

Análise de qualidade ambiental do novo modelo integral de escola no Espírito Santo: Programa “Escola Viva”

Pedro Henrique Ribeiro Cortez

Universidade Vila Velha, Vila Velha, ES, Brasil
pedrohenrique.cortez@outlook.com

Luciana Aparecida Netto de Jesus

Universidade Vila Velha, Vila Velha, ES, Brasil
luciana.jesus@uvv.br

Larissa Leticia Andara Ramos

Universidade Vila Velha, Vila Velha, ES, Brasil
larissa.ramos@uvv.br

Álvaro José Bremenkamp

Universidade Vila Velha, Vila Velha, ES, Brasil
alvaro.bremenkamp@yahoo.com.br

ABSTRACT: A importância da arquitetura escolar de qualidade está intrinsecamente relacionada com o bom desempenho do processo ensino aprendizagem. Pensar em conforto ambiental, em ambientes escolares, é oferecer garantia de um espaço adequado que forneça condições mínimas para o desenvolvimento das atividades pedagógicas. Uma arquitetura pensada na qualidade ambiental também potencializa a eficiência energética do edifício, trazendo economia nos custos operacionais. Para proporcionar escolas de tempo integral, o Governo do Estado do Espírito Santo implementou o projeto “Escola Viva”, no qual os alunos, do 1º ao 3º ano do ensino médio, dispõem de um período letivo integral, onde, para além de disciplinas obrigatórias, regulamentadas pelo Ministério da Educação, também participam de atividades complementares como dança, música e teatro. Considerando a possibilidade de reprodução deste modelo pedagógico e tendo em vista a importância da arquitetura na garantia da qualidade de ensino, bem como em aspectos operacionais, este trabalho tem como objetivo, apresentar os resultados da avaliação de indicadores de qualidade ambiental. Neste sentido, medições como, os níveis de ruído, iluminância e temperatura interna de salas de aula, foram aplicados no novo modelo “Escola Viva”, localizado no Bairro São Pedro, ES, afim de verificar não somente as mudanças pedagógicas, mas a eventual reestruturação do espaço físico que garantam as necessárias melhorias socioambientais. Através da Avaliação Pós-Ocupação (APO), baseado em análises qualitativas e quantitativas, o presente trabalho apresentará como resultado falhas e oportunidades de intervenções no modelo construtivo, definindo estratégias que atendam às atuais necessidades do ensino com horário integral, assim como, soluções que maximizem o conforto ambiental.

Keyword *Qualidade ambiental, Escola Viva, Arquitetura escolar*

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura que visa o conforto ambiental tem por base a garantia da qualidade dos espaços projetados no que diz respeito à relação entre usuário-edifício e seu conforto físico. Entende-se por conforto ambiental, condições ambientais que promovem o bem-estar do homem em níveis térmico, lumínico, acústico e antropométrico (Lamberts et al. 2014). Para uma arquitetura de qualidade, é importante que as estratégias arquitetônicas sejam tomadas ainda em fase inicial de projeto. Através de recursos de softwares capazes de analisar o desempenho da eficiência energética e o cumprimento de indicadores de qualidade ambiental, possibilita mudanças em estratégias e materiais utilizados durante a fase de projeto. Essas decisões, quando tomadas em fase inicial, geram economia nos recursos na obra, como também durante a fase operacional.

Nos edifícios escolásticos, a qualidade de ensino-aprendizagem está intimamente ligada a um ambiente onde o conforto ambiental é assegurado. Espaços adequados e confortáveis levam ao aumento da capacidade de aprendizagem e melhores condições para desenvolvimento das atividades pedagógicas. Influências como calor excessivo, ruídos, inadequada iluminação e mobiliário não ergonômico afetam de maneira negativa na capacidade de absorção do ensino, reduzindo seu desempenho em sala de aula e, conseqüentemente, afetando seu aprendizado (Kowaltowski, 2011).

Com o intuito de avaliar a qualidade ambiental de edifício escolar e compará-la a outros edifícios de mesma categoria, foram identificados, no âmbito desta pesquisa, indicadores para análise ambiental do espaço escolar baseados em Normas Técnicas e resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a fim de verificar o cumprimento de requisitos que garantam a qualidade do espaço, influenciando de forma direta no processo de ensino-aprendizagem.

1.1 Método

Para a aplicação dos indicadores de qualidade ambiental, desenvolvidos neste artigo, foi escolhida, como estudo de caso, a unidade da Escola Viva (Instituição de Ensino do Governo do Estado do Espírito Santo), localizada em Vitória. Através da colaboração dos alunos da referida Instituição, foram efetuadas medições, aplicando-as sob a ótica dos indicadores de qualidade ambiental e desenvolveu-se análise qualitativa através das respostas dos próprios alunos. Ainda, considerou-se importante a comparação dos dados ambientais da Escola Viva com outros modelos escolares na região da Grande Vitória, para avaliação de mudanças no espaço físico escolar em função da adequação da nova proposta pedagógica implementada. Para avaliação do espaço escolar as etapas para análise foram divididas em: análise qualitativa, análise quantitativa e comparação da Escola Viva com outros modelos escolares.

Para a análise quantitativa, foram realizadas medições em três salas de aula estrategicamente selecionadas, tendo como base a incidência solar. Os locais escolhidos foram: sala de aula 11, localizada no 2º andar do pavilhão de salas de aula (fachada voltada para sudeste), sala de aula 14, localizada no 3º andar (fachada voltada para noroeste) e sala de aula 1, localizada no 2º andar do pavilhão de laboratórios (fachada voltada para noroeste). Estas análises foram efetuadas, em parceria com a equipe de coordenação da

Escola Viva, em um dia disponibilizado pelo Diretor, a fim de não interromper as atividades desenvolvidas pela escola. Durante as medições realizadas, os alunos permaneceram nas salas de aula para que se analisasse ambientalmente em condições normais de uso. Foi escolhido o mês de maio por ter comportamentos climatológicos parecidos com todo o ano – temperaturas e umidade relativa altas. Os instrumentos utilizados nas medições térmica, lumínica e acústica foram, respectivamente: anemômetro digital, luxímetro e decibelímetro.

2. CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL

2.1 Qualidade térmica

Alcançar o conforto térmico é fazer com que o corpo humano sinta, com neutralidade, as trocas térmicas com o ambiente (Lamberts et al. 2014). A arquitetura pode contribuir para que estas trocas térmicas aconteçam de forma natural e sem incômodos. Garantir que o ganho de energia térmica seja o mínimo possível é promover a qualidade interna do espaço, beneficiando e potencializando o aprendizado dos alunos. As consequências negativas de ambientes escolares com elevadas temperaturas vão desde incômodo físico, mal-estar, dispersão da atenção, até problemas mais graves como o aumento da circulação sanguínea e aumento considerável do suor, por exemplo (ANVISA, 2014). Estes problemas podem causar danos à saúde de alunos e professores, além de afetar a qualidade do ensino.

Para o desenvolvimento de projeto arquitetônico que garanta a qualidade ambiental do edifício, são necessários dados climáticos da região onde o projeto será inserido, para assim adequar as estratégias arquitetônicas ao clima local, maximizando o uso de recursos naturais para a garantia do conforto ambiental do edifício.

Com base na Carta bioclimática para região de Vitória – ES (Alvarez, 2007), uma das principais diretrizes para alcançar conforto térmico em Vitória é a ventilação natural, obtida através de grandes vãos de janela. Também é importante garantir o sombreamento destes vãos de janela, com brises por exemplo, para diminuir a entrada de radiação solar no interior da edificação, minimizando a carga térmica do edifício. Ainda de acordo com a Norma Técnica NBR 15220/2003, as estratégias bioclimáticas para a região bioclimática 8 (região na qual a cidade de Vitória está inserida) são:

- Adoção de paredes externas de elevada massa térmica – de forma que o calor adquirido durante o dia seja devolvido à noite;
- Orientação e implantação do edifício conforme insolação e ventos predominantes;
- Materiais de revestimento externos com baixa absorvência.

Os índices de temperatura em ambientes internos, a Bulbo Seco, devem variar de 23°C a 26°C no verão e de 20°C a 22°C no inverno. Para a faixa de umidade relativa, também em ambientes internos, a recomendação é de 40% a 65% no verão e de 35% a 65% no inverno (Resolução Nº 9 da ANVISA, 2003).

Com base em estudos de Normas Regulamentadoras da ANVISA a respeito da salubridade do espaço e, também, em Normas Técnicas sobre desempenho energético de edificações, foram elencados indicadores de qualidade térmica com intuito de verificação dos requisitos mínimos para a garantia de um espaço adequado, ilustrados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Indicadores de qualidade térmica

	INDICADORES DE QUALIDADE TÉRMICA	RESULTADO ESPERADO
1	Implantação da edificação no terreno em função da insolação	Posicionamento das menores áreas de fachada para posições de "sol razante" (leste e oeste)
2	Orientação do edifício em função dos ventos dominantes	Aberturas de janelas, na fachada, orientadas para posição de vento predominante
3	Uso de ventilação natural como estratégia bioclimática de resfriamento	Vãos de janelas dimensionados para potencializar entrada natural de ventilação
4	Renovação do ar	Circulação natural da ventilação capaz de promover renovação do ar
5	Sombreamento das aberturas	Uso de estratégias arquitetônicas capazes de minimizar ganhos de energia térmica, como brises
6	Transmitância térmica dos materiais de fachada	Material de baixas transmitância térmica ($W/(m^2K)$)
7	Temperatura interna	Temperatura interna entre 23°C e 26°C, no verão
8	Umidade relativa interna	Umidade relativa interna entre 40% e 65%, no verão

2.2 Qualidade acústica

A garantia de um espaço adequado acusticamente tem relação direta com a qualidade do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, por necessitarem de um elevado nível de silêncio para que não seja dispersa a atenção. A incidência de ruídos pode causar além de problemas auditivos, estresse, dor de cabeça e irritabilidade (Santos et al. 2000). Os níveis de ruído considerados toleráveis para um ambiente escolar variam entre 40dB a 50dB para salas de aula, 35dB a 45dB em bibliotecas e 45dB a 55dB em circulações (NBR 10152/1987). Os sons lesivos são aqueles considerados mais intensos que a conversação. Variam em torno de 85dB à exposição de, em média, 8 horas diárias. As influências do ruído sobre a saúde humana, poderão manifestar-se desde transtornos de habilidade de executar atividades (diminuindo o rendimento e eficiência e elevando o número de erros) a transtornos comportamentais, causando mudanças na conduta e humor do homem, falta de atenção e concentração, cansaço, insônia e ansiedade (Carmo, 1999).

Com base em estudos de Normas Regulamentadoras da ANVISA sobre condicionamento acústico de ambientes de trabalho e, também, na Norma Técnica NBR 10152/1987, foram elencados indicadores de qualidade acústica, com intuito de verificação dos requisitos mínimos para a garantia de um espaço adequado, ilustrados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Indicadores de qualidade acústica.

	INDICADORES DE QUALIDADE ACÚSTICA	RESULTADO ESPERADO
1	Níveis de ruído aceitáveis em sala de aula	De 40 a 50 dB
2	Níveis de ruído aceitáveis em laboratórios	De 40 a 50 dB
3	Níveis de ruído aceitáveis em bibliotecas	De 35 a 45 dB
4	Níveis de ruído aceitáveis em circulações	De 45 a 55 dB
5	Qualidade da emissão sonora	Clareza no entendimento do som emitido
6	Implantação de salas de aula dentro do espaço escolar	Salas de aula afastadas de geradores de ruído, como quadra de esportes, por exemplo

2.3 Qualidade lumínica

Conforto visual é entendido como a existência de um conjunto de condições, em determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menos esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes. Ainda, a boa iluminação deve ter

direcionamento e intensidade adequados e suficientes sobre o local de trabalho, assim como proporcionar boa definição de cores e ausência de ofuscamento (Lamberts et al. 2014). O ofuscamento ocorre quando a adaptação da visão aos contrastes não ocorre normalmente. Pode ser também definido como excesso de luz no campo visual (Lamberts et al. 2014). O controle do ofuscamento não é somente importante para o conforto do usuário, como também para eficiência energética do edifício, na medida em que se evita o excesso de radiação solar.

A Tabela 3, a seguir, demonstra a quantidade média de iluminância, dada em lux, no plano de trabalho em ambientes escolares.

Tabela 3 Índice de iluminância no plano de trabalho. Fonte: adaptada NBR 5413/1992

AMBIENTE	ILUMINÂNCIA IDEAL
Salas de aula	300 lux para iluminação geral
	500 lux perto do quadro e no plano de trabalho
Laboratórios	200 lux para iluminação geral
	500 lux para iluminação no plano de trabalho
Bibliotecas	300 lux para iluminação geral
	500 para ambientes de leitura

Com base em estudos de Normas Técnicas sobre desempenho acústico de edificações, foram elencados indicadores de qualidade acústica com intuito de verificação dos requisitos mínimos para a garantia de um espaço adequado, ilustrados na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4. Indicadores de qualidade lumínica.

INDICADORES DE QUALIDADE LUMÍNICA	RESULTADO ESPERADO
1 Nível de iluminância em sala de aula	Mínimo de 500lux na região do quadro Mínimo de 300lux no plano de trabalho
2 Presença de ofuscamento nas aberturas das fachadas	Sem ofuscamento
3 Alcance de luz natural em grandes profundidades	Alto alcance de luz natural para evitar acionamento de sistema artificial de iluminação
4 Disposição de pontos de luz	Adequada ao layout interno
5 Iluminação natural com baixo ganho de energia térmica	Uso de proteção solar nas aberturas, utilizando-se da iluminação indireta, afim de evitar ganhos térmicos

3. ESCOLA DE TEMPO INTEGRAL

No século XX, influenciado pelos novos ideais do filósofo John Dewey, iniciou-se, no Brasil, um movimento no âmbito pedagógico e de caráter reformador que mostrava a necessidade de se encontrar o papel da escola na sociedade moderna. Intitulado de “Escola Nova”, propunha-se mudanças no método pedagógico e na discussão sobre a formação global do aluno e a relação de sua vida na sociedade. O movimento foi chamado de “O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, e teve seu texto base redigido por Fernando de Azevedo, expoente da revolução e fundador da Biblioteca Pedagógica Brasileira. (Souza et al. 2009).

Com o crescimento das escolas, a arquitetura escolar teve seus rumos transformados. Um grande contingente de alunos foi abarcado pelos edifícios escolares, tornando-os inadequados e insuficientes. Com a mudança no método pedagógico e o aumento do turno escolar, os ambientes escolares além de suas capacidades aumentadas, tiveram novas necessidades educacionais, tais como quadras poliesportivas, laboratórios, refeitório e

biblioteca. Houve, então, a preocupação com o edifício em si, dando abertura aos arquitetos de projetarem espaços cada vez mais multifuncionais.

3.1 Escola Viva

A exemplo de uma escola de tempo integral, o projeto “Escola Viva”, implementado pelo Governo do Estado do Espírito Santo, procura atender a estas novas demandas educacionais dos tempos modernos. Com sede no bairro São Pedro, Vitória - ES, a primeira unidade do novo modelo “Escola Viva” foi adaptada em uma antiga faculdade. A unidade possui 2 edifícios pedagógicos com, atualmente, 14 salas de aula em funcionamento, além de laboratórios de química, matemática, biologia e artes, como mostrado na Figura 1 a seguir.



Figura 1. Setorialização e implantação da Escola Viva.

O período letivo é de 9h30min diários, incluídos refeição (1h20min) e lanche (dois intervalos de 20min cada). Além das disciplinas regulamentadas pelo Ministério da Educação e Cultura, o aluno pode escolher matérias como música, teatro, cinema, empreendedorismo e fotografia, atividades estas a serem desenvolvidas no pavilhão de laboratório (05).

4. ANÁLISES

4.1 Análise quantitativa

Entende-se por análise quantitativa levantamento de dados referentes aos aspectos físico-ambientais do espaço estudado. Considerou-se relevantes medições dos parâmetros ambientais das variáveis de temperatura, iluminação e nível de ruído.

Todas as salas de aula analisadas possuem os seguintes materiais de acabamento: paredes (de bloco cerâmico não estrutural) rebocadas pintadas de branco, piso de granilite polido e placas de gesso perfuradas no forro. O sistema de iluminação artificial, das salas analisadas,

é composto por 8 luminárias de 2 lâmpadas fluorescentes de 40w cada, distribuídas uniformemente pela sala. Há presença de ventiladores.

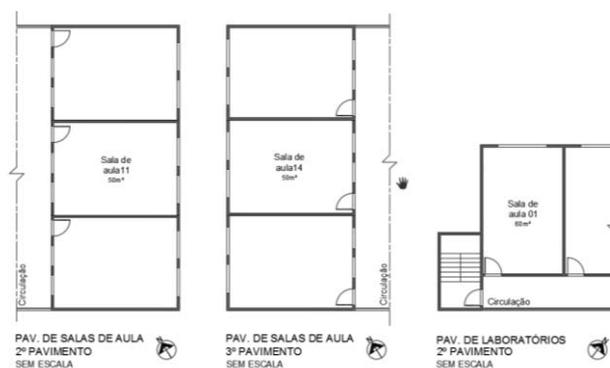


Figura 2. Planta baixa esquemática de salas analisadas.

Segundo figura 2, mostrada acima, a sala de aula 11 localiza-se no 2º pavimento do Pavilhão de salas de aula, possui 50m² e orientação solar de sua face exterior voltada para sudeste. Há janelas inseridas em faces opostas entre si, sem presença de brises. A sala de aula 14 localiza-se no 3º pavimento do Pavilhão de salas de aula, possui 50m² e orientação solar de sua face exterior voltada para noroeste. Há janelas inseridas em faces opostas entre si, com presença de brises na face exterior. A sala de aula 1 localiza-se no 2º pavimento do Pavilhão de laboratórios, possui 60m² e orientação solar de sua face exterior voltada para noroeste. Há janelas com película escura inseridas na face externa, sem presença de brises.

Segundo análise feita, os índices de temperatura, umidade relativa, iluminância e acústica das salas de aula estão indicados na Tabela 5 a seguir. Os dados climáticos no dia de medição eram de 28°C de temperatura externa e 60% de umidade relativa segundo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos.

Tabela 5. Dados obtidos através de indicadores de qualidade ambiental.

ESCOLA VIVA										
AMBIENTE	TEMPERATURA (°C)*			UMIDADE RELATIVA (%)**	ILUMINÂNCIA (lux)***			ACÚSTICA (dB)****		
	Mín.	Máx.	Média	Média	Parede quadro	Meio sala	Parede fundos	Mín.	Máx.	Média
Sala 11	30,6	31	30,77	56,45	350	400	485	60,00	67,50	63,77
Sala 14	30,5	30,6	30,53	56,125	348	380	236	64,00	68,00	65,67
Sala 01	30,2	30,2	30,20	60,25	620	96	140	69,00	80,00	74,63

*Medição com anemômetro a 80cm do piso – 3 pontos da sala de aula (janelas abertas e ventiladores ligados)

**Quatro medições sucessivas intervaladas de 5min com aparelho a 80cm do piso - 4 pontos da sala de aula

***Medição com luxímetro em plano de trabalho horizontal a 80cm do piso – 3 pontos da sala de aula (com iluminação artificial)

****Medição com decibelímetro a uma distância de 150cm do piso e longe de superfícies refletoras de ondas sonoras - 3 pontos afastados entre si de, no mínimo, 50cm

Segundo indicadores de qualidade ambiental, as salas de aula analisadas, em média, possuem orientação ineficiente segundo ventos dominantes, sendo preciso o uso de ventiladores durante o período de uso, provocando prejuízos na renovação de ar. Os materiais de fachada são de bloco cerâmico de 9cm, argamassados interna e externamente, pintados ambos os lados de branco com transmitância térmica de 2,46 W/(m²K) (Anexo nº 50 INMETRO/2013), configurando média transmitância térmica, contribuindo para o aumento moderado da carga térmica do edifício. As aberturas de janelas, quando não

protegidas por brises, causam ofuscamento moderado. Os índices de iluminância perto do quadro, conforme Tabela 5, ficaram abaixo do permitido, causando desconforto. A posição das janelas, em média, é adequada, entretanto a entrada de luz solar é ineficiente, sendo preciso uso de iluminação artificial. As luminárias utilizadas são embutidas no gesso e não são eficientes, direcionando o feixe de luz somente em uma direção, provocando pontos de baixa iluminância em sala.

Foram considerados dois parâmetros para avaliação acústica das salas de aula, sendo eles: condicionamento acústico e ruído externo. Por possuírem revestimento acústico no teto, as salas de aula atendem ao parâmetro de condicionamento acústico, diminuindo a reflexão do som e aumentando sua inteligibilidade. Todavia, quando analisadas sob a ótica de ruídos externos, os ambientes analisados não atendem a este parâmetro, devido as circulações do edifício estarem anexas às salas, potencializado pelo fato de haver janelas voltadas para a circulação, prejudicando o isolamento acústico destes ambientes. Os níveis de ruído obtidos estão acima do permitido segundo Norma, de 40dB e 50dB.

Como principais falhas, pode-se destacar a alta temperatura interna e o baixo índice de iluminância nas salas de aula analisadas. A respeito da baixa qualidade térmica, a quantidade de alunos em sala, aumentando a carga térmica interna, e ineficiência da orientação das aberturas para os ventos dominantes contribuem para o aumento da temperatura destas salas, como mostrado na Tabela 5. Em relação à qualidade lumínica, a ineficiência das lâmpadas utilizadas e o pequeno espaçamento entre lâminas dos brises externos, quando existentes, provocam um ambiente inadequado luminicamente.

4.2 Análise qualitativa

Entende-se por análise qualitativa, a responsável por indicar a qualidade do espaço através da percepção pessoal. Considerou-se importante esta análise por gerar resultados diretamente do cotidiano dos alunos, revelando as sensações sentidas por eles no que diz respeito à qualidade ambiental. Foi realizado questionário aos alunos relacionado à qualidade acústica, lumínica e térmica dos ambientes utilizados na escola. O formulário aplicado obteve amostra de 10% dos alunos da escola e foi realizado ao longo de um período de 30 dias.

Estudos realizados sobre a análise comportamental de pessoas em edifícios não climatizados e não climatizados, mostram maior aceitação e tolerância térmica dos ocupantes destes edifícios ventilados naturalmente (Dear et al, 2002). Através das respostas obtidas na aplicação do questionário, percebe-se esta tolerância por parte dos ocupantes em relação à qualidade ambiental dos espaços analisados, com 45,8% dos entrevistados considerando a temperatura interna boa.

Como considera a temperatura em sala de aula? A ventilação em sala de aula é:

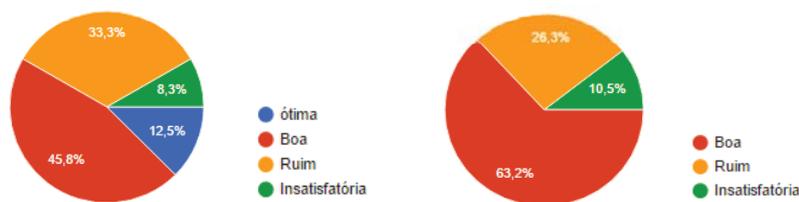


Figura 3. Gráfico de resposta de temperatura e ventilação em sala de aula.

A partir do dado obtido no quesito iluminação artificial (sobre necessidade de acionamento durante o dia), com 62,5% das respostas afirmando ser necessário uso de iluminação artificial, confirmou-se que a iluminação natural não é eficiente, contribuindo para maior gasto energético do edifício. No que diz respeito ao conforto acústico (sobre necessidade de fechar portas e janelas por causa do ruído externo), 62,5% confirma o incômodo causado por ruídos, não atendendo aos indicadores de qualidade acústica.

4.3 Comparação da Escola Viva com outros modelos escolares

Para comparações da Escola Viva com outros modelos escolares três escolas municipais da região da Grande Vitória, analisadas em pesquisa anterior, realizada pelo grupo Arqcidade, da Universidade Vila Velha. As escolas analisadas funcionam durante os 3 turnos, de forma não integral, com alunos de 7 a 14 anos, em média.

As análises feitas destas três escolas foram realizadas em cenários ambientais, caracterizados por dias de céu aberto, mesmo turno de medição e época do ano semelhantes ao da análise da Escola Viva. Entretanto, os dados obtidos da análise anterior, das três escolas, foram obtidos através de, em média, três medições locais. As comparações estão descritas conforme Tabela 6 abaixo.

Tabela 6. Comparativo de indicadores de qualidade ambiental entre Escola Viva e escolas municipais da Grande Vitória.

COMPARATIVO				
ESCOLA	TEMPERATURA (°C)	ILUMINÂNCIA (lux)		ACÚSTICA (dB)
	Média	Parede quadro	Meio da sala	Média
Escola Viva	30,50	439,33	292,00	68,02
Escola 01	29,33	438,00	360,00	79,00
Escola 02	31,20	405	405	71,30
Escola 03	29,50	660,00	-	70,00

Segundo Tabela 6, os índices de temperatura da Escola Viva estão na média das outras escolas analisadas, com valores acima do estipulado na Tabela 1 (Indicadores de qualidade térmica), entre 23°C e 26°C. Quando comparados os índices de iluminância, a Escola Viva obteve resultados piores, em geral, com 292lux no plano de trabalho, valor abaixo das outras unidades escolares e fora dos índices mínimos de iluminância geral, 300lux segundo NBR 5413/1992. Isto se deve ao fato de os brises da Escola Viva terem espaçamento menor quando comparados aos de outras escolas, fazendo com que a entrada de luz natural seja prejudicada. Ao ser comparada nos quesitos de qualidade acústica, a Escola Viva obteve valores menores que as escolas comparadas. Isso se deve ao uso de placas acústicas como revestimento de forro, entretanto, encontra-se acima do estipulado na Tabela 2 (Indicadores de qualidade acústica).

5. CONCLUSÃO

Mesmo com resultados abaixo dos valores estipulados pelos indicadores de qualidade ambiental, houve melhora quando a Escola Viva é comparada a outros edifícios escolares municipais no que diz respeito ao espaço físico e conforto acústico. A estrutura física da Escola Viva se adequa de maneira eficaz ao modelo pedagógico. As salas de aula são bem dimensionadas e atendem, em número, a quantidade de alunos. A setorização dos espaços

escolares – salas de aula, laboratórios e quadras esportivas distantes entre si – colaboram para o sistema de troca de sala de aula feita pelos alunos e distancia as salas de aula de geradores de ruído, como a quadra poliesportiva, por exemplo. Como medidas de intervenção para assegurar a qualidade ambiental nas salas de aula analisadas, pode-se destacar medidas como:

- Aumento do espaçamento das lâminas dos brises e sua angulação de forma a aumentar a entrada de luz indireta e potencializar a ventilação natural;
- Substituição das luminárias de teto por peças mais eficientes, potencializando a razão do fluxo luminoso emitido pela luminária e a lâmpada;
- Redistribuição das luminárias no teto, garantindo ambiente iluminado de forma uniforme, com destaque nos planos de trabalho, como quadro e carteiras dos alunos;
- Substituição das janelas voltadas para o corredor por aberturas altas, utilizando os princípios de ventilação no forro.

No que diz respeito à garantia da qualidade dos espaços, a Escola Viva ainda não satisfaz aos indicadores de qualidade ambiental desenvolvidos neste artigo, se equiparando aos modelos escolares até então utilizados, não havendo preocupação específica com o conforto ambiental do espaço escolar. Questões como temperatura interna e índices de iluminância obtiverem piores resultados, necessitando de melhorias na estrutura física, a fim de garantir o conforto ambiental, tendo em vista sua importância no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 2003. *Resolução nº 9*. Rio Janeiro
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 2014. *Conforto Ambiental em estabelecimentos assistenciais de saúde*. Brasília
- Alvarez, C. E. & Paneto, G. G. 2007. *Apostila de conforto I e II: Térmico, acústico, lumínico, ar condicionado*. Vitória: UFES
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1987. *NBR- 10152: Níveis de Ruído para conforto acústico*. Rio de Janeiro
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1992. *NBR- 5413: Iluminância de Interiores*. Rio de Janeiro
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 2003. *NBR- 15220 Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades*. Rio de Janeiro
- Carmo, L. I. C. 1999. *Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas*. Goiânia
- Dear, R. J & Brager, G. S. 2002. *Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55*. Disponível em: <<http://goo.gl/iuh4Qv>>. Acesso em: 4 ago. 2016.
- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). 2003. *Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros*
- Kowaltowski, D. C. K. 2011. *Arquitetura escolar, o projeto do ambiente de ensino*. São Paulo: Oficina de Textos
- Lamberts, R.; Dutra, L. & Pereira, F.O.R. 2014. *Eficiência Energética na Arquitetura*. Rio de Janeiro: ELETROBRAS
- Santos, U. de P. & Santos, M. P. 2000. *Caderno de Saúde do Trabalhador - Exposição a ruído: efeitos na saúde e como preveni-los*. São Paulo: Instituto Nacional de Saúde no Trabalho
- Souza, R. A. & Martineli, T. A. P. 2009. Histedbr on-line. *Considerações históricas sobre a influência de John Dewey no pensamento pedagógico brasileiro*. n. 35. p.160-162