XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

AVALIAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO EM ESPAÇOS DE TRANSIÇÃO: EDIFÍCIOS EDUCACIONAIS

Iara Nogueira Liguori (1); Lucila Chebel Labaki (2)
(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), iara.liguori@gmail.com
(2) Professora Titular da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), lucila@fec.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada (LACAF). Rua Saturnino de Brito, 224 - Cidade Universitária, Campinas - SP, 13083-889. Tel.: (19) 3521 2064.

RESUMO
Os espaços de transição são soluções construtivas que oferecem conforto térmico passivo ao ambiente e tornam menos bruscas as diferenças de temperatura internas e externas. Podem contribuir com projetos de edifícios educacionais ao oferecer ambientes permeáveis e convidativos. O artigo tem como objetivo apresentar medições realizadas em ambiente escolar, com o intuito de entender a participação desses espaços para a manutenção do conforto térmico passivo em sala de aula. Dessa forma, foram escolhidas duas escolas públicas de Campinas/SP. A avaliação foi feita por método de medições dos parâmetros ambientais: temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade do ar, durante o mês de Março, verão de 2019. As medições das salas de aula e espaços de transição foram comparadas com os dados externos. Como resultado observou-se que a E. E. Ary Monteiro Galvão tem temperaturas internas mais amenas, diferentemente da E. E. Djalma Octaviano, que possui uma elevada carga térmica. Dessa forma, é notável a diferença de conforto térmico entre ambos os edifícios. Na próxima etapa do trabalho pretende-se fazer experimentações nos projetos, realizando simulações e alterando a dimensão dos espaços de transição.
Palavras-chave: Espaços de Transição, Varanda, Conforto Térmico, Edifício Escolar, Medições.

ABSTRACT
The transition spaces are constructive solutions that promote passive thermal comfort to the environment and let the internal and external temperature differences less abrupt. They contribute to a pleasant and inviting environment on educational buildings. This article presents measurements of a school environment, aiming to clarify the roles of transitional spaces in the passive thermal comfort maintenance. The evaluation was done calculating measurements averages of environmental parameters: air temperature, radiant temperature, relative humidity and air velocity. The classrooms, transition spaces and external environment measurements occurred in March 2019, Brazilian summer. The measurements analysis pointed out that the Ary Monteiro Galvão state school has internal temperatures milder than Djalma Octaviano state school, identifying an increased thermal load. For a future work it is intended performing new experiments and simulations, varying transition spaces sizes and analyzing its roles on the thermal comfort.
Keywords: Transitional Spaces, Balcony, Thermal Comfort, Educational Building, Measurement.

1. INTRODUÇÃO

Os espaços de transição podem ser entendidos como soluções construtivas que mediam os limites entre os ambientes internos e externos, diminuindo as barreiras ambientais e contribuindo com a recepção dos usuários ao edifício (MARAGNO; COCH, 2011, ZHANG *et al*., 2014). Auxiliam na manutenção do conforto térmico, ao atuar como obstáculos para a radiação solar direta, evitando o superaquecimento no interior do prédio especialmente quando a temperatura externa excede a zona de conforto. (MARAGNO; COCH, 2009; TAIB *et al*., 2014)

De acordo com Chun (2004) os espaços de transição podem ser divididos em três categorias, a primeira refere-se a aqueles que estão contidos dentro de edifícios, como por exemplo, *halls* de entrada e *lobbys*. A segunda categoria diz respeito aos que estão conectados ao edifício, como as varandas; e a terceira é ilustrada por aqueles espaços que não fazem contato direto com a edificação, como é o caso de coretos e pergolados. Nesse artigo serão considerados os espaços de transição do Tipo 02, com especial atenção às varandas e corredores, em edifícios educacionais.

A varanda constitui importante papel na arquitetura brasileira e é caracterizada como um elemento construtivo vernacular. Relaciona-se com a sustentabilidade do ambiente construído, atuando não somente como um elemento de adequação climática, mas como um recurso da forma projetual. (BRANDÃO; MARTINS, 2008; FRANÇA *et al*, 2009)

A arquitetura vernacular pode ser entendida como uma forma de fazer arquitetura, onde são empregados materiais e recursos próprios do ambiente de origem, obtendo como resultante uma tipologia única, específica do local ou região em estudo. Não há reconhecimento dos estilos arquitetônicos, mas um saber projetual anônimo, constituindo a "fisionomia da cidade" de forma orgânica e expressando a cultura local. (MARQUES *et al*, 2009; ZHAI; PREVITALI, 2010)

As características da arquitetura vernacular podem ser de importante valia no projeto de edifícios escolares, uma vez que a satisfação do usuário está diretamente ligada a uma melhor aprendizagem (SANTANA, 2010). Os espaços de transição podem funcionar nesses ambientes como locais de trocas de informações, experiências e convívio entre os alunos, além de prover um maior conforto térmico interno de modo passivo e evitar maiores gastos em consumo energético. (KOWALTOWSKI, LABAKI, PINA, 2001)

Os espaços de transição também podem ter um importante papel na recepção dos alunos e da comunidade no ambiente escolar ao "'convidar' os alunos a entrarem e demonstrar que são bem vindos", funcionando como uma permeabilidade gradual ao edifício. (KOWALTOWSKI, 2011)

Segundo Azevedo (2002), "recentemente tem havido um consenso de que o ambiente da sala de aula pode afetar atitudes e comportamentos, relacionando a qualidade do ambiente construído com a diminuição da interação social, o aumento da agressividade e a redução do grau de concentração, comprometendo, consequentemente, a eficácia do método educativo".

Ao debater e propor novas ideias, este projeto pretende reafirmar a importância de uma responsabilidade socioambiental, enfatizando o papel do arquiteto como planejador do espaço. A decisão pelo tema surge a partir do interesse em discutir projetos mais confortáveis aos usuários, além de valorizar formas construtivas tão presentes nas cidades brasileiras, mas ainda carentes de pesquisas.

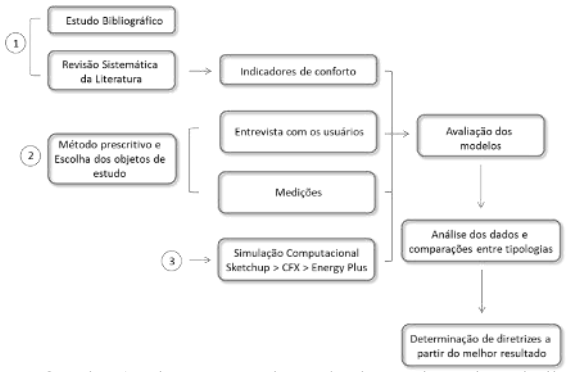
2. OBJETIVO

Esse artigo tem como objetivo principal avaliar o conforto térmico em ambiente escolar, comparando sala de aula, espaços de transição contíguos e espaço exterior. Tem-se como propósito estabelecer a participação dos elementos de atenuação climática nesses ambientes para manutenção do conforto térmico.

3. MÉTODO

O artigo apresentado é parte de um mestrado em andamento pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O método desenvolvido para o mestrado é dividido da seguinte forma: 1) revisão bibliográfica e Revisão Sistemática da Literatura; 2) método prescritivo, medição e entrevistas em ambiente escolar; 3) Simulação dos ambientes, seguido por experimentações na forma.

O método de medição permite avaliar a edificação de forma assertiva ao obter *in loco* os resultados. Dessa forma, as pesquisas de Kwon e Lee



Quadro 1: Fluxograma dos métodos e plano de trabalho.
Fonte: a autora

(2017); Loomans *et al.* (2018); Medinilha *et al.* (2005); Skubs e Labaki (2009) são exemplos do modo prescritivo associado aos espaços de transição.

Foram programadas medições em duas épocas distintas do ano: período de verão e inverno, com o intuito de observar as temperaturas extremas do ano e o comportamento das edificações. As medições de verão ocorreram no mês de Março, com uma semana para cada escola. Vale ressaltar que as escolas estavam fechadas nos primeiros meses do ano e os alunos estavam de férias, dessa forma, não haveria outro momento para realizar as medições. Os dados colhidos condiziam com as temperaturas do verão de 2019.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética de Unicamp (CEP) e está cadastrado na Plataforma Brasil, sob número CAAE 00711118.6.0000.8142. A participação foi voluntária, sendo que os usuários com idade inferior a 18 (dezoito) anos deveriam ter autorização prévia dos pais e/ou responsáveis.

Os edifícios escolhidos tinham a presença de espaços de transição contíguos às salas de aula, o que possibilitava a análise do papel desses ambientes para a manutenção do conforto térmico. As escolas deveriam prover ensino público a crianças de ensino fundamental e/ou médio na cidade de Campinas.

Os equipamentos de medição foram disponibilizados pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada (LACAF) da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da UNICAMP. Dessa forma, a temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade relativa dos ambientes internos e espaços de transição são comparados com os dados climatológicos da cidade de Campinas/SP, disponibilizado pelo CEPAGRI da UNICAMP.

Os sensores tinham uma altura aproximada de 1,50 m, altura da cabeça dos usuários (STANDARD ISO, 2005), com uma distância mínima de 40 cm da parede. Não foi possível alocar o equipamento no centro da sala de aula, uma vez que atrapalharia os usuários. As aberturas, portas e janelas, também tiveram uso livre, pois era desejável manter o uso rotineiro das salas de aula.

Modelos dos equipamentos	Precisão
Umidade do ar: Datalogger temperatura/umidade, modelo 174H, marca Testo	+/- 0,5 ºC (-20 ºC a 70 ºC)
Umidade do ar: Termômetro Químico Escala Interna -10ºC a 50ºC / 0,5ºC – 270mm, sem marca	+/- 0,5 ºC
Temperatura do ar e temperatura radiante: Datalogger temperatura/temperatura, modelo 175-T2, marca Testo	+/- 0.5 °C (-20 ºC a 70 °C)
Ventilação: Sonda de esfera quente, modelos 0635 1549 e 0635 1049, marca Texto	+/- 0,2 ºC (-25ºC a 80ºC)
Registro da Ventilação: Datalogger multifunção, modelo 445, marca Testo	+/- 0,2 ºC (-25ºC a 80ºC)



Quadro 2: Modelo e precisão dos equipamentos, seguido por imagem ilustrativa. Fonte: a autora

Desde modo, as medições na E. E. Djalma Octaviano ocorreram entre os dias 11/03/19 a 15/03/19, e na E. E. Ary Monteiro Galvão os dias escolhidos foram 18/03/19 a 20/03/19, 25/03/19 e 27/03/19. Os equipamentos foram colocados em sala de aula e espaços de transição imediatos, registrando os dados a cada 10 minutos, durante todo o horário de funcionamento das escolas. Este trabalho apresenta parte dos resultados obtidos durante as medições de verão.

3.1. Cidade de Campinas/SP

A cidade de Campinas/SP está localizada na Zona Bioclimática Brasileira Z3 e possui como diretrizes de condicionamento térmico passivo a necessidade de adotar ventilação cruzada e sombreamento das aberturas durante o verão e aquecimento solar da edificação no inverno. (ABNT NBR, 2005)

Os espaços de transição podem representar uma importante solução projetual para essa zona bioclimática, ao proteger a edificação da radiação solar nos períodos mais quentes do ano e permitir a entrada dos raios solares no inverno.

3.2. Escola Estadual Djalma Octaviano

Localizada na cidade de Campinas/SP, oferece ensino integral a alunos do Ensino Médio, com idades entre 16 a 18 anos. O edifício prevê espaços de transição por toda extensão, sendo que as salas de aula estão voltadas para as fachadas Sudeste e Noroeste. As salas de aula têm aproximadamente 50 m², seguindo as diretrizes para a construção de edifícios escolares da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE/SP), com uma média de 40 a 45 alunos por classe.





Figuras 1, 2 e 3 respectivamente: Exterior da E. E. Djalma Octaviano, sala de aula e espaço transicional adjacente.

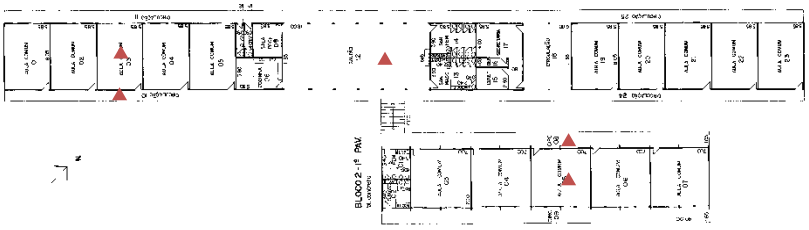


Figura 4: Planta Escola Estadual Djalma Octaviano, Campinas/SP.

Símbolos em vermelho representando a disposição dos equipamentos de medição no edifício. Fonte: Diretoria de Ensino de Campinas, editado pela autora.



Figura 5: Localização da escola no entorno (edifício em vermelho). Fonte: Google Maps

3.3. Escola Estadual Ary Monteiro Galvão

A E. E. Ary Monteiro Galvão também está localizada na cidade de Campinas/SP, os alunos estão no Ensino Fundamental 1, com idades entre 6 a 11 anos. O edifício possui dois blocos principais, sendo analisada uma sala de aula para cada conjunto. Os ambientes de ensino têm 8,00 metros de largura e 6,00 metros de comprimento, totalizando 48 m². As turmas variam entre 20 a 30 alunos.

As janelas são voltadas para a orientação Norte e Sul, e os pontos de medição estão representados em vermelho na planta abaixo.





Figuras 6, 7 e 8 respectivamente: Exterior da E. E. Ary Monteiro Galvão, sala de aula e espaço transicional adjacente.

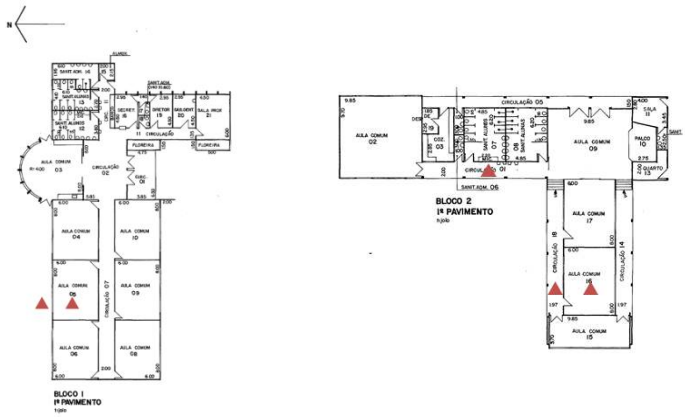


Figura 9: Planta Escola Estadual Ary Monteiro Galvão, Campinas/SP. Símbolos em vermelho representando a disposição dos equipamentos de medição no edifício. Fonte: Diretoria de Ensino de Campinas, editado pela autora.



Figura 10: Localização da escola no entorno (edifício em vermelho). Fonte: Google Maps.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1. Temperatura Escola Estadual Djalma Octaviano

Ao realizar as medições fica evidente que a temperatura externa é menor do que a temperatura interna na sala de aula da E. E. Djalma Octaviano, o que pode ser justificado pela elevada carga térmica. De maneira geral, os ambientes são pequenos, aproximadamente 50 m², com uma média de 40 alunos por sala.

As temperaturas internas das salas de aula tiveram um acréscimo de aproximadamente 2 ºC, ficando entre 24 ºC a 31 ºC. Já os espaços de transição adjacentes tiveram uma variação maior da temperatura em relação com a temperatura externa, o que pode ser um indício da contribuição desse ambiente para a manutenção do conforto térmico.

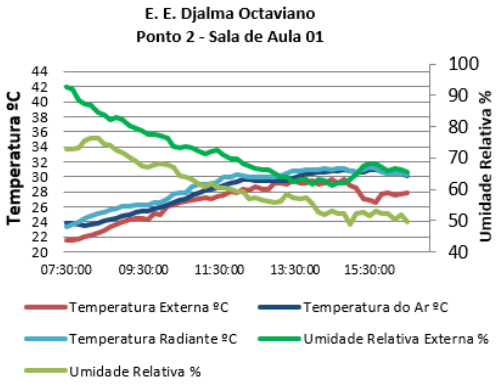


Gráfico 1: Sala de Aula.
Fonte: A autora

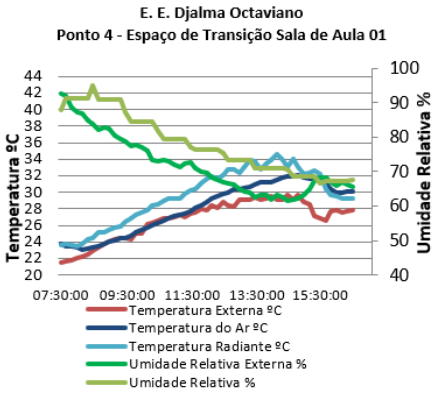


Gráfico 2: Espaço de transição contíguo à sala de aula.
Fonte: A autora

4.2. Temperatura Escola Estadual Ary Monteiro Galvão

As medições da E. E. Ary Monteiro Galvão tiveram resultados melhores em comparação com a anterior, uma vez que a temperatura interna das salas de aula manteve valores mais amenos do que os espaços de transição e ambientes externos. Essa diferença entre ambos os edifícios pode ser explicada pela diminuição da carga térmica, uma vez que o número de alunos é menor. A amplitude térmica dos espaços de transição também é maior do que os espaços internos.

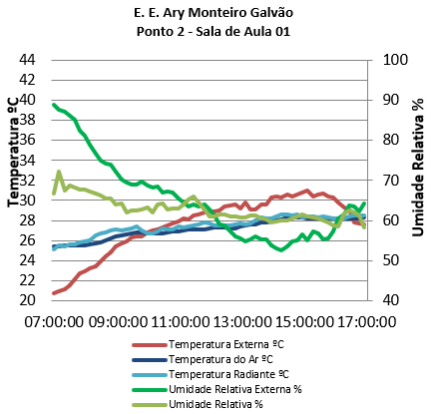


Gráfico 3: Sala de Aula 02.
Fonte: A autora

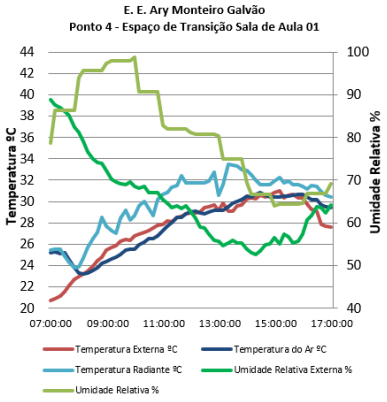


Gráfico 4: Espaço de transição contíguo à sala de aula.
Fonte: A autora

4.3. Ventilação

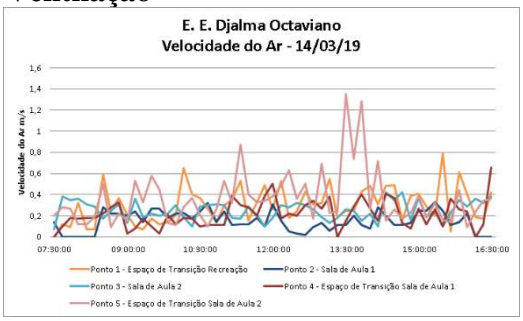


Gráfico 5: Análise de Velocidade do Ar.
Fonte: A autora

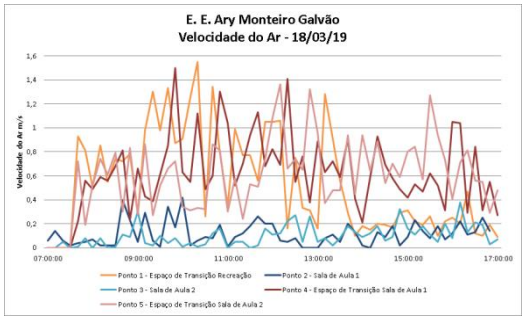


Gráfico 6: Análise de Velocidade do Ar.
Fonte: A autora

A partir da análise dos dados de ventilação, fica evidente que a E. E. Ary Monteiro Galvão possui velocidades do vento mais elevadas, com dados externos de até 1,5m/s, enquanto a E. E. Djalma Octaviano tem valores menores, com uma média de 0,6 m/s.

A análise de ventilação demonstrou que os ambientes internos possuem deficiências, podendo ser causado tanto pela má utilização do espaço pelos usuários, quanto pela necessidade de janelas maiores. A velocidade do ar nos espaços de transição, como era esperado, é maior do que no ambiente interno.

5. ETAPAS FUTURAS

Manter um ambiente confortável contribui com a educação e aprendizagem das crianças. Avaliar os espaços de transição, ambientes tão comuns na arquitetura brasileira, permite contribuir com o conforto térmico e melhoria dos edifícios.

O método possui restrições ao depender das condições climáticas dos dias de medição e dificuldades em aplicar questionários durante as aulas. Pretende-se suprir as restrições climatológicas através das simulações.

Resultados preliminares demonstram que a Escola Estadual Djalma Octaviano é perceptivamente mais quente em comparação com a Escola Estadual Ary Monteiro Galvão, o que pode ser resultado de ambientes com uma elevada carga térmica.

A pesquisa dará prosseguimento com as medições e entrevistas aos usuários. A fase prescritiva realizada com a E. E. Ary Monteiro Galvão está finalizada, restando as medições de inverno na E. E. Djalma Octaviano, programadas para Agosto de 2019.

Após esse período as simulações serão realizadas e o edifício receberá experimentações nos espaços de transição. Como resultado final pretende-se entender como os espaços de transição interferem na manutenção do conforto térmico interno em edifícios educacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Associação Brasileira de Normas Técnicas, p. 7, 2005.

AZEVEDO, G. A. N. **Arquitetura Escolar e Educação: Um Modelo Conceitual de Abordagem Interacionista**. p. 236, 2002.

BRANDÃO, H. C. L.; MARTINS, A. M. M. **A Varanda e suas contribuições para a Sustentabilidade**. n. 1, 2008.

CHUN, C.; KWOK, A.; TAMURA, A. Thermal comfort in transitional spaces-basic concepts: Literature review and trial measurement. **Building and Environment**, v. 39, n. 10, p. 1187–1192, 2004.

FRANÇA, F. P. DE M.; CARVALHO, C. A.; CABÚS, R. C. A influência do uso de varandas na iluminação natural em salas de estar/jantar em edifício residencial multifamiliar na cidade de Maceió-AL. **X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**, p. 1330–1338, 2009.

Kowaltowski, D., Labaki, L., & Pina, S. (2001). Conforto e ambiente escolar. **Cadernos de Arquitetura**, 1–26.

KOWALTOWSKI, D., Labaki, L., Pina, S. (2001). Conforto e ambiente escolar. *Cadernos de Arquitetura*, 1–26.

KOWALTOWSKI, Doris. Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente construído. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

Kwon, C. W., & Lee, K. J. (2017). Outdoor thermal comfort in a transitional space of canopy in schools in the UK. **Sustainability (Switzerland)**, 9(10).

Loomans, M. G. L. C., Mishra, A. K., Derks, M. T. H., Kraakman, J. J., & Kort, H. S. M. (2018). Occupant response to transitions across indoor thermal environments in two different workspaces. **Building and Environment**, 144(August), 402–411.

MARAGNO, G. V.; COCH, H. A Varanda Como Espaço De Transição: Conceitução, Tipologias, Variáveis E Repercusão Ambiental. **X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**, p. 1017–1026, 2009

MARAGNO, G. V.; COCH, H. O Desenho Da Varanda E Sua Repercussão Ambiental na Arquitetura das Casas Brasileiras. **XI Encac** 2011, n. 1, 2011.

MARQUES, C. S. DA P.; AZUMA, M. H.; SOARES, P. F. A importância da arquitetura vernacular. **Akrópolis, Umuarama**, v. 17, n. 1, p. 45–54, 2009.

Medinilha, T., Labaki, L., & Pezzuto, C. (2005). O Conforto Térmico Nos Espaços De Transição E Sua Influência Nos Ambientes Internos Do Edifício. **Encac 2005**.

SANTANA, T. M. A relação da arquitetura escolar com a aprendizagem. **IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, v. 1, n. 2010, p. 1–14, 2010.

SKUBS, D.; LUCILA, C. L. O Conforto Térmico Nos Espaços De Transição E Sua Influência Nos Ambientes Internos Do Edifício. **X ENCAC**, 2009.

Standard, I. (2005). Iso 7730, 2005.

TAIB, N. et al. Trends in the air temperature of transitional spaces of a high-rise office building: The effects of season and location. **Indoor and Built Environment**, v. 23, n. 8, p. 1117–1128, 2014.

ZHAI, Z. (JOHN); PREVITALI, J. M. Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation. **Energy and Buildings**, v. 42, n. 3, p. 357–365, 2010.

ZHANG, Y. et al. Effects of step changes of temperature and humidity on human responses of people in hot-humid area of China. **Building and Environment**, v. 80, p. 174–183, 2014.