



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ESCOLAS MUNICIPAIS CARIOCAS: POTENCIAL DE SUSTENTABILIDADE

Carlos Augusto Freitas de Oliveira Góes

RIO-URBE: Empresa Municipal de Urbanização, Brasil – e-mail: carlosgoes.riourbe@gmail.com

RESUMO

O porte da Rede Municipal de Ensino da Cidade do Rio de Janeiro, seu consumo em energia elétrica e as determinações administrativas para sua redução justificam a priorização dos critérios de conforto térmico, eficiência energética e sustentabilidade ambiental no desenvolvimento dos projetos de reforma dos prédios escolares. Esse trabalho propõe a organização de elementos necessários para futuros diagnósticos, tendo como referência os projetos-padrão de prédios escolares e sua relação com distribuição das ilhas de calor no território da cidade. A partir de exemplos de padrões arquitetônicos, foram confrontadas características térmicas das salas de aula com as diretrizes da ABNT NBR 15220 para a Zona Bioclimática da cidade. Relacionou-se também o consumo anual em energia elétrica dessas escolas com o número de alunos e áreas construídas, tomando por base os dados de 2007. Resultados preliminares constataram a não conformidade dos ambientes construídos com a referida norma, e sugeriram que as disparidades de consumo devem relacionar-se a questões de conservação predial, defasagem de instalações e ocupação noturna. Nas considerações finais, sugere-se a possibilidade da organização da rede escolar em grupos de projetos-padrão, relacionando a distribuição territorial às características ambientais locais. Isso permitiria futuras análises e simulações de desempenho ambiental por grupos de projeto-padrão e novas perspectivas de planejamento para conservação e reformas prediais.

Palavras-chave: arquitetura escolar, projeto-padrão, ilha de calor, zoneamento bioclimático.

1. INTRODUÇÃO – OBJETIVOS E METODOLOGIA

A **RIOURBE – Empresa Municipal de Urbanização** tem entre suas atribuições o gerenciamento de projetos e obras de prédios escolares da Rede Municipal de Ensino do Rio de Janeiro. Na elaboração de projetos arquitetônicos, sejam eles de reforma, acréscimo ou de novos prédios, a preocupação com os critérios de conforto térmico, eficiência energética e sustentabilidade ambiental frequentemente é diluída em meio a outras disciplinas. A necessidade de priorizá-los se evidencia pelas razões relacionadas a seguir:

A Rede Municipal de Ensino comporta hoje 1.063 Escolas e 255 Creches, atendendo a 685.446 alunos (SME – Educação em Números, 2010). A expansão da Rede atualmente é muito pequena: as obras de conservação, reforma e adequação de uso superam em muito as construções de novas unidades¹. O peso das tarifas de concessionárias de serviços públicos é alto, tendo alcançado em 2007 cerca de 39% do consumo predial da Prefeitura (IPP, SubGT Eficiência Energética, 2008). Entre as medidas tomadas para mitigar os gastos, foram fixadas metas de redução de despesas de custeio com as concessionárias (DECRETO nº 30861, 2009).

O presente trabalho tem por objetivo investigar possibilidades de organização de elementos necessários para futuros diagnósticos de conforto térmico e desempenho de energia elétrica dos edifícios escolares existentes. Diagnósticos dessa natureza apóiam-se em *softwares* que simulam modelos virtuais com base nas informações construtivas do prédio, seu perfil de uso e dos dados climáticos locais. A classificação de padrões de edifícios e respectivas ocupações, e o refinamento dos dados climáticos locais racionalizariam o trabalho e aprofundariam os resultados.

Quanto à catalogação tipológica dos edifícios, cerca de metade das escolas existentes apóia-se em projetos-padrão, segundo ERLICH (2002). Quanto aos dados de ocupação e consumo, estes estão disponíveis nos órgãos concernentes: SME e Light. E os dados climáticos locais podem ser coletados nas diversas estações meteorológicas do Município.

Como metodologia, buscou-se organizar amostras das informações disponíveis e estabelecer correlações de caráter demonstrativo. Apresentada a distribuição territorial da rede escolar (**Seção 2**), caracterizou-se o peso do seu consumo de energia elétrica (**Seção 3**). Foram identificadas a seguir algumas das principais tipologias de escolas-padrão (**Seção 4**). Na **Seção 5**, foram cruzadas informações sobre a distribuição territorial de ilhas de calor. Em seguida (**Seção 6**), foram selecionados exemplos das várias tipologias, respectivos consumos elétricos e localizações. Confrontadas as especificações construtivas das salas de aula com as diretrizes da **ABNT NBR 15220**, buscou-se esboçar preliminarmente a conformidade com a norma (**Seção 6.1**). A partir de exemplos de diversas tipologias em contexto territorial semelhante e de uma mesma tipologia distribuída ao longo do Município, estabeleceu-se um cenário preliminar do consumo de energia elétrica por área e por aluno (**Seção 6.2**). Nas considerações finais (**Seção 7**) discutem-se os resultados encontrados e busca-se apontar vertentes possíveis.

2. DISTRIBUIÇÃO DA REDE ESCOLAR

A Rede Municipal de Ensino distribui-se da seguinte forma pelas Áreas de Planejamento da Cidade: 81 unidades (6,2% do total) na **AP1**, 141 unidades (10,8%) na **AP2**, 508 unidades (38,9%) na **AP3**, 139 unidades (10,6%) na **AP4** e 437 unidades (33,5%) na **AP5** (Figura 1). Dez **Coordenadorias Regionais de Educação** (CRE), que organizam localmente a administração escolar, distribuem-se pelas APs conforme a seguir: AP1 (1ª CRE); AP2 (2ª CRE); AP3 (3ª, 4ª, 5ª e 6ª CRE); AP4 (7ª CRE), AP5 (8ª, 9ª e 10ª CRE).

¹ Conforme ARMAZÉM DE DADOS (2010), planilha 976, entre 2004 e 2009 houve o acréscimo de 14 novas escolas e 57 novas creches à Rede Municipal de Ensino, enquanto no Governo Lacerda (1961-1965) foram construídas 242 escolas (ERLICH, 2002).

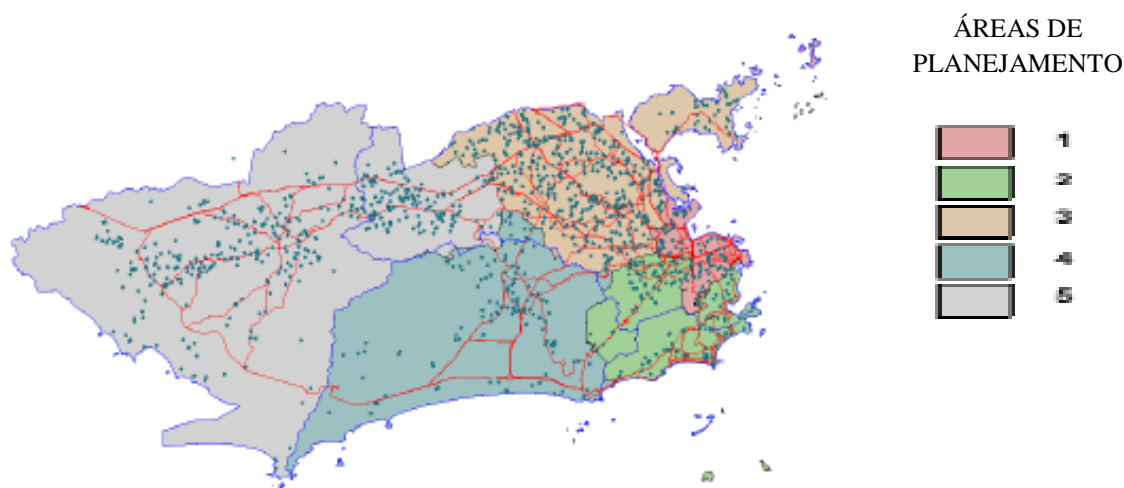


Figura. 1 - Escolas Municipais x Áreas de Planejamento (dados de RIOATLAS, 2005)

3. CONSUMO ENERGÉTICO

Segundo o IPP, o consumo dos prédios da Secretaria de Educação (SME) totalizou em 2007 56.507.944 kWh, correspondendo a 9,4% de todo o consumo da Prefeitura com energia elétrica, incluindo iluminação pública e sinalização semafórica (IPP, SubGT Eficiência Energética, 2008). Considerando somente o consumo predial, esses equipamentos alcançaram 39% do total (Figura 2). Os prédios escolares e creches representam consumos individuais pouco expressivos: as creches, de pequenas dimensões, são em geral climatizadas somente na sala de administração. As escolas, com maior peso, embora não possuam ainda climatização nas salas de aula, vêm gradualmente implantando ar condicionado nos auditórios, laboratórios de informática, bibliotecas, administração e secretaria; e eventualmente elevadores nos prédios escolares, para acessibilidade universal (Gráfico 1).

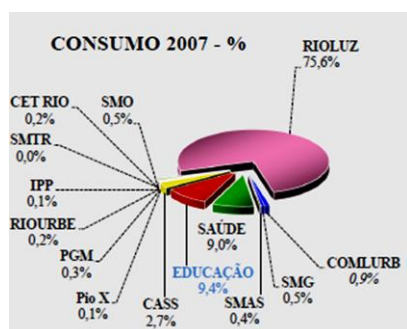


Figura 2: Consumo de energia elétrica da PCMRJ (IPP, SubGT Eficiência Energética, 2008)

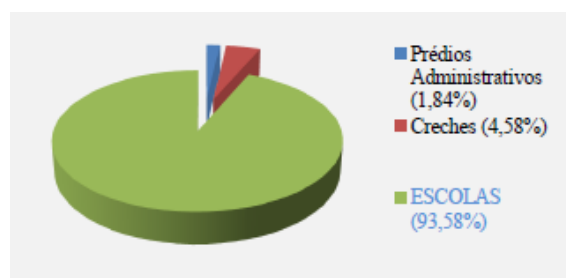


Gráfico 1: Rede física SME - distribuição de usos

4. OS PROJETOS-PADRÃO NA IMPLANTAÇÃO DA REDE ESCOLAR

A implantação da Rede Municipal de Ensino remonta ao final do Período Imperial (1870) e responde a momentos específicos de políticas de escolarização, em que destacam-se as três fases²:

A gestão Anísio Teixeira como Secretário de Educação (1931-1935) associou a renovação pedagógica, visando atendimento em horário integral, à implantação de diversas tipologias arquitetônicas. O governo Carlos Lacerda (1961-1965) implementou a construção de 242 escolas compactas com programa arquitetônico simplificado para implantação em pequenos terrenos. Os Planos Especiais de

² Segundo RODRIGUES, *apud* ERLICH (2002), pag. 12.

Educação geridos por Darcy Ribeiro nos governos Leonel Brizola (1983-1986; 1991-1994) buscaram retomar diversos aspectos da experiência de Anísio Teixeira, com o atendimento integral ao aluno.

As contrapartidas arquitetônicas desses programas foram diversos projetos-padrão que viabilizaram a rápida implantação física de prédios escolares e a associação do gestor à obra realizada, prática que perdura até hoje. ERLICH (1) efetuou a classificação dos diversos tipos até 1970, estimando que cerca de metade da rede escolar apóia-se em projetos-padrão. Para o presente trabalho, foram selecionadas as tipologias mais significativas.

Concebida na gestão de Anísio Teixeira, a **Escola PLATOON** (10 repetições - Figura 3.a), em estilo protomoderno, foi prevista para funcionamento em regime integral, com aproveitamento do terraço para educação física. Do governo Carlos Lacerda, foram selecionados três exemplos. As escolas **tipo BOLOGNA** (28 repetições - Figura 3.b), de baixo custo e resistentes a vandalismo, geraram uma linhagem de padrões, entre os quais os **CAIXOTINHOS** (17 exemplares – Figura 3.c). Foram também implantadas escolas transitórias com estrutura de alumínio para a Fundação Otávio Mangabeira (**tipo FOM**, 28 exemplares remanescentes – Figura 4.a).

Do ciclo Darcy Ribeiro, foram selecionadas duas tipologias. Os **CIEPs** (Centros Integrados de Educação Pública, com 97 unidades na rede municipal – Figura 4.b) contam com 3 blocos (principal, ginásio e biblioteca) para lotes de 10.000m², e uma versão compacta para terrenos menores (quadra coberta, vestiários, biblioteca na cobertura do prédio principal). O sistema construtivo é prefabricado inteiramente em concreto armado. Entre 1984 e 1994 foram implantadas mais de 200 escolas em argamassa armada **tipo LELÉ** (Figura 4.c).

Já na década de 2000, nas duas gestões César Maia (2001-2008), a **RIOURBE** desenvolveu novas Escolas-padrão para terrenos entre 2000 e 7000m², totalizando 29 unidades em versões **Padrão** (Figura 4.d), **Padrão Atendimento** e **Compacta**. O programa arquitetônico incorpora salas especiais, quadra coberta e recursos de acessibilidade universal.

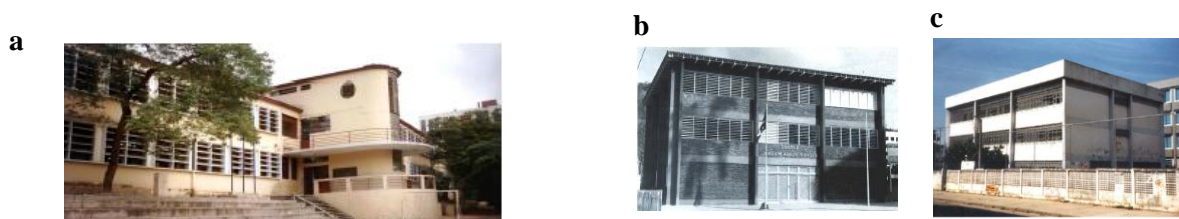


Figura 3: a. E.M. República Argentina (*PLATOON*); b. E.M. Joaquim Abílio Borges (*BOLOGNA*); c. E.M. Dalva de Oliveira (*CAIXOTINHO*) (extraídas de ERLICH, 2000)

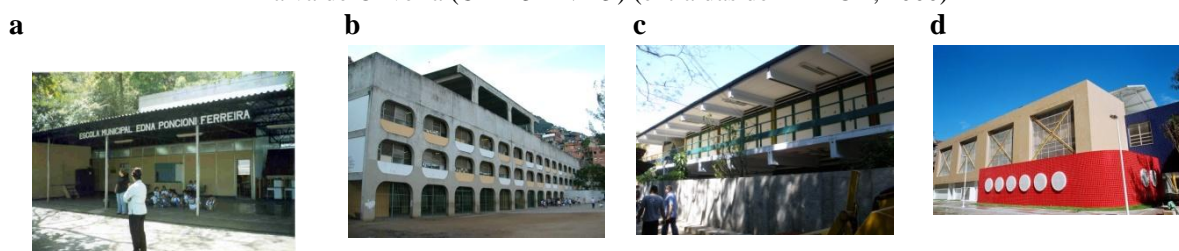


Figura 4: a. E.M. Edna Poncioni Ferreira (*FOM*); b. CIEP Dr. Bento Rubião; c. E.M. Abelardo Barbosa (*LELÉ*); d. E.M. Tia Ciata (acervo RIOURBE)

5. TERRITÓRIO E DISTRIBUIÇÃO DAS ILHAS DE CALOR

A distribuição das escolas acompanha a mancha urbana. Esta se acomoda entre o litoral, flanqueado por duas baías (Sepetiba e Guanabara), e os maciços montanhosos: o arco formado pelos **Maciços da Pedra Branca e da Tijuca**, que extratificam os bairros litorâneos de Grumari a Botafogo do resto da cidade; e o **Maciço de Gericinó-Mendanha**, ao norte de Bangu (Figura 5). Esta diversidade de condições ambientais reflete-se na distribuição das ilhas de calor.

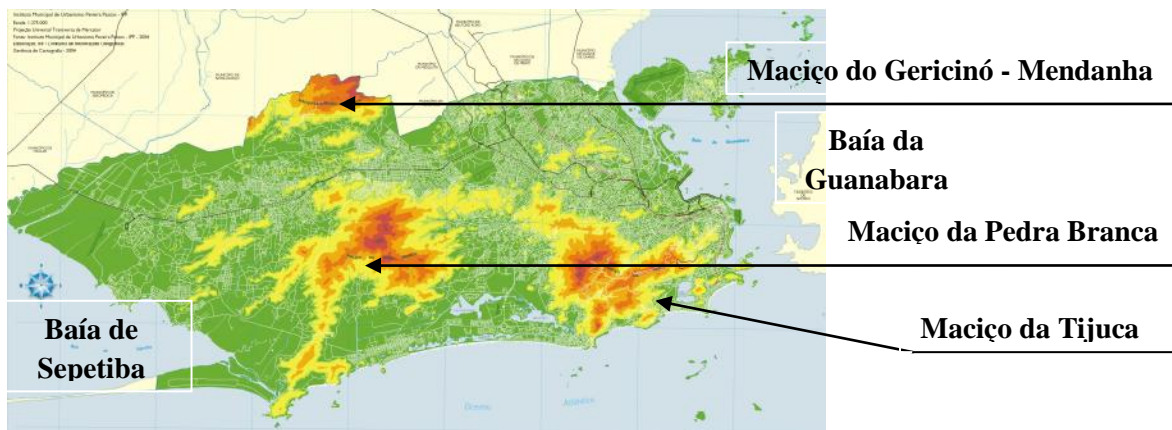


Figura 5: Rio de Janeiro - Altimetria e traçado Viário 2004
(extraído de ARMAZÉM DE DADOS, 2010)

Os estudos sobre ilhas de calor na cidade são numerosos e permeiam as escalas regional, metropolitana e local. Seu epicentro localiza-se na **AP3**, próxima ao centro da Região Metropolitana, por conta das atividades industriais e das serras que servem de barreiras para os ventos do mar, dificultando a dispersão dos poluentes e partículas (TEZA et al., 2005). A faixa litorânea é beneficiada pelo aporte do ar úmido a baixas temperaturas vindas do Oceano Atlântico, enquanto as baixadas ao norte dos Maciços da Pedra Branca e da Tijuca são mais sujeitas aos ventos de vale e de montanha (LUCENA, 2005). BRANDÃO, *apud* LUCENA (2005), propôs a delimitação de **unidades climáticas** (Figura 6), destacando ilhas de calor e de frescor, relacionadas às condições territoriais da cidade: ilhas de frescor (**1**) nas regiões de maior altitude coincidentes com áreas de preservação (topos dos maciços da Pedra Branca e da Tijuca) e no Jardim Botânico; temperaturas mais baixas (**2 e 3**) nas faixas litorâneas e ao fundo da Baía de Sepetiba, Baixada de Jacarepaguá e maciço Gericinó-Mendanha; temperaturas mais altas nas baixadas ao norte dos maciços da Pedra Branca e da Tijuca (**5**), com ilhas de calor em Bangu, Méier e Penha.

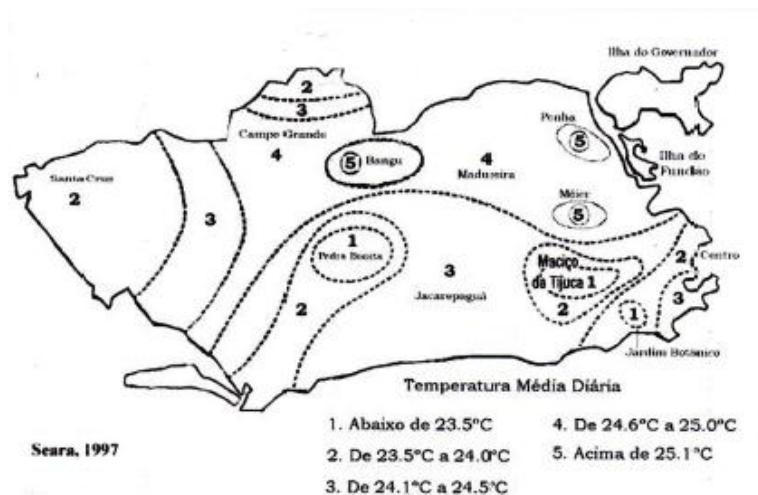
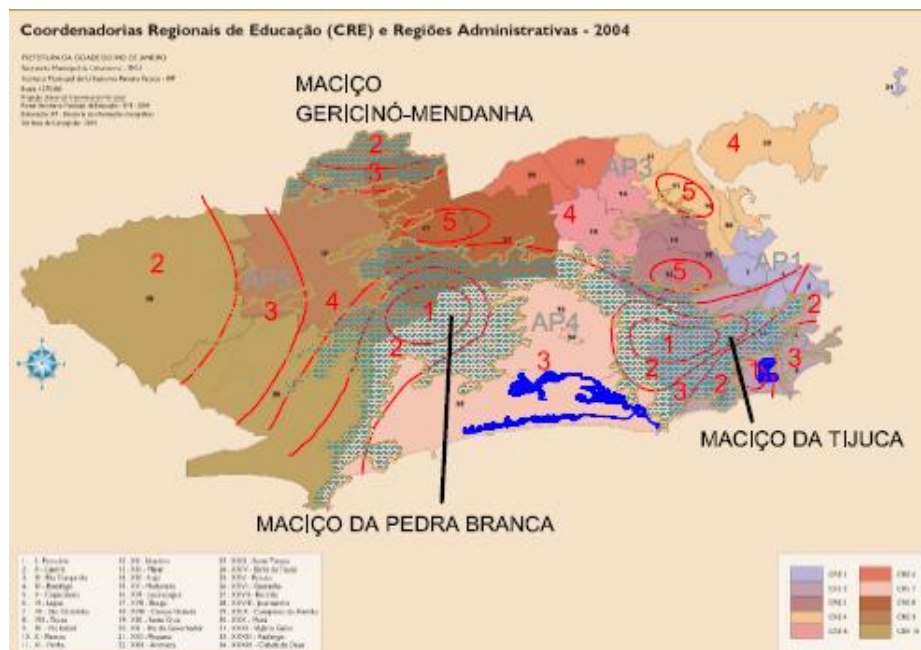


Figura 5: Rio de Janeiro - Unidades Climáticas (BRANDÃO, *apud* LUCENA (2005))



Gáfico 2: Unidades Climáticas e Maciços esboçados sobre Mapa CRE x Regiões Administrativas (extraído de ARMAZÉM DE DADOS, 2010)

6. ANÁLISES PRELIMINARES

A diversidade de padrões arquitetônicos dos prédios escolares e a heterogeneidade de condições ambientais em que estão inseridos ensejam a avaliação das diferentes condições resultantes de desempenho ambiental e energético do conjunto. Com base nos cadastros arquitetônicos disponíveis na RIOURBE (considerando-se inclusive as alterações nos projetos originais) e no levantamento de consumo de energia elétrica disponível, foram selecionados para análises preliminares em exemplos de escolas-padrão (*PLATOON*, *BOLOGNA*, *CAIXOTINHO*, *CIEP*, *LELÉ* e *RIOURBE*) (Tabela 1).

	IDENTIFICAÇÃO	PAREDE	COBERTURA	JANELA	DESENHOS
PLATOON	E.M. República Argentina (2ª CRE/Vila Isabel) Arq. Enéas Silva	tijolo cerâmico, pintura cores médias sobre argamassa;	telha alumínio cor natural, laje concreto, sem ventilação (originalmente terraço)	basculante ferro/vidro sem sombreamento; ventilação cruzada	
BOLOGNA	E.M. Bernardo Vasconcellos (4ª CRE/Penha) Arq. F.Bologna	tijolos cerâmicos, argamassa, tijolo aparente	telhado cerâmico, laje de concreto, sem ventilação	venezianas basculantes de madeira (opacas); ventilação cruzada	
CAIXOTINHO	E.M. Armando Fajardo (4ª CRE/Cordovil)	tijolo cerâmico, argamassa, pintura branca	telha em fibrocimento, laje em concreto, sem ventilação	basculante ferro/vidro sem sombreamento; ventilação cruzada	

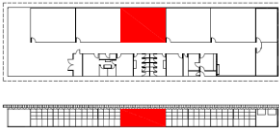
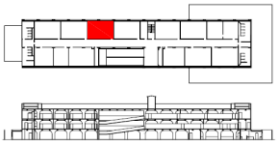
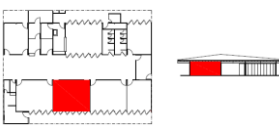
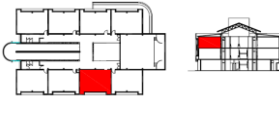
FOM	E.M. Edna Poncioni Ferreira (2ª CRE/Lagoa) Arq. Fidel Exposito	placa prefabricada (faces: fibrocimento, recheio: isopor); pintura cores médias	cobertura: telha alumínio cor natural sobre forro em madeira.	janelas: basculante ferro/ vidro sem sombreamento; ventilação cruzada	
CIEP	CIEPs³ Arq. Oscar Niemeyer	blocos de concreto; pintura externa: cores médias	telha alumínio cor natural sobre laje concreto, sem ventilação	venezianas basculantes de alumínio (opacas); ventilação cruzada permanente	
LELÉ	E.M. Laura Sylvia Mendes Pereira (1ª CRE/Caju) Arq. João Filgueiras Lima (Lelé)	argamassa armada; cor natural; esp: 4cm	telha em alumínio; placas em argamassa armada (esp: 4cm); sem ventilação	portas pivotantes em madeira (opacas); com sombreamento	
RIOURBE	E.M. Tia Ciata (1ª CRE/Praça Onze) Arq. Teresa R. Vassimon	tijolo cerâmico, argamassa, pintura branca e pastilhas cerâmicas	telha termoacústica de alumínio cor branca; laje de concreto, sem ventilação	de correr em alumínio e vidro, com sombreamento; ventilação cruzada para a circulação.	

Tabela 1: Escolas-Padrão e características construtivas

6.1. SALAS DE AULA E REQUISITOS DO ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO

A ABNT NBR 15220 (2005) insere o Rio de Janeiro na **Zona Bioclimática 8**, cujas diretrizes construtivas envolvem grandes aberturas sombreadas para ventilação, paredes e coberturas leves refletoras e ventilação cruzada permanente. Com base na norma, foram avaliados aspectos geométricos e de desempenho térmico das salas de aula típicas das escolas: áreas de janela com ventilação cruzada (S), respectivas porcentagens das áreas de piso (A), sombreamento das aberturas, transmitância térmica (U), atraso térmico (φ) e fator solar (F_{SO}) das paredes e coberturas (Tabela 2).

PADRÃO	ÁREA SALA DE AULA (m ²)	S (m ²)	A (%)	SOM-BRA	PAREDES			COBERTURAS		
					U (W/m ² .K)	φ (h)	Fso (%)	U (W/m ² .K)	φ (h)	Fso (%)
PLATOON	58,42	15,75	26,96	não	2,28	3,7	3,65	1,99	7,9	5,17
BOLOGNA	42,63	9,88	23,18	sim	1,8	5,04	5,04	1,84	8,0	5,15
CAIXOTINHO	41,25	9,73	23,59	não	2,28	3,7	1,82	1,99	7,9	5,17
FOM	51,29	14,01	27,31	não	0,84	2,8	2,35	1,92	1,51	1,15
CIEP	53,9	19,17	35,57	sim	2,46	3,80	3,94	1,10	10,32	0,66

³ **CIEPS:** José Pedro Varela (1ª CRE/Centro), Nação Rubro Negra (2ª CRE/Gávea), Augusto P. de Carvalho (5ª CRE/Marechal Hermes), Dr. Joaquim Pimenta (7ª CRE/Anchieta), Amilcar Cabral (8ª CRE/Anchieta).

LELÉ	41,39	16,1	38,90	sim	0,73	4,7	2,11	0,94	5,57	0,56
RIOURBE	51	14,39	28,21	sim	1,88	5,05	2,94	1,44	7,08	0,49
DIRETIZES NBR 15220			≥ 40%	sim	≤ 3,60	≤ 4,3	4,0%	2,30	≤ 3,3	6,5%

Tabela 2: características térmicas de salas de aula por escola-padrão

(campos em vermelho: diretrizes não atendidas)

Nenhuma sala de aula atende integralmente aos requisitos da Norma. O quesito **ventilação** é quase atendido pelas salas *CIEP* e *LELÉ*, mas com prejuízos funcionais: as paredes das salas *CIEP* não alcançam o teto, provocando sérias interferências acústicas. As portas das salas *LELÉ*, se fechadas para privacidade e conforto acústico, obstruem a ventilação natural. O **sombreamento das aberturas** não é respeitado nas salas *PLATOON* e *CAIXOTINHO*. Nas salas *BOLOGNA* e *CIEP*, venezianas móveis no lugar de vidros prejudicam a iluminação natural. Na sala *LELÉ*, as portas pivotantes permitem interferência acústica, quando abertas para a ventilação. As paredes mais desfavoráveis são as da sala *BOLOGNA*, pelo atraso térmico e pela cor escura dos tijolos aparentes. O revestimento externo em cerâmica parece comprometer também a sala *RIOURBE*. A parede da sala *FOM* parece ser a mais eficiente pelas qualidades isolantes. As coberturas da sala *FOM* é a mais eficiente, pela refletividade e leveza. O maior atraso térmico ocorre no *CIEP*, pela massa da estrutura.

6.2. CONSUMO ENERGÉTICO POR TIPOLOGIAS E POR REGIÕES

A partir dos dados e alunos matriculados, dos registros de área total edificada (ATE) e do consumo de eletricidade em 2007 para cada escola (IPP, SubGT Eficiência Energética, 2008), calculou-se o consumo de energia por aluno e por área como base para comparações.

A fim de se verificar possível relação entre o consumo e os efeitos de ilha de calor, selecionou-se um exemplar de mesma tipologia arquitetônica (*CIEP*) para cada unidade climática:

CIEP/UNIDADE CLIMÁTICA	ALUNOS	ATE (m2)	ALUNO/m2	CONSUMO 2007 (kWh)	CONSUMO/ALUNO (kWh/ano)	CONSUMO/m2 (kWh/ano)
Nação Rubro Negra / 1	869	5515,45	0,10	53340	61,38	9,67
José Pedro Varela / 2	692	6902,4	0,16	166180	240,14	24,08
Joaquim Pimenta / 3	532	5766,97	0,18	171999	323,31	29,82
Augusto P. Carvalho / 4	1000	5637,15	0,09	78993	78,99	14,01
Amílcar Cabral / 5	228	5515,45	0,05	87273	382,78	15,82

Tabela 3: consumo de energia elétrica por alunos e área construída, por CIEP e Unidade Climática

O maior consumo por aluno (CIEP Joaquim Pimenta) não é coerente com o local mais quente (CIEP Amílcar Cabral), nem acompanha a densidade de ocupação (CIEP José Pedro Varela).

Buscou-se relacionar também escolas de diferentes tipologias e portes semelhantes, a fim de verificar as variações de desempenho:

ESCOLA/UN. CLIMÁTICA	ALUNOS	ATE (m2)	ALUNO/m2	CONSUMO 2007 (kWh)	CONSUMO/AL. (kWh/ano)	CONSUMO/m2 (kWh/ano)
Platoon: República Argentina / 3	877	4223,78	0,21	138.080	157,45	32,69

Bologna: Bernardo Vasconcellos / 5	520	993,21	0,52	27.133	52,18	27,32
Caixotinho: Armando Fajardo / 4	509	980,58	0,52	29.810	58,57	30,40
FOM: Edna Poncioni Ferreira / 2	313	904,34	0,35	25.940	82,88	28,68
CIEP José Pedro Varela / 2	692	6902,4	0,16	166.180	240,14	24,08
Lelé: Laura Sylvia Mendes Pereira / 4	335	625,75	0,54	22.190	66,24	35,46
RIOURBE: Tia Ciata / 3	708	6276	0,11	37.160	52,49	5,92

Tabela 4: consumo de energia elétrica total, por alunos e por área construída, por escola-padrão

Nas escolas de grande porte observadas (Escola República da Argentina, CIEP José Pedro Varela e Escola Tia Ciata), o aumento do consumo por aluno acompanha o incremento da densidade de ocupação (aluno / m²). Escolas de padrão e densidade de ocupações semelhantes (*BOLOGNA* e *CAIXOTINHO*) apresentaram alguma discrepância: o maior consumo da Escola Armando Fajardo sugere influência de climatização, o que é pouco comum nas escolas. Maior discrepância foi observada na comparação entre os exemplares de sistemas prefabricados (*FOM* e *LELÉ*): a Escola Edna Poncioni Ferreira, com menor densidade de ocupação e características construtivas favoráveis de iluminação natural e isolamento térmico, apresenta maior consumo que a Escola Laura Sylvia Mendes Pereira. Não foram considerados diferentes estágios de conservação predial, acréscimos não registrados de área, fugas de energia (“gatos”), etc. Algumas escolas podem também abrigar o funcionamento de classes noturnas para adultos, a cargo do Governo Estadual. Pode-se supor nas diferenças muito grandes entre consumos por aluno um eventual subaproveitamento da escola (poucas matrículas, salas de aula fora de uso, etc.).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir, a partir do exposto anteriormente, que há efetiva necessidade de se conhecer melhor o desempenho das escolas da Rede Municipal de Ensino. Além das deficiências de conforto térmico e de eficiência energética, podemos esperar problemas também no consumo de água e gás. Não cabe aqui apontar soluções visando melhorias pontuais dos exemplos abordados. Pode-se sinalizar para a necessidade de montagem de séries históricas dos consumos e levantamentos físicos. Algumas das incoerências apontadas (a comparação entre os modelos *BOLOGNA* e *CAIXOTINHO* e a incoerência dos diferentes perfis de consumo dos *CIEPs*, por exemplo) seriam certamente elucidadas após investigação mais aprofundada. Outro aspecto que se procurou ressaltar foi a necessidade de se considerar a influência dos efeitos de ilha de calor nos prédios. Para tal, seria necessário readequar os perfis dos dados climáticos, incorporando na base de dados da Prefeitura as Unidades Climáticas.

Se os prédios podem ser tipologicamente organizados em padrões homogêneos, é razoável a proposição de estruturar os esforços de conservação e reformas prediais considerando um planejamento de eficiência energética e ambiental por grupos de projeto-padrão e sítio, partindo-se da premissa que cada grupo guarda similaridade de ambientes e materiais construtivos. O ciclo de planejamento pode se dar em quatro etapas, de forma cíclica:

- **Levantamento predial e de dados climáticos:** de **prédios escolares** (atualização e classificação das tipologias arquitetônicas e suas características construtivas; avaliação dos programas

arquitetônicos, adaptações realizadas, ocupação do prédio, avaliação das instalações prediais e mecânicas); e das **características do entorno** (sombreamento e ventos).

- **Diagnósticos e simulações:** elaboração de **análise de potenciais** (manutenção de métodos passivos de conforto ambiental; eficiência energética, aquecimento solar de água e solar fotovoltaica, conservação e reuso de águas); e de **simulações computacionais** (aplicação de ferramentas expeditas e construção de “simulações-tipo” conforme os padrões de prédios);
- **Recomendações de projeto:** detalhamento de projetos com inclusão das recomendações com base nas análises e simulações para aplicação total ou gradual;
- **Intervenções:** realização da obra, incluindo comissionamento dos sistemas instalados, *as built* dos projetos e avaliações pós-ocupação, de forma a atualizar o cadastro predial.

Entre os desdobramentos possíveis, além da maior qualidade e economia no uso dos prédios, a base de dados gerada servirá como referencial para futuras pesquisas e aplicações em outros projetos, podendo contribuir também como indicadores para aprimoramento da legislação edilícia e de zoneamento urbano. O processo pode envolver também políticas de educação ambiental, lembrando que os 685.446 alunos matriculados são replicadores em potencial de boas práticas de sustentabilidade ambiental.

8. REFERÊNCIAS

ARMAZÉM DE DADOS. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2010.

DECRETO Nº 30861 de 1 de julho de 2009 - fixa metas de redução de despesas de custeio com concessionárias de serviços públicos – de fornecimento de energia água e telefonia - no âmbito de escolas públicas da rede municipal de ensino e criação de projeto piloto. Diário Oficial do Município. Disponível em < <http://www.rio.rj.gov.br/dorio/> > . Acesso em 29 abr. 2010.

ERLICH, D. **Arquitetura escolar da rede pública do Município do Rio de Janeiro (1870-1970)**. Monografia de especialização em História da Arte e Arquitetura no Brasil – PUC-RJ, 2002. 130p;
IPP, SubGT Eficiência Energética – Instituto Pereira Passos, Subgrupo de Trabalho em Eficiência Energética. **Consumo Prédios da Prefeitura**. Rio de Janeiro, 2008. Planilha eletrônica não publicada obtida em 10 out. 2008.

LUCENA, A. **O Campo térmico na Zona Oeste do Rio de Janeiro/RJ: uma contribuição ao estudo do clima urbano**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UERJ, 154 f. 2005. Disponível em <<http://www.bdt.d.uerj.br/>> . Acesso em 19 set. 2008.

NBR 15220 - Desempenho Térmico de Edificações. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 103 p. Rio de Janeiro, 2005.

RIOATLAS. Portal Geo – versão 1.05. Rio de Janeiro, 2005. Banco de dados cadastrais disponível em: < <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/rioatlas/rioatlas.htm>>. Acesso em 30 abr. 2010.

SME – Secretaria Municipal de Educação. **Educação em Números**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/sme/>> . Acesso em 29 abr. 2010.

TEZA, Cláudio, BAPTISTA, Gustavo (2005). **Identificação do fenômeno ilhas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras** - Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, p. 3911-3918, 2005. Disponível em <<http://marte.dpi.inpe.br/>> . Acesso em 21 abr. 2008.