XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

As residências de Severiano Mário Porto no extremo Norte do Brasil: análise a partir do desempenho térmico e luminoso

Las viviendas de Severiano Mário Porto en el extremo norte de Brasil: análisis a partir del desempeño térmico y luminoso

The houses of Severiano Mário Porto in North of Brazil: analysis based on thermal and daylighting performance

Conforto térmico / *Confort térmico / Thermal comfort*

MEDEIROS, Ayana Dantas de
Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR, Brasil,
ayana.medeiros@ufrr.br

GUTIERRE, Ivone da Silva
Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista - RR, Brasil
gutierrreivone59@gmail.com

NEVES, Adan Henrique Quaresma
Graduando em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista - RR, Brasil
adanhqn2@gmail.com

AMORIM, Cláudia Naves David
Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil
clamorim@unb.br

Resumo

Baseado no princípio de que análises do ambiente térmico e luminoso são essenciais na reflexão de arquiteturas exemplares, este trabalho analisa os projetos residenciais de Severiano Mário Porto (SMP) em Roraima. O método inclui levantamento documental, análise dos projetos, definição dos estudos de caso, simulação computacional, com análise dos resultados à luz das normativas brasileiras. A partir do levantamento documental, identificam-se 18 residências, divididas em 2 grupos. A casa do Grupo A destaca-se pelo melhor desempenho térmico, enquanto a casa do Grupo B se sobressai no desempenho luminoso. Foi identificado o melhor e pior ambiente dentre os 2 grupos analisados e sugeridas possíveis causas do resultado apresentado. Como parte de um estudo mais amplo sobre a obra de SMP, espera-se que o método seja aplicado a outros exemplos de sua arquitetura residencial, possibilitando a análise de desempenho ambiental e identificação de padrões de projeto desse renomado arquiteto.

Palavras-chave: arquitetura amazônica; PHFT; sDA; UDI; ASE.

Resumen

Basado en el principio de que los análisis del ambiente térmico y luminoso son esenciales para la reflexión sobre arquitecturas ejemplares, este trabajo analiza los proyectos residenciales de Severiano Mário Porto (SMP) en Roraima. El método incluye levantamiento documental, análisis de los proyectos, definición de los estudios de caso, simulación computacional y evaluación de los resultados basados en normativas brasileñas. A partir del levantamiento documental, se identifican 18 residencias, agrupadas en 2 clústeres. La casa del Grupo A se destaca por el mejor desempeño térmico, mientras que la casa del Grupo B sobresale en el desempeño luminoso. Se identificó el mejor y el peor ambiente entre los 2 grupos analizados y se sugirieron hipótesis sobre los resultados presentados. Como parte de un estudio más amplio sobre la obra de SMP, se espera que el método se aplique a otros ejemplos de su arquitectura residencial, permitiendo el análisis del desempeño ambiental e identificación de patrones de diseño de este renombrado arquitecto.

Palabras clave: arquitectura amazónica; PHFT; sDA; UDI; ASE.

Abstract

Based on the principle that analyses of the thermal and luminous environment are essential in reflecting exemplary architectures, this work analyzes the residential projects of Severiano Mário Porto (SMP) in Roraima. The method includes documentary research, project analysis, definition of case studies, computational simulation, and evaluation of results based on Brazilian standards. From the documentary research, 18 residences were identified, grouped into 2 clusters. The house from Group A stands out for its better thermal performance, while the house from Group B excels in luminous performance. The best and worst environments were identified among the 2 groups analyzed, and hypotheses regarding the results were suggested. As part of a broader study on SMP's work, it is expected that the method will be applied to other examples of his residential architecture, enabling the analysis of environmental performance and the identification of design patterns of this renowned architect.

Keywords: amazonian architecture; PHFT; sDA; UDI; ASE.

1. **Introdução**

A análise de desempenho de edificações investiga o cumprimento efetivo de uma ou mais funções de um edifício (Wilde, 2019) e, embora não exista uma lista definitiva de requisitos que toda construção deve atender, o debate sobre a emergência climática tem impulsionado temas como qualidade ambiental, eficiência energética e uso de recursos na construção civil, visando reduzir impactos ambientais ao longo do ciclo de vida das edificações (Altomonte *et al*., 2020). Nesse cenário, o ambiente construído desempenha um papel essencial na mitigação das mudanças do clima na Terra em decorrência do aumento no consumo energético para resfriamento e iluminação (Dear *et al.*, 2020).

Dada a exposição prolongada da ocupação humana em espaços fechados, é natural que haja o impacto direto das expectativas de conforto térmico, influenciando a satisfação, a saúde e a produtividade dos ocupantes (Parkinson, Dear e Brager, 2020). Um ambiente termicamente confortável mantém o balanço térmico do corpo e fatores ambientais e pessoais são determinantes para tanto, onde a ventilação natural se destaca por reduzir a umidade e seus impactos à saúde, além de promover economia de energia. Em uma abordagem híbrida, a combinação de ventilação mecânica e aberturas operacionáveis oferece uma solução eficiente e sustentável (Dimitroulopoulou, 2012; Parkinson, Dear e Brager, 2020).

O ambiente interno das edificações também é influenciado pela condição de iluminação e projetos com elevada qualidade ambiental devem considerar padrões espaciais, temporais, espectro luminoso e nível de iluminação (Konis, 2019). Historicamente, a luz natural tem sido fundamental para decisões sobre zoneamento, forma, orientação e disposição dos edifícios (Turan *et al*., 2020). Além de apoiar tarefas visuais, o acesso à luz natural permite a percepção das variações diárias e sazonais, beneficiando a ocupação humana tanto fisiológica quanto psicologicamente.

Em regiões de alta radiação solar, como no Norte do Brasil, a arquitetura deve adotar estratégias passivas para aproveitamento da ventilação e luz natural com atenção à redução de ganhos térmicos (Knoop *et al*., 2019). Em termos de boas soluções projetuais nesse contexto, além do inestimável valor das soluções dos povos nativos, resgata-se exemplos como Milton Monte, Oswaldo Brakte e, especialmente, Severiano Mário Porto (SMP), primeiro arquiteto transferido para o Amazonas na década de 1960 (Zein, 1986). Formado em 1955 pela antiga FNA, SMP é reconhecido como um expoente da arquitetura tropical (L'Architecture d'Aujourd'hui, 1987), defendia que era preciso "sentir" a floresta e trabalhar de forma integrada ao ambiente (Porto, 1986). Sua obra é, ainda hoje, referência de uma

arquitetura adaptada ao clima local e, segundo Guerra (2016), aproxima-se do conceito contemporâneo de arquitetura sustentável. Ao longo de 40 anos projetos como o Restaurante Chapéu de Palha, o campus norte da UFAM, a sede da SUFRAMA e o Centro de Proteção Ambiental são exemplares amplamente reconhecidos de sua arquitetura. Entretanto, sua obra é vasta e abrangente, com especial recorrência da arquitetura residencial, tipologia proeminente em sua atuação profissional.

Assim, esta pesquisa observa a arquitetura residencial de SMP, com ênfase sua produção no extremo norte do Brasil, mais especificamente no estado de Roraima, com enfoque em seu desempenho térmico e luminoso. Como parte de um estudo mais amplo sobre a obra de SMP, esse trabalho defende um método que pode ser replicado a outros exemplares de sua arquitetura residencial, permitindo a avaliação do desempenho ambiental e a identificação de padrões de projeto adequados ao contexto climático local.

2. **Objetivo**

O objetivo deste estudo é apresentar avaliações do desempenho térmico e luminoso de projetos residenciais de SMP no estado de Roraima, com ênfase na identificação dos elementos construtivos mais recorrentes e na avaliação de suas estratégias de projeto.

3. **Método**

O método do trabalho foi dividido em quatro etapas, conforme apresentado a seguir.

3.1 **Levantamento documental e análise dos projetos de arquitetura**

O levantamento documental dos projetos de SMP foi realizado com consulta ao acervo do referido arquiteto, no Núcleo de Pesquisa e Documentação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NPD FAU UFRJ), além de acesso aos levantamentos de Lima (2017), Simões (2019) e Cereto (2020), com tratamento analítico voltado à identificação, caracterização e registro, por meio da documentação fotográfica de desenhos técnicos, incluindo plantas, cortes, fachadas, perspectivas e detalhamentos de projetos executivos.

As análises dos projetos foram realizadas a partir da elaboração de uma matriz de dados acerca da geometria e o sistema de envoltória de cada projeto (fachada e cobertura), fatores definidos pela literatura como centrais para proporcionar às edificações respostas discerníveis em termos de adequação ao contexto climático local. Com o objetivo de sistematizar soluções

implícitas nessas arquiteturas, a análise foi realizada com base em preceitos estabelecidos pelo INI-R (2022) e RTQ-C (2013), onde: em relação à geometria, observou-se a orientação das maiores fachadas, fator de forma (FF) e fator de altura (FA); quanto ao sistema de envoltória, buscou-se identificar os tipos de sistema de vedação vertical (paredes), sua transmitância (U_{par}) e absortância térmica (α_{par}), o percentual de área efetiva de abertura para ventilação em ambientes de permanência prolongada (PV_{app}) e os elementos de proteção solar nas fachadas, além do tipo de sistema, transmitância (U_{cob}) e absortância térmica da cobertura (α_{cob}) e o percentual de abertura zenital (PAZ). Para fins de cálculo, os valores de U_{par}, α_{par} e U_{cob} seguem orientações da NBR 15.220-2 (2022) e α_{cob} de Dornelles (2021).

3.2 **Definição dos estudos de caso**

Para definir os edifícios de estudos de caso, adotou-se o método de Schaefer e Ghisi (2016), que recomendam uma análise de agrupamentos (*clustering*), técnica de mineração de dados estatísticos que avalia simultaneamente múltiplas variáveis e agrupa objetos de uma mesma população a partir de suas similaridades, obtendo-se elevada homogeneidade dentro de um mesmo grupo e elevada heterogeneidade entre grupos distintos, em que se espera que objetos de um mesmo grupo se comportem de forma semelhante em uma determinada situação (Hair *et al*., 2009).

Para agrupar os projetos analisados utilizou-se o *software* IBM SPSS *Statistics*, versão 30.0, e foram refinadas as variáveis da análise inicial, isolando-se aquelas que apresentavam diferenças significativas entre os projetos. As variáveis consideradas foram: a) orientação das maiores fachadas; b) FF; c) PV_{app}; e d) U_{cob}. Os estudos de caso que não apresentavam qualquer uma dessas informações foram excluídos desta seleção.

Inicialmente, fez-se o procedimento de agrupamento com a técnica hierárquica no intuito de identificar o número ideal de grupos, a partir da medida de similaridade da distância de Gower (1971), ideal para dados mistos; posteriormente, quando conhecida a quantidade ideal de grupos, utilizou-se a técnica não hierárquica para obtenção da solução final de agrupamento com o algoritmo k-protótipo (*k-prototypes*), uma variação do difundido k-média (*k-means*), proposto por Huang (1998), para análises multivariadas com variáveis de diferentes tipos.

3.3 **Simulação computacional**

A avaliação do desempenho térmico e luminoso da arquitetura residencial de SMP em Roraima foi realizada através de simulação computacional com modelagem pela interface gráfica *Designbuilder*, versão 7.0.2.006, cálculos térmicos pelo programa *EnergyPlus* e

Radiance para iluminação natural. O arquivo climático utilizado foi modelo TRY (2009-2023), do repositório *Climate One Building*. A geometria considerada nas simulações corresponde à prevista no projeto original, sendo analisados exclusivamente os ambientes de permanência prolongada (APP), especificamente salas e dormitórios. Foram preservadas as propriedades dos materiais de cada APP em conformidade com o projeto original, desconsiderando simplificações adotadas nas etapas anteriores. Devido à falta de dados confiáveis sobre o contexto original, o entorno foi desconsiderado para evitar suposições que poderiam aumentar a incerteza dos resultados.

Para análise do desempenho térmico, utilizou-se os requisitos da NBR 15.575-1 (2021). O padrão de ocupação e a taxa metabólica por ocupante seguem apresentados na Tabela 1. Adotou-se o método de ventilação natural *Calculated*, onde o fluxo de ar é distribuído com base no arquivo climático e as edificações modeladas em contato com o solo, com condutividade térmica de aproximadamente 1K/m.K.

Tabela 1: Configurações da simulação de desempenho previsto pela NBR 15.575-1.

Ambiente	Parâmetro	Valor	Períodos de uso
Sala	Ocupação	4 pessoas	14:00 - 17:59 (50%) 18:00 - 21:59 (100)
	Taxa metabólica	108 W/pessoa	
Dormitório	Ocupação	2 pessoas	22:00 - 07:59 (100%)
	Taxa metabólica	81 W/pessoa	

Fonte: ABNT (2021).

Para tanto, foi verificado o percentual de horas de ocupação dentro da faixa de temperatura operativa dos ambientes de permanência prolongada ($PHFT_{app}$), adotando-se um limite de aceitabilidade é de 80%. Considerou-se o parâmetro da faixa de temperatura de referência definida pelo intervalo 3 da NBR 15.575 (ABNT, 2021), onde é determinado que, em localidades onde a temperatura externa de bulbo seco é igual ou superior a 27°C, temperaturas internas inferiores a 30°C são consideradas adequadas para o desempenho térmico (ABNT, 2021). As propriedades térmicas dos componentes da envoltória dos edifícios simulados foram aquelas encontradas na etapa de análise dos projetos.

A simulação computacional de luz natural se dá em conformidade com a NBR 15.215 (ABNT, 2024), considerando o intervalo de 08h às 18h, nos mesmos ambientes e igual geometria da simulação térmica, tipo de vidro das esquadrias simples 6mm incolor, com transmissão luminosa de 84%, e refletância das superfícies verificada conforme os projetos originais, em que os valores são: parede 0,8; teto 0,20 (forro de madeira) e 0,80 (forro na cor branca); e piso 0,74 (cerâmica escura). O plano de referência de cálculo foi de 0,75m de altura acima do

nível do piso, com uma malha de pontos ortogonal equidistante de 0,5m e 0,5m de distância em relação às paredes. No caso de venezianas reguláveis, foram consideradas sempre abertas. As métricas de desempenho luminoso também acompanham a NBR 15.215 (2024) verificando-se o fornecimento de luz do dia (*Spacial Daylight Autonomy* - sDA), exposição anual à luz solar direta (*Annual Sun Exposure* - ASE) e, como prescrito por Nabil e Mardaljevic (2005) e Mardaljevic (2015), iluminação útil da luz do dia (*Useful Daylight Illuminance* - UDI). O sDA determina a porcentagem de área no ambiente em que há iluminação natural maior que 250 lux durante mais de 50% do tempo de ocupação. O ASE indica a porcentagem de horas com potencial ofuscamento no plano horizontal, com valores acima de 1000 lux. O UDI, por sua vez, apresenta o percentual de horas entre 100 lux e 3000 lux, resultando no total de horas em que há potencial para o aproveitamento da luz natural.

4. **Resultados**

4.1 **Levantamento documental e análise dos projetos de arquitetura**

Foram identificados 18 projetos residenciais de SMP em Roraima, sendo 1 na cidade de Caracaraí, e os demais na capital, Boa Vista/RR, que tem latitude 02°82' sul e longitude 60°67' oeste, altitude de 90m, clima Tropical de Savana, segundo a classificação de Köppen (Aw), e, conforme dados climáticos (INMET, 2016), temperatura média anual em torno de 27°C e umidade de 75,6%, sem grandes variações ao longo do ano. A orientação predominante dos ventos é nordeste e leste, com velocidade frequentemente baixa. A condição de céu predominante é parcialmente encoberto e a insolação anual média é de 4.525,3 Wh/m².

Em Boa Vista/RR, todos os projetos compõem conjuntos habitacionais. O primeiro é popularmente conhecido como Conjunto dos Executivos (CE), com projeto datado de 1976, um condomínio de moradias para secretários e o governador do estado, composto por 13 casas distintas entre si. Já de 1977, registram-se 2 conjuntos, ambos no âmbito do Banco Nacional de Habitação (BNH): o Conjunto Residencial São Vicente (CSV), composto por 3 tipologias padrão para reprodução em larga escala; e o Conjunto Residencial, Centro Comercial e Centro Social Mecejana (CM), onde o(s) modelo(s) de tipologia não constam no acervo consultado.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise das residências a partir dos parâmetros considerados por esta investigação. Para fins de descrição, além das siglas usadas para descrever os conjuntos, NI refere-se a informações não identificadas e, quanto aos elementos de proteção solar, BV refere-se àqueles projetos onde identificou-se a presença de beirais e varandas, (EV) elementos vazados (EV) e (B) brises horizontais e/ou verticais.

Tabela 2: Caracterização da geometria e envoltória dos projetos residenciais de SMP em Roraima.

ESTUDOS DE CASO		GEOMETRIA			FACHADA				COBERTURA		
		Orient.	FF	FA	U_{par}	α_{par}	PV_{app}	P. Solar	U_{cob}	α_{cob}	PAZ
1	Casa em Caracaraí	*NI*	0,72	1	*NI*	*NI*	< 12%	BV+EV+B	*NI*	*NI*	Até 25%
2	Casa 1 (CE)	LO	0,76	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
3	Casa 2 (CE)	LO	0,78	1	2,27	0,20	< 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
4	Casa 3 (CE)	LO	0,78	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
5	Casa 4 (CE)	LO	0,74	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
6	Casa 5 (CE)	LO	0,76	1	2,27	0,20	< 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
7	Casa 7 (CE)	LO	0,74	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
8	Casa 9 (CE)	LO	0,83	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
9	Casa 10 (CE)	LO	0,78	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
10	Casa 11 (CE)	LO	0,80	1	2,27	0,20	< 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
11	Casa 12 (CE)	LO	0,78	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
12	Casa 13 (CE)	LO	0,74	1	2,27	0,20	< 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
13	Casa 14 (CE)	LO	0,81	1	2,27	0,20	≥ 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
14	Casa 15 (CE)	LO	0,67	1	2,27	0,20	< 12%	BV+EV	2,04	0,60	Não há
15	Casa Tipo 1 (CSV)	LO	1,14	1	2,27	0,20	< 12%	EV	1,98	0,64	Não há
16	Casa Tipo 2 (CSV)	LO	1	1	2,27	0,20	< 12%	EV	1,98	0,64	Não há
17	Casa Tipo 3 (CSV)	LO	0,94	1	2,27	0,20	< 12%	EV	1,98	0,64	Não há
18	Casa Tipo (CM)	*NI*	*NI*	*NI*	*NI*	*NI*	*NI*	*NI*	*NI*	*NI*	*NI*

Fonte: Autores.

Em relação à implantação e geometria, verifica-se que todas as residências apresentam as maiores fachadas orientadas no sentido leste-oeste, fator de forma entre 0,67 e 1,14 e fator altura igual a 1 (térreas). As fachadas são compostas por paredes externas de alvenaria, em que se considera argamassa interna e externa de 2,5cm cada, com bloco cerâmico de 9x14x24cm, tendo transmitância térmica de 2,27 W/m²K (ABNT, 2022) e absortância de 0,20; o PV_{app} é variado, sendo a maioria das casas com percentuais acima de 12%. Em todas as casas do Conjunto Executivos encontram-se varandas, beirais e paredes com elementos vazados como dispositivos de proteção solar; enquanto nas casas do Conjunto São Vicente os elementos vazados são utilizados nas áreas de circulação e cozinha, não havendo extensas varandas ou beirais. Na casa em Caracaraí, verifica-se, além de beirais, varandas e elementos vazados, brises na composição da fachada residencial.

Em relação ao sistema de cobertura, enquanto as casas do Conjunto dos Executivos (CE) apresentam telha cerâmica com forro de madeira nas áreas sociais e de serviço e laje de concreto nos dormitórios, nas residências do Conjunto São Vicente (CSV) há telha de fibrocimento com forro de madeira em todos os cômodos. O valor de U_{cob} nas residências do CE é de 2,04 (utilizando-se da ponderação proposta na referida norma) e α_{cob} de 0,60; e nas

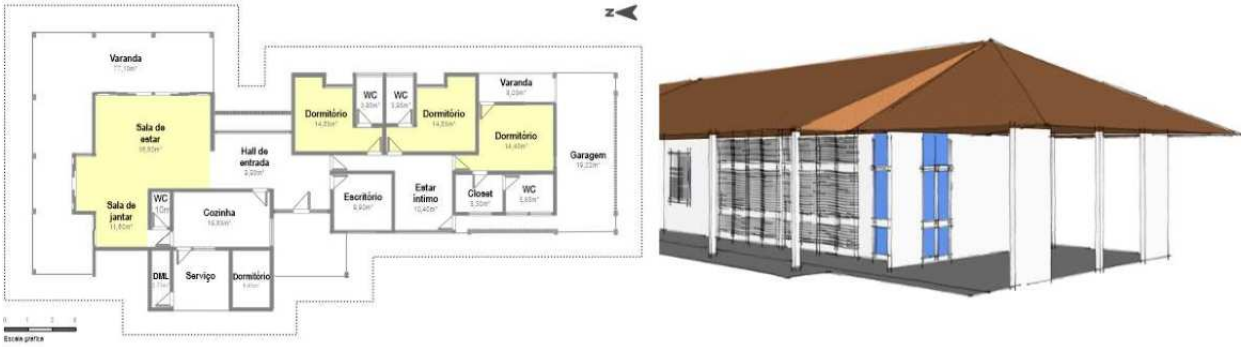
residências CSV, U_{cob} é igual a 1,98 e α_{cob} igual a 0,64. Na casa de Caracaraí, embora não tenha sido coletado informação suficiente para determinar o tipo de sistema de cobertura, verifica-se um pátio central com abertura zenital, não registrada nos demais exemplares.

4.2 **Análise dos estudos de caso**

Para análise de agrupamento foram descartados dois estudos de caso que não dispunham de informações identificadas, considerando o conjunto de informações determinados pela etapa anterior. Dois grupos (*clusters*) foram verificados, em que: o primeiro grupo, denominado Grupo A, é composto, basicamente, pelos projetos das casas do Conjunto dos Executivos, edificações térreas, com as maiores fachadas orientadas no eixo leste-oeste, apresentando fator de forma médio de 0,78, com predominância de APPs com PV_{app} ≥12% e todas com transmitância térmica da cobertura de 2,04 (ponderação da composição de telha cerâmica com forro de madeira na sala - U_{cob} de 2,22, e laje de concreto nos dormitórios - U_{cob} de 2,01); e o segundo grupo, Grupo B, composto das casas tipo A, B e C do Conjunto Residencial São Vicente, também térreas, com orientação das maiores no eixo leste-oeste, fator de forma médio de 1,04, O PV_{app} <12% e U_{cob} igual a 1,98. Com base nas variáveis finais de cada grupo, a matriz de dados iniciais foi revisitada para determinar quais projetos seriam os edifícios de referência real de cada um, constatando-se que a Casa 3 (CE) é a mais adequada para representar o Grupo A e a Casa tipo 2 (CSV) para o Grupo B.

O edifício de referência do Grupo A, Casa 3 do Conjunto dos Executivos, possui 209,50m² de área privativa, composto por hall de entrada, sala de estar, jantar, escritório, banheiro social, 3 dormitórios (todos com banheiro e um com closet,) cozinha e áreas de serviço (com dormitório próprio e depósito). Em relação aos APPs, a sala (estar e jantar juntas) possui 47,60m², os dormitórios 1 e 2, 14,65m² e o dormitório 3, 14,45m². As esquadrias da sala são constituídas por grandes portas de correr de madeira e vidro nas fachadas leste e norte, sombreadas pela varanda, e área de abertura de 14,35m². As janelas dos dormitórios são de venezianas reguláveis em madeira, de abrir, localizadas na fachada leste, com área de abertura de 2,25m². No dormitório 3, há uma janela, do tipo *jalouisie*, com venezianas em madeira reguláveis, com 0,30m² área de abertura. A Figura 1 apresenta a planta baixa e perspectiva do edifício de referência real do Grupo A com os APPs destacados.

Figura 1: Planta baixa e perspectiva da casa do Grupo A com os APPs em destaque.



Fonte: Autores, adaptado a partir do projeto original.

O edifício de referência do Grupo B, Casa Tipo B (CSV), tem 51,60m² de área privativa, com sala, cozinha, banheiro e 3 dormitórios. A sala possui 13,50m², os dormitórios 1 e 2, 8,15m² e o dormitório 3, 9,15m². As esquadrias da sala e dos dormitórios são de igual modelo, composta por janelas do tipo *jalouisie* com venezianas em madeira em reguláveis, e área de abertura de 0,65m² com vidro fixo na parte superior. Nos dormitórios 1 e 2 as esquadrias encontram-se dispostas na fachada oeste, na sala se dá na fachada leste e, no dormitório 3, único espaço com mais de uma janela disposta, uma esquadria está orientada na fachada norte e outra a leste, totalizando uma área de abertura de 1,27m². A Figura 2 apresenta a planta baixa e perspectiva do edifício de referência real do Grupo A com os APPs destacados.

Figura 2: Planta baixa e perspectiva da casa do Grupo B com os APPs em destaque.



Fonte: Autores, adaptado a partir do projeto original.

4.3 **Simulação computacional**

A Tabela 3 apresenta os resultados das simulações computacionais das duas casas.

Tabela 3: Percentual de horas de ocupação dentro de faixa de temperatura operativa (PHFTapp), fornecimento de luz do dia (sDA), exposição anual à luz solar direta (ASE) e iluminação útil da luz do dia (UDI) dos grupos A e B.

ESTUDO DE CASO	**AMBIENTE** (APP)	**PHFTapp** (%) aceitabilidade de 80%	**sDA** (%) >250 lux em 40% da área do APP em mais de 50% das horas ocupadas	**ASE** (%) < 10% da área com 1.000 lux em mais de 250 horas	**UDI** (%) 100 - 3000 lux
GRUPO **A** CASA 3 (CE)	Sala	46,95	98,54	100,00	100,00
	Dormitório1	84,41	28,57	100,00	83,67
	Dormitório2	84,05	15,91	100,00	79,55
	Dormitório3	88,33	38,18	100,00	89,09
GRUPO **B** CASA TIPO B (CSV)	Sala	34,78	29,03	100,00	94,35
	Dormitório1	75,92	85,00	95,00	96,25
	Dormitório2	76,06	85,00	91,25	100,00
	Dormitório3	89,70	100,00	89,13	98,91

Fonte: Autores.

No caso do ambiente térmico, constata-se que, na residência do Grupo A, a sala não alcança os 80% de PHFTapp > 30°C de aceitabilidade, mas os dormitórios sim. Na residência do Grupo B, somente o APP que dispõe de 2 aberturas para ventilação apresenta nível satisfatório, enquanto os demais ambientes se encontram em desconformidade.

Entretanto, em relação ao ambiente luminoso, no exemplar do Grupo A, a sala apresenta bons níveis de fornecimento de luz do dia (sDA), exposição anual à luz solar direta (ASE) e iluminação útil da luz do dia (UDI), o que não acontece nos dormitórios que apresentam baixos níveis de fornecimento de luz do dia (sDA). No Grupo B, a situação é oposta: enquanto a sala apresenta-se inadequada em relação à porcentagem de sDA e elevados níveis de ASE e UDI, os quartos trazem bons resultados nos três requisitos.

5. **Conclusão**

Esse trabalho analisa a produção arquitetônica de SMP, avaliando o desempenho térmico e luminoso de arquiteturas residenciais representativas. A análise de agrupamentos identifica 2 grupos, cada um representando diferentes tipos de edifícios de referência. Observa-se que o exemplar do Grupo A apresenta um desempenho térmico superior em comparação ao Grupo B. Considera-se que tal fato pode ser atribuído à maior área de abertura efetiva para ventilação nos dormitórios da casa do Grupo A (≥ 12%) em relação ao do Grupo B (< 12%). Entretanto, mesmo na sala da casa do Grupo A, o PHFTapp não alcança o parâmetro normativo. Tal fato pode ser atribuído ao elevado percentual de área envidraçada nas esquadrias nesse ambiente, em que, mesmo que amplamente sombreada pela varanda, admite-se a entrada de calor de maneira excessiva. Adicionalmente, convém ressaltar que,

em observância às normativas brasileiras, a simulação do ambiente térmico compreende o período do dia com temperaturas superiores nos dormitórios, cuja análise ocorre somente após a ausência de incidência solar direta.

Já quanto ao desempenho luminoso, os dormitórios da casa do Grupo A não apresentam resultados satisfatórios, enquanto os da casa do Grupo B detêm bons índices de sDA. Isso pode ser justificado pela bandeira de vidro na parte superior das esquadrias da casa do Grupo B, elemento ausente nas esquadrias dos dormitórios da casa do Grupo A. Entretanto, verifica-se um bom desempenho térmico em ambientes onde o luminoso não é alcançado, o que pode sugerir uma preferência de SMP em relação ao tratamento térmico nas casas do Conjunto dos Executivos, como sugerido por pesquisadores que se aprofundaram na obra deste arquiteto.

O ambiente com melhor desempenho térmico e luminoso analisado foi o dormitório 3 da casa do Grupo B, enquanto pior ambiente é a sala da mesma casa. Enquanto o primeiro alcança elevado índice de $PHFT_{app}$, sDA, ASE e UDI, o segundo encontra-se inadequado em $PHFT_{app}$ e sDA conforme os parâmetros normativos verificados.

Este estudo, cuja metodologia se revela tão instigante quanto suas próprias conclusões, encara o desafio de investigar a fundo exemplos de uma arquitetura já estabelecida. Ainda que os resultados indiquem limitações em atender idealmente a todos os ambientes analisados, seria equivocado inferir uma ausência de qualidade nos projetos de SMP. A riqueza de suas soluções reside na combinação, de forma engenhosa, de diferentes elementos de envoltória, integrando esquadrias com uma lógica híbrida e aberturas funcionais, configurando assim, dentre outros aspectos, projetos com soluções discerníveis em termos de adequação ao contexto climático local.

Referências bibliográficas

ALTOMONTE, Sergio; ALLEN, Joseph; BLUYSSEN, Philomena M.; BRAGER, Gail; HESCHONG, Lisa; LODER, Angela; SCHIAVON, Stefano; VEITCH, Jennifer A.; WANG, Lily; WARGOCKI, Pawel. Ten questions concerning well-being in the built environment. **Building And Environment**, [S.L.], v. 180, p. 106949, ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.215-3: Iluminação natural Parte 3 – Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.220-2: Desempenho térmico de edificações Parte 2 - Componentes e elementos construtivos das edificações - Resistência e transmitância térmica - Métodos de Cálculo**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.575-1: Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

CERETO, Marcos Paulo. **Severiano Mario Porto: [re] pensando a arquitetura [moderna] na Amazônia**. 2020. 531 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

DEAR, R. de; XIONG, J.; KIM, J.; CAO, B. A review of adaptive thermal comfort research since 1998. **Energy and Buildings**, [S.L.], v. 214, p. 109893, 2020

DIMITROULOPOULOU, C. Ventilation in European dwellings: a review. **Building and Environment**, [S.L.], v. 47, p. 109-125, jan. 2012. Http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.016.

DORNELLES, Kelen Almeida. **Biblioteca de absortância de telhas: base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios**. Universidade de São Paulo. IAU São Carlos, 2021.

GUERRA, Abílio. **Arquitetura e Natureza**. São Paulo: Romano Guerra, 2016. 177 p.

HAIR, Joseph F. Jr; BLACK, William C.; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L. **Análise Multivariada de Dados**. 6ª Edição. São Paulo: Bookman, 2009.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, JSTOR, v. 27, n. 4, 1971.

HUANG, Z. Extensions to the k-means algorithm for clustering large data sets with categorical values. Data Mining and Knowledge Discovery, Springer, v. 2, n. 3, p. 283–304, 1998

Instituto de Nacional de Meteorologia. **INMET - Arquivo climático**. 2016. Disponível em: http://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html

INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS. **Manual INI-R: Definições**. ELETROBRAS, CB3E (UFSC). 2022

KNOOP, M; STEFANI, O; BUENO, B; MATUSIAK, B; HOBDAY, R; A WIRZ-JUSTICE; MARTINY, K; KANTERMANN, T; AARTS, Mpj; ZEMMOURI, N. Daylight: what makes the difference? **Lighting Research & Technology**, [S.L.], v. 52, n. 3, p. 423-442, 18 ago. 2019.

KONIS, Kyle. A circadian design assist tool to evaluate daylight access in buildings for human biological lighting needs. **Solar Energy**, [S.L.], v. 191, p. 449-458, out. 2019.

L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI. Severiano Mario Porto: L'homme de l'anne. **L'architecture D'aujourd'hui**, n. 251, p. 10, jun. 1987.

LIMA, M.K.L.I.RS. **Modernidade Híbrida na Arquitetura Brasileira: projetos e obras do escritório Severiano Mário Porto Arquitetos**. 2017. 343 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, FAU UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MARDALJEVIC, John. Climate-Based Daylight Modelling and Its Discontents. **CIBSE Technical Symposium**, Londres, v. [1], p.1-12, 2015.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings. **Lighting Research & Technology**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 41-57, mar. 2005.

PARKINSON, Thomas; DEAR, Richard de; BRAGER, Gail. Nudging the adaptive thermal comfort model. **Energy And Buildings**, [S.L.], v. 206, p. 109559, jan. 2020.

PORTO, Severiano Mário. Criatividade, correção e beleza em quaisquer arquiteturas. **Projeto**, São Paulo, n. 83, p.48-49, out. 1986. Síntese da palestra proferida em Nova Orleans durante a conferência "A Herança Arquitetônica de Nova Orleans: a Influência Latina".

REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS. **PBE Edifica**. Brasília: PROCEL Edifica, 2010.

SCHAEFER, Aline; GHISI, Enedir. TMethod for obtaining reference buildings. **Energy and Buildings**, v. 128, 2016.

SIMÕES, Isabella De Bonis Silva. As residências de Severiano Porto em Manaus: acervo, documentação e sistematização. **Revista Cadernos de Pesquisa da Escola da Cidade**. n. 7, p. 7-20. 2019.

TURAN, Irmak; CHEGUT, Andrea; FINK, Daniel; REINHART, Christoph. The value of daylight in office spaces. **Building and Environment**, [S.L.], v. 168, p. 106503, jan. 2020.

WILDE, Pieter de. Ten questions concerning building performance analysis. **Building And Environment**, [S.L.], v. 153, p. 110-117, abr. 2019.

ZEIN, Ruth Verde. Um arquiteto brasileiro: Severiano Mário Porto. **Projeto**, n. 83, p.44-45, jan. 1986.