organização espacial, os problemas de implantação frequentemente são graves, em função da necessidade de se adequar projetos pré-concebidos aos terrenos disponíveis. Além do que, muitas vezes as condições oferecidas pelo terreno, tais como relações dimensionais, localização e condições de vizinhança, já deveriam inviabilizar sua utilização. A Figura 1 ilustra bem esta situação, onde se apresenta uma escola construída, segundo o projeto típico atual da Prefeitura (Escola Padrão), em um exíguo terreno.

---

<sup>4</sup> Aqui não foi utilizado o termo “tipologias” optando-se pela consideração de que um “tipo” já carregue consigo todas as qualidades necessárias ao bom desempenho da edificação.

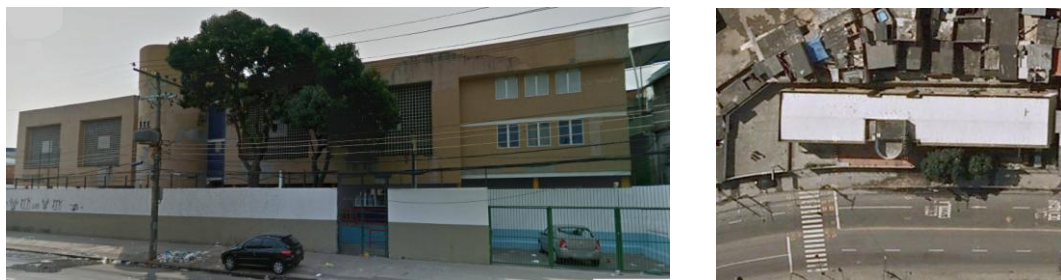


Figura 1 – E.M. Albino Souza Cruz Manguinhos  
Fonte: Google Earth em 06/04/2013

Sendo assim, a pesquisa acerca dos aspectos de concepção de projeto relacionados à implantação também se mostra prioritária nesse contexto. Inclusive pelo agravante de que, não raro, em nome da ampliação do número de vagas, a edificação escolar pública na cidade do Rio de Janeiro sofre ampliações que descaracterizam completamente a implantação original, comprometendo profundamente o desempenho do conjunto.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem o objetivo de focar a qualidade ambiental e o desafio de conciliar múltiplos critérios ambientais para a concepção do projeto da edificação escolar, em especial nas escolas públicas de Ensino Fundamental da cidade do Rio de Janeiro. Entre os muitos alvos, procura-se enfatizar o conforto ambiental, por apresentar uma relação direta com a eficácia do processo educativo. O artigo ainda pretende demonstrar a utilidade do uso de instrumentos multicritérios como forma de conciliar os diversos critérios ambientais na concepção do projeto, além de examinar a potencialidade de utilização de um método específico – o Método GPAS - em auxílio à concepção do projeto da edificação escolar em questão.

## 3. MÉTODOS DE ANÁLISE E DE AUXÍLIO AO PROJETO

Segundo Barroso-Krause *et al.* (2012), a partir da década de 1990 surgiram metodologias de auxílio à elaboração de projetos, num primeiro momento como forma de contribuição ao desenvolvimento de projetos com alta qualidade ambiental e depois orientados para o conceito mais amplo de sustentabilidade. Estes métodos apresentam especificidades conforme o país de origem, mas a importância da gestão do processo de projeto e o apelo pela realização do projeto de forma integrada como caminhos para a construção sustentável são características comuns a todas estas propostas.

Entende-se que tais instrumentos, quando dedicados a múltiplos parâmetros simultâneos, permitem uma ampla abordagem da edificação. No entanto, conforme avaliam Zambrano *et al.* (2010), em sua maioria, são destinados principalmente à avaliação de desempenho global e certificação da edificação. De acordo com Loots & Irurah (2005, apud ZAMBRANO *et al.* 2010), estes instrumentos frustram quando são adotados para o auxílio ao projeto, uma vez que não dispõem de aspectos específicos que possam auxiliar nas decisões da concepção, funcionando apenas como check-lists.

Por outro lado, existem instrumentos multicritérios especificamente destinados a auxiliar o projeto. Estes são baseados em procedimentos metodológicos bem definidos, que identificam alternativas de solução segundo objetivos específicos, podem associar atributos e pesos, e permitem comparar tais soluções alternativas para uma tomada de decisão.

Voltado diretamente para a avaliação das condições de conforto acústico, térmico, luminoso e funcional em projetos de edificações escolares (no caso, configurado para as escolas públicas do estado de São Paulo), podemos citar o “Método de avaliação de conforto ambiental de projetos escolares - Otimização Multicritérios” (GRAÇA e KOWALTOWSKI, 2004 e KOWALTOWSKI e PEREIRA, 2012). O método pode ser dividido em três fases. Na primeira há a análise das dimensões dos terrenos em que estas escolas estão inseridas, de modo a permitir certa flexibilidade de decisões em projeto. A segunda fase consta de uma análise gráfica de variações tipológicas<sup>5</sup> para diversos aspectos de conforto térmico, luminoso e acústico. Os

<sup>5</sup> Mantida neste ponto a terminologia de “tipologia” utilizada pelas autoras na descrição de seu método.

valores destas tipologias são expressos em graus de pertinência para cada variável encontrada, sendo que estes graus foram definidos através de questionários respondidos por especialistas de cada área. Para o conforto funcional analisa-se a distância entre as salas de aula e os banheiros, sendo que as medidas são também convertidas em graus de pertinência. Por fim, há a escolha de uma solução de compromisso de projeto, já que os parâmetros de conforto interferem entre si.

O método foi aplicado em projetos de escolas públicas do Estado de São Paulo (KOWALTOWSKI e PEREIRA, 2012), sendo identificadas pelas autoras as seguintes possibilidades de melhoria: inclusão de análise topográfica e da razão entre as dimensões na seleção dos terrenos; inclusão de outros requisitos para análise, além dos aspectos de conforto ambiental; inclusão do método em algum outro método com grade conceitual generalizada.

Também dedicado à edificação escolar, o método *Design Quality Indicator - DQI for Schools (DQI, 2013; KOWALTOWSKI e PEREIRA, 2012)* é baseado em uma grade conceitual de avaliação formada por três indicadores principais e seus respectivos atributos: Funcionalidade (uso, acesso e espaço), Qualidade da Construção (desempenho, sistemas de engenharia e construção) e Impacto (forma e materiais, ambiente interno, integração social e urbana, inovação e características). O mecanismo de peso apresenta-se em forma de indicações pontuadas onde a impressão dos avaliadores (tipicamente entre cinco e quinze pessoas envolvidas como empreendimento) pode variar de “discordo fortemente” a “concordo fortemente”, incluindo as opções “não aplicável” e “não sei”. Sugere-se que a avaliação seja feita em quatro estágios correspondentes aos quatro diferentes momentos do processo de construção: Programa, Projeto, Ocupação e Avaliação Pós-Ocupação.

O método também foi aplicado em projetos de escolas públicas do Estado de São Paulo (KOWALTOWSKI e PEREIRA, 2012), sendo que as autoras sugerem modificações principalmente no que se refere ao seu sistema de pontuação e concluem que o método é valioso para o desenvolvimento do programa arquitetônico, devido ao seu caráter generalista e enriquecedor do diálogo. Consideram ainda que o instrumento pode formar um conjunto de princípios de análise de projetos, já que a grade conceitual é completa e fundamentada; e que a apresentação dos resultados caracteriza muito mais um resumo de todo o trabalho de avaliação do que um instrumento de realimentação de projeto.

O “Diagrama Morfológico” (AMORIM, 2007), apesar de não estar voltado especificamente para a edificação escolar, representa interessante instrumento de auxílio ao projetista no desenvolvimento do senso crítico com relação à qualidade ambiental de qualquer projeto. O método é baseado no chamado Morphological Box de Baker et al (1993 apud AMORIM, 2007)) que busca disseminar o uso eficiente da luz natural nos espaços construídos, além de poder ser chamado de “método tipológico”, com um repertório armazenado de formas e tipos, que permite que estes modelos sejam adaptados a programas específicos. A partir deste instrumento, gerou-se o então denominado “Diagrama Morfológico”, que acrescenta categorias com base nas especificidades do contexto climático e construtivo brasileiro, além de ampliar a análise, originalmente restrita à luz natural, a outros requisitos ambientais, como conforto térmico, conforto acústico e eficiência energética. O Diagrama prevê a compilação dos dados em uma sequência que parte do Espaço Urbano, passando pelo Edifício e chegando ao Ambiente. Utiliza-se marcar em cor os aspectos que são percebidos como pontos a serem ainda “otimizados” no projeto ou no edifício existente, permitindo uma leitura rápida dos pontos a serem revistos. A autora propõe que o instrumento seja utilizado tanto para análise de edifícios considerados exemplares na adequação ao contexto climático, possibilitando a criação de um repertório a ser armazenado, quanto para auxílio durante o processo projetual, nas fases iniciais e finais do projeto.

O Diagrama foi empregado em edificações com funções e localidades diversas (AMORIM, 2007), sendo que os resultados obtidos foram considerados positivos pela autora, pois na maioria dos projetos ficaram evidenciados pontos positivos e também pontos passíveis de melhorias. A autora segue destacando que, em uma possível evolução, poderão ser criadas escalas de valores para o instrumento, em busca de relacionar o uso de determinadas estratégias de projeto ao tipo de clima.

A seguir o Método GPAS será examinado de forma mais detalhada a fim de demonstrar sua potencialidade de utilização em auxílio à concepção do projeto para a edificação escolar, através do enfoque proposto por este trabalho.

### **3.1. Método GPAS**

A metodologia foi desenvolvida com base no referencial francês HQE® - Haute Qualité Environnementale

(Alta Qualidade Ambiental)<sup>6</sup> e no Método ADDENDA®, criado por empresa francesa de mesmo nome.

O HQE® corresponde ao referencial, para a abordagem de qualidade ambiental e sustentabilidade das edificações, estabelecido pelas esferas governamentais francesas, a ser seguido compulsoriamente em concursos públicos de projetos. A partir de catorze alvos básicos, na esfera do comitê de planejamento do concurso, são definidos os “alvos prioritários” para o empreendimento.

AMBIENTE EXTERNO	AMBIENTE INTERNO
<b>ECO-CONSTRUÇÃO</b>	<b>CONFORTO</b>
Alvo 1: Relação harmoniosa das construções com o entorno imediato Alvo 2: Escolha integrada dos processos de construção Alvo 3: Canteiro com poucos incômodos	Alvo 8: Conforto higrotérmico Alvo 9: Conforto acústico Alvo 10: Conforto visual Alvo 11: Conforto olfativo
<b>ECO-GESTÃO</b>	<b>SAÚDE</b>
Alvo 4: Gestão de energia Alvo 5: Gestão da água Alvo 6: Gestão de dejetos das atividades Alvo 7: Assistência técnica e manutenção	Alvo 12: Condições sanitárias Alvo 13: Qualidade do ar Alvo 14: Qualidade da água

Tabela 1 – Os 14 alvos ambientais propostos pelo referencial HQE  
Fonte: adaptado de ADDENDA (2006) apud ZAMBRANO (2008)

Conforme esclarece Zambrano (2008), o Método ADDENDA® foi desenvolvido para apoiar a aplicação do referencial HQE® e tem por objetivo facilitar a integração dos critérios ambientais no processo de concepção, através de uma abordagem arquitetônica, auxiliando nos processos de decisão para a hierarquização dos alvos. O método propõe a integração dos alvos ambientais no projeto através das problemáticas de concepção e não o contrário. A abordagem é feita a partir do cruzamento dos alvos com aspectos de concepção de projeto, que podem ser organizados em quatro problemáticas arquitetônicas genéricas: Implantação, Morfologia, Materialidade e Espacialidade. A partir destas quatro problemáticas arquitetônicas, reagrupam-se cerca de vinte “conceitos arquitetônicos” pelos quais são identificados mais de cinquenta “parâmetros sensíveis” de análise. Os conceitos e parâmetros sintetizam o conjunto de temas arquitetônicos e técnicos essenciais a um projeto.

No método, as relações de cada parâmetro sensível com os alvos ambientais devem ser analisadas e, em função destas, desenvolvidas recomendações específicas. Nota-se que as recomendações associadas aos parâmetros de projeto devem estar presentes na etapa anterior ao início do projeto, ou seja, na fase de programação, o que permitirá conduzir o projeto no caminho da qualidade ambiental.

Para a hierarquização dos alvos, definindo quais são prioritários ao projeto, o método induz a uma análise prévia de diversos mapas temáticos e posteriormente à criação de uma matriz de auxílio à decisão, que cruza os alvos HQE® com os aspectos de concepção do projeto (BARROSO-KRAUSE *et al.*, 2012). A título de exemplo, a Tabela 2 mostra a matriz de análise da problemática Morfologia.

PROBLEMÁTICA		CONCEITOS ARQUITETÔNICOS		PARÂMETROS SENSÍVEIS	ALVOS AMBIENTAIS															
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
2 MORFOLOGIA	2.1	OPÇÕES DE COMPACIDADE	2.1.1	Forma																
	2.2	DEFINIÇÃO DE OCUPAÇÃO	2.2.1	Superfície																
			2.2.2	Localização																
	2.3	COMPOSIÇÃO DE ESCALAS	2.3.1	Elevação																
2.3.2			Repartição																	
2.4	EMBASAMENTO	2.4.1	Ancoragem																	

Tabela 2 – Matriz de análise da problemática Morfologia - Método ADDENDA®  
Fonte: adaptado de WEKA (2003) apud ZAMBRANO (2008)

O Método GPAS destina-se a auxiliar a seleção de projetos em concursos de arquitetura (ou somente a avaliação de projetos), tomando como referência o Método ADDENDA® e sua matriz de auxílio à decisão, mas inovando ao inserir a atribuição de pontos (realizada por especialistas) e a realização de ponderações. Além disso, os parâmetros de análise são adaptados a cada contexto específico e, em caso de concurso, também baseados no Edital. (BARROSO-KRAUSE *et al.*, 2012).

O método foi empregado em concurso para escolha de anteprojeto para um edifício de laboratório de

<sup>6</sup> No Brasil, convém que atualmente seja aplicado o Processo AQUA, versão atualizada do referencial francês e adaptada à realidade brasileira.

pesquisas a ser construído no Parque Tecnológico da UFRJ (BARROSO-KRAUSE *et al.*, 2012). Segundo os autores, o método avaliação e pontuação proposto pelo GPAS permitiu evidenciar tanto as características positivas quanto as soluções que poderiam exercer um impacto negativo no desempenho ambiental da edificação. Expressar a avaliação das soluções numericamente, entretanto, somente foi possível porque participaram da discussão no grupo especialistas de diferentes áreas. Neste aspecto reside também a limitação do método, que somente será utilizado de forma adequada por especialistas nas áreas do conhecimento envolvidas (sustentabilidade, conforto ambiental, entre outras). Finalmente os autores ressaltam que a partir do método foi possível também destacar as discrepâncias em termos de soluções ambientais apresentadas nos projetos, uma vez que os projetistas algumas vezes priorizam determinado requisito ambiental em detrimento de outro.

A título de comparação, a Tabela 3 mostra a matriz de análise do tópico que inclui a problemática Morfologia, baseada na matriz ADDENDA® com parâmetros de análise adaptados ao contexto específico do projeto objeto do concurso.

CRUZAMENTO SOLUÇÕES PROJETUAIS, REQUISITOS ECO-EFICIENCIA TERMO DE REFERENCIA - SEDE NUTRE	EDIFICAÇÃO COMO ENTORNO IMEDIATO	ORGANIZAÇÃO TOPOLOGICA E FUNCIONAL	ESCOLHA INTEGRADA DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS	GESTÃO DA ENERGIA	GESTÃO DA ÁGUA	GESTÃO DE REJEITOS	REPARO E MANUTENÇÃO	CONFORTO HIGROTÉRMICO	CONFORTO ACÚSTICO	CONFORTO VISUAL	CONFORTO OLFATIVO	SISTEMAS COMPLEMENTARES	PAISAGISMO ÁREA EXTERNA	TOTAL
<b>FOCO 2: MORFOLOGIA, VOLUMETRIA, ORGANIZAÇÃO DE ABERTURAS</b>														
fator de forma (desempenho)														
escala dos(s) volume(s) projetados														
relação com o solo: pilotis, térreo, com sub solo														
aberturas luz: localização, disposição, proporção, proteção														
aberturas vento: localização, disposição, proporção, desempenho da tipologia														

Tabela 3 – Matriz de análise do tópico que inclui a problemática Morfologia – Método GPAS  
Fonte: Zambrano et al. (2010)

#### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão analisados os métodos de análise e de auxílio ao projeto anteriormente descritos, procurando-se identificar o mais adequado às especificidades da edificação escolar objeto de estudo neste trabalho.

O método “Otimização Multicritérios” trabalha diretamente com a análise gráfica de variações tipológicas, sendo o único voltado para a avaliação de conforto ambiental em edificações escolares brasileiras. Sua configuração original foi elaborada para as condições contextuais das escolas públicas do estado de São Paulo, estando sua utilização em outra localidade condicionada a uma adaptação ao novo contexto, incluindo a revisão dos graus de pertinência utilizados na avaliação.

O método *Design Quality Indicator - DQI for Schools* levanta uma série de aspectos relevantes na análise da edificação escolar, possuindo um formato que estimula o diálogo e a troca de ideias entre os participantes da avaliação.

O Diagrama Morfológico também trabalha diretamente com a análise gráfica de variações tipológicas, abrindo um leque ainda maior de elementos a serem examinados. Sua estrutura permite a análise de qualquer tipo de edificação, assim como em qualquer localidade, voltando-se para o desenvolvimento do senso crítico do projetista.

Os métodos examinados acima, todos aplicáveis tanto durante o processo projetual quanto na avaliação de projetos, podem oferecer importantes contribuições conceituais à análise da edificação escolar objeto deste estudo. No entanto, o presente trabalho se detém no método GPAS por considerá-lo com potencialidade para utilização em auxílio à concepção do projeto para a edificação escolar, através do enfoque aqui proposto.

O método se mostra interessante por propor a integração dos alvos ambientais no projeto através do cruzamento destes alvos com aspectos de concepção de projeto. Toma como referência os alvos ambientais do procedimento HQE® e a estrutura metodológica do método ADDENDA®, com seus mapas temáticos e sua matriz de auxílio à decisão. Nesta estrutura os aspectos de concepção estão organizados em quatro



problemáticas arquitetônicas genéricas: Implantação, Morfologia, Materialidade e Espacialidade, que se desdobram em diversos “conceitos arquitetônicos” e estes, por sua vez, remetem a uma diversidade ainda maior de “parâmetros sensíveis” de análise. Os conceitos e parâmetros sintetizam o conjunto de temas arquitetônicos e técnicos essenciais a um projeto.

A estrutura descrita permite o confronto pretendido pelo presente trabalho: cruzar amplamente os inúmeros elementos arquitetônicos do projeto com os múltiplos critérios ambientais, além de incluir a importante problemática relativa à implantação. Com sua estrutura matricial, o método conduz a uma análise sistêmica e minuciosa das múltiplas questões envolvidas. O método GPAS ainda possibilita a atribuição de pontos e a realização de ponderações, além de permitir sua utilização com enfoques variados, a partir da adaptação dos parâmetros de análise a contextos específicos.

## 5. CONCLUSÕES

Conforme discutido no presente artigo, a concepção arquitetônica vem se tornando atividade cada vez mais complexa, considerando toda a variedade das questões energéticas e ambientais que vêm se somar aos critérios usuais do projeto. Para o enfoque holístico necessário, onde devem ser definidas as prioridades relativas a cada empreendimento, recomenda-se a utilização de instrumentos de auxílio ao processo projetual dedicados a múltiplos critérios. Com este olhar, enfocou-se a qualidade ambiental na edificação escolar, em especial nas escolas públicas de Ensino Fundamental da cidade do Rio de Janeiro, ao enfatizar o conforto ambiental, por apresentar uma relação direta com a eficácia do processo educativo.

Compreende-se que na concepção da edificação escolar em questão, ainda que sejam reconhecidas linguagens formais, o que predomina é a referência a modelos arquitetônicos preexistentes, enquanto as relações ambientais - que deveriam representar requisito em qualquer processo criativo - frequentemente são relegadas a segundo plano. A questão foi levantada porque, constatadas as condições preocupantes de qualidade ambiental das escolas brasileiras, verifica-se que a cidade do Rio de Janeiro não representa exceção. Pelo contrário, os modelos se repetem, muitas vezes trazendo consigo os problemas não solucionados. A situação é agravada pela prática frequente de padronização do projeto para as escolas públicas desta cidade.

A percepção dessa realidade instiga o confronto dos diversos elementos arquitetônicos com os múltiplos critérios ambientais, no momento de responder ao desafio de conciliar estes critérios na concepção do projeto. Sendo assim, pesquisou-se um instrumento de auxílio ao processo projetual que, além de valorizar o conforto ambiental, possibilitasse amplamente numa conciliação deste confronto.

Constata-se que todos os métodos examinados podem oferecer importantes contribuições conceituais à análise da edificação escolar objeto deste estudo. No entanto, o presente trabalho considera o método GPAS como o mais adequado ao enfoque aqui proposto, por apresentar grande potencial de análise através de uma estrutura que permite cruzar amplamente inúmeros aspectos e elementos arquitetônicos do projeto com os múltiplos critérios ambientais. Ainda, permite sua utilização com enfoques variados, a partir da adaptação dos parâmetros de análise a contextos específicos.

A praticidade da utilização do Método GPAS em auxílio à tomada de decisão durante a fase de concepção do projeto ainda não foi testada. No entanto, pode-se reconhecer que, com sua estrutura matricial, o mesmo conduz a uma análise sistêmica e minuciosa das múltiplas questões envolvidas, o que permitirá certamente contribuir para um melhor entendimento de uma série de relações, em benefício do processo projetual das escolas estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, C.N.D. (ORG.) Diagrama Morfológico Partes I e II. **PARANOÁ: cadernos de arquitetura e urbanismo**. ano 6, n.3, Brasília, FAU/UnB, 2007.
- AZEVEDO, G.A.N. **Escolas, Qualidade Ambiental e Educação no Brasil: Uma Contextualização Histórica**. ELETROBRÁS / IAB-RJ. 2009.
- BARROSO-KRAUSE, C.; BASTOS, L.E.G.; SANTOS, C.M.L.; Maria Lygia A. de NIEMEYER, M.L.A.; SALGADO, M.S.; ZAMBRANO, L.M.A. Princípios de alta qualidade ambiental aplicados ao processo de seleção de projetos de arquitetura: o laboratório NUTRE. **Revista Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 7, n. 1, p. 73-89 , dez. 2009/mai. 2012.
- BLOWER, H. C. S. **O lugar do Ambiente na Educação Infantil: Estudo de Caso na Creche Doutor Paulo Niemeyer**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ, 2008.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros básicos de infra-estrutura para instituições de educação infantil**. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- \_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Fundo de Fortalecimento da Escola. **Espaços educativos de ensino fundamental: subsídios para elaboração de projetos e adequação de edificações escolares**. Cadernos Técnicos nº 4, volume I. Brasília: MEC/FUNDESCOLA, 2002.
- CHPS -Colaborative for High Performance Schools – **Best Practices Manual: Volume I - Planning** (2006); **Volume II - Design**

- (2006); *Volume III - Criteria* (2006); *Volume IV - Maintenance & Operations* (2004); *Volume V - Commissioning* (2006) e *Volume VI - Relocatable* (2006). California, U.S.
- DESIGN QUALITY INDICATOR (DQI). *The DQI tool*. Disponível em <http://www.dqi.org.uk>. Acessado em janeiro de 2013.
- DI TRAPANO, P.; BASTOS, L.E.G. **Dois casos bem sucedidos resultantes da relação entre forma e qualidade ambiental: Fábrica da Natura – SP e Centro de Reabilitação Infantil Sarah Rio – RJ**. XI ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído / VII ELACAC – Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído – Búzios, RJ, Brasil, 2011.
- EHRlich, D. **Arquitetura Escolar da Rede Pública do Município do Rio de Janeiro (1870-1970) – ênfase na década de 1960**. Rio de Janeiro: Curso de Especialização em História da Arte e da Arquitetura no Brasil – Centro de Ciências Sociais, Departamento de História, PUC, 2002.
- ELALI, G.A. **Ambientes para Educação Infantil: Um Quebra-cabeça? Contribuição Metodológica na Avaliação Pós-ocupação de Edificações e na Elaboração de Diretrizes para Projetos Arquitetônicos na Área**. Tese de Doutorado. São Paulo: FAU/USP, 2002.
- GOES, C.A.F.O.; MARTINS, V.R.; BUENO, L.C.; NIEMEYER, M.L.A. **Escolas-padrão na cidade do Rio de Janeiro: uma abordagem acústica**. In: Salgado, M.S.; Rheingantz, P.A.; Azevedo, G.A.N; Silvos, M.M. (organizadores) – “Projetos complexos e seus impactos na cidade e na paisagem”. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU/PROARQ; ANTAC, 2012.
- GRAÇA, V.A.C. **Otimização de projetos arquitetônicos considerando parâmetros de conforto ambiental: o caso das escolas de rede Estadual de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- GRAÇA, V.A.C. **A integração dos aspectos de conforto ambiental no projeto de escolas: uso da metodologia axiomática e de exemplos simplificados**. Tese de Doutorado. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- GRAÇA, V.A.C.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K. Metodologia de avaliação de conforto ambiental de projetos escolares usando o conceito de otimização multicritério. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 19-35, jul./set. 2004.
- INNOVATIVE DESIGN. *Sustainable Schools Guide*. Disponível em: [www.innovativedesign.net](http://www.innovativedesign.net). Acessado em mar.2013
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; PEREIRA, P.R.P. Análises de Métodos de Avaliação de Projetos. **Revista Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 7, n. 1, p. 3-19, jan./mai. 2012.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; MOREIRA, D.C.; DELIBERADOR, M.S. **O programa arquitetônico no processo de projeto: discutindo a arquitetura escolar, respeitando o olhar do usuário**. In: Salgado, M.S.; Rheingantz, P.A.; Azevedo, G.A.N; Silvos, M.M. (organizadores) – “Projetos complexos e seus impactos na cidade e na paisagem”. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU/PROARQ; ANTAC, 2012.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- MONTEIRO, B.C. **Arquitetura Escolar e Qualidade Ambiental: Avaliação pós-ocupação em duas Escolas de Volta Redonda – RJ, Instituto Educacional Professor Manoel Marinho e Centro Integrado de Educação Wladir de Souza Telles**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ, 2009.
- MOREIRA, N.S. **Espaços Educativos para Escolas de Ensino Médio: Proposta para Escolas do Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. São Paulo: FAU/USP, 2005.
- MUELLER, C.M. **Espaços de Ensino-aprendizagem com qualidade ambiental: o processo metodológico para elaboração de um anteprojeto**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FAU/USP, 2007.
- NBPM-BHPS, *National Best Practices Manual for Building High Performance Schools*- Rev. October 2007. Disp. em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/energysmartschools/nationalbestpracticesmanual31545.pdf>. Acessado em dez. 2012.
- PÁSCOA, O.N.F. **A Qualidade do Lugar em Escola Pública Padronizada do Rio de Janeiro. Estudo de caso: Escola Municipal Tia Ciata**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ, 2008.
- SOUZA, F.S. **Premissas Projetuais para Ambientes da Educação Infantil. Recomendações com base na observação de três UMEIs de Belo Horizonte, MG**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ, 2009.
- ZAMBRANO, L.M.A. **Integração dos princípios de sustentabilidade ao projeto de arquitetura**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ, 2008.
- ZAMBRANO, L.M.A.; Bastos, L.E.G.; BARROSO-KRAUSE C.; FERNANDEZ, P. **Metodologias e instrumentos para integração dos princípios do desenvolvimento sustentável ao projeto de arquitetura**. In: Tângari, V.R.; Bronstein, L.; Rocha-Peixoto, G.; Salgado, M.S. (organizadores) – “A Pesquisa em Arquitetura: Caminhos e Proposições”. Rio de Janeiro-RJ. PROARQ, 2010. Publicação em CD-Rom.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.