ENSINO E A PRÁTICA DO CONFORTO AMBIENTAL APLICADO AO PROJETO DE ARQUITETURA EM PALMAS

Sarah Afonso Rodovalho (1); Artur Máximo Souza (2); Ana Paula Lucena Barroso (3); Vitória Lopes de Oliveira Torres (4)

(1) Doutora em Desenvolvimento Regional - UFT, Arquiteta e Urbanista, Professora Adjunta no curso de Arquitetura e Urbanismo - UFT, sarahrodovalho@uft.edu.br, Universidade Federal do Tocantins, Quadra 109 Norte, Avenida NS 15, UFT - Campus Universitário de Palmas, Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Bloco 1, Plano Diretor Norte, 77001090 - Palmas, TO - Brasil.

(2) Especialista em Gestão de Negócios Imobiliários e da Construção Civil - FGV, Arquiteto e Urbanista, arturmaximo@uft.edu.br, Universidade Federal do Tocantins.

(3) Técnica em Agroindústria, Médio Técnico - IFTO, Estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo- UFT, paula.lucena@uft.edu.br, Universidade Federal do Tocantins.

(4) Técnica em Eletromecânica, Médio Técnico - IFMA, Estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo- UFT, vitoria.lopes@uft.edu.br, Universidade Federal do Tocantins.

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar como tem se desenvolvido, nos egressos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins, a relação entre o ensino e a prática das disciplinas de conforto ambiental na elaboração dos projetos de arquitetura em Palmas - TO, por meio do uso de recursos digitais ensinados no curso. Para tal foi realizado um estudo sobre o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) (2013), levantamento sobre as solicitações do clima urbano em Palmas e as principais diretrizes para soluções de conforto ambiental. Ainda, foi aplicado um questionário entre os arquitetos e urbanistas em atuação em Palmas para levantar a percepção dos profissionais sobre o ensino e a prática do conforto ambiental aplicado ao projeto. Entre as respostas, foram selecionadas para análise que se segue somente aquelas oriundas de egressos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins. Nesta análise foi possível observar uma tendência positiva de crescimento da aplicação dos conteúdos relacionados ao conforto ambiental ao projeto de arquitetura e principalmente o uso de ferramentas digitais de modelagem e simulação da insolação e sombreamento, bem como à formalização do ensino delas no novo PPC do curso.

Palavras-chave: Ensino de Projeto, Prática do Projeto, Conforto Ambiental, Projeto de Arquitetura, Simulação Computacional.

ABSTRACT

The purpose of this article is to present how the relationship between teaching and the practice of environmental comfort disciplines in the elaboration of the architectural project in Palmas - TO has been developed by the graduates of the Federal University of Tocantins through the use of digital resources taught in the course. To this end, a study was carried out on the Pedagogical Course Project (PPC) (2013), a survey on the demands of the urban climate in Palmas and the main guidelines for environmental comfort solutions. In addition, a questionnaire was applied between architects and urban planners working in Palmas to raise the perception of professionals about the teaching and practice of environmental comfort applied to the project. Among the responses, only those from the architecture and urbanism course at the Federal University of Tocantins were selected for analysis. In this analysis it was possible to observe a positive trend of growth in the application of the contents related to environmental comfort to the architectural projects and the use of digital modeling and simulation tools of the sunstroke and shading, as well as the formalization of their teaching in the new PPC of the course.

Keywords: Project Teaching, Project Practice, Environmental Comfort, Architectural Design, Computer Simulation.

1 INTRODUÇÃO

Esse artigo se justifica pela necessidade de haver mais pesquisas interessadas em apresentar a fundamentação, o registro e a validação das experiências de ensino e aprendizagem vivenciadas nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e que relacionam o ensino e a prática profissional do arquiteto e urbanista nas suas mais diversas atribuições.

Para a definição do problema da pesquisa, buscou-se avaliar as atuais condições de ensino e aprendizagem no Curso de Arquitetura e Urbanismo (CAU) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), que em 2013 reformou o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) pela primeira vez após a federalização da universidade em 2004. Neste sentido, o estudo aqui desenvolvido contribui como uma avaliação dessa reforma pedagógica, visto que já existem egressos desse novo PPC formados e em atuação em Palmas.

O recorte temático pretendido selecionou três grupos de disciplinas para compreender como a integração de seus conteúdos e conhecimentos foram operacionalizados na estrutura curricular do curso. Esses três grupos de disciplinas foram aquelas relacionadas ao conforto ambiental, ao projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo, bem como às disciplinas de informática aplicada.

Com a vigência do atual PPC (2013), houve a inserção formal do ensino e uso do programa *Revit/BIM* no curso de Arquitetura, bem como a ampliação e formalização também em disciplinas do *SketchUp*, ambos programas que permitem, além da elaboração e representação do projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo, também a simulação da insolação e do movimento aparente do sol por meio de geolocalização do projeto. Esse novo recurso computacional sendo utilizado na aplicação dos conhecimentos relacionados ao conforto ambiental na prática dos projetos pode permitir uma melhoria geral nos processos de ensino e aprendizagem e da prática profissional.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar como tem se desenvolvido, nos egressos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins, a relação entre o ensino e a prática das disciplinas de conforto ambiental na elaboração dos projetos de arquitetura em Palmas - TO por meio do uso de recursos digitais ensinados no curso.

3 MÉTODO

Inicialmente, para dar conta de seu objetivo, este artigo realizou uma análise documental no texto do Projeto Pedagógico do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins (UFT) para compreender como foram planejadas as disciplinas relacionadas ao conforto ambiental, ao projeto de arquitetura e também aos *softwares* de representação gráfica de projeto. Neste contexto, não discute os parâmetros de ensino do curso e sim se dedica a apresentar as mudanças ocorridas na estrutura curricular e de modo a servir como critérios para a análise da alteração do perfil dos egressos.

Nos portais de artigos científicos produzidos pelos pesquisadores do CAU foram buscados os que caracterizam tanto o clima urbano em Palmas como apresentam as principais diretrizes para elaboração do projeto de arquitetura. Utilizou-se também a NBR-15220-3 (ABNT, 2003) como referência.

Por fim, foi aplicado um questionário sigiloso com arquitetos e urbanistas que desempenham sua prática profissional na elaboração e execução de projetos de arquitetura em Palmas - TO. O questionário foi realizado na plataforma *Google Forms* e teve seu endereço eletrônico disponibilizado para respostas em grupos de *WhatsApp* com profissionais arquitetos, que tem na prática profissional a elaboração e execução de projetos de arquitetura em Palmas - TO. O questionário recebeu 26 respostas dos dias 23 de fevereiro de 2021 a 16 de março do mesmo ano.

Entre as respostas, foram selecionadas para análise que se segue somente aquelas oriundas de egressos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins. Este grupo foi subdividido pelo seu período de formação, tendo como parâmetro a inclusão do uso mais intenso dos programas de modelagem digital, principalmente o *Revit/BIM*, pelos estudantes do curso a partir de 2009, sendo formalmente inserido no PPC em 2013. Deste modo, configurou-se por dois grupos, um formado entre 2000 e 2009, e outro formado entre 2010 e 2020. Para possibilitar a comparação entre os valores desses dois grupos, mesmo que ainda em quantidade reduzida, as respostas são apresentadas em porcentagem possibilitando, assim, observar algumas tendências.

Cabe ressaltar que o tamanho da amostra pode até não ser representativa do conjunto dos profissionais arquitetos e urbanistas em atuação em Palmas, mas demonstra algumas tendências que valem as análises e observações aqui descritas. Sobretudo ao considerar que essa é a primeira pesquisa que busca esse tipo de

percepção e viés a ser realizada em Palmas - TO. O que demonstrou que muitas outras iniciativas como essa podem ser exploradas de modo a embasar as melhores práticas no ensino e também de elaboração do projeto de arquitetura profissionalmente.

4 RESULTADOS

Este item aborda o ensino sobre conforto ambiental no projeto de arquitetura no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins e como esse conhecimento foi colocado em prática profissional. Apresenta também os resultados do questionário aplicado com uma amostra dos arquitetos e urbanistas em Palmas - TO.

4.1 O Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins

Este item se dedica a apresentar o projeto pedagógico do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Tocantins, em especial para evidenciar como foi e é pensada a oferta do ensino nas áreas do conforto ambiental, projeto de arquitetura e uso de *softwares* capazes de realizar simulações importantes para o estudo de insolação.

O Curso de Arquitetura e Urbanismo (CAU) é precedente à criação da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Suas atividades iniciaram-se em fevereiro de 1994 no escopo da Fundação Universidade do Tocantins (UNITINS). Com o término do processo de federalização, em 2004, o CAU seguia o projeto pedagógico de 2001 elaborado ainda enquanto UNITINS. A revisão do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) realizado aos moldes de uma universidade pública federal só foi feito pelos professores do CAU em 2013, sendo que em 2018, esse PPC sofreu algumas atualizações pontuais (UFT, 2018). Vale destaque que o curso de arquitetura tem uma entrada de 25 estudantes no primeiro período e disponibiliza mais 5 vagas para transferências ou ingresso de diplomados, para suprir a eventuais vagas ociosas no meio do curso.

O projeto pedagógico vigente no curso de Arquitetura e Urbanismo foi elaborado em consonância com a legislação pertinente, como as Diretrizes e Bases da Educação e as Diretrizes Curriculares vigentes. Deste modo, o curso busca associar ensino, pesquisa e extensão na distribuição das disciplinas que compõem a grade curricular junto com as demais atividades complementares do curso. Dentro do perfil do profissional egresso, destaca-se "o entendimento das condições climáticas, acústicas, luminotécnicas e energéticas e, de igual modo, o domínio das técnicas apropriadas a elas associadas" e "o conhecimento dos instrumentais de informática para tratamento de informações e representação aplicada à arquitetura, ao urbanismo, ao paisagismo e ao planejamento urbano e regional" (UFT, 2018, p. 30). Quando trata do campo de atuação profissional, cita o conforto ambiental e as técnicas referentes ao estabelecimento de condições climáticas desejáveis (UFT, 2018).

De acordo com a Resolução nº 02, de 17 de junho de 2010, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação do Ministério da Educação, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, a organização curricular segue subdividida em três categorias gerais, sendo elas: Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação; Núcleo de Conhecimentos Profissionais e Trabalho de Curso. A oferta das disciplinas na área de conforto ambiental e projeto de arquitetura e informática aplicada à arquitetura e urbanismo estão dentro da categoria de Núcleo de Conhecimentos Profissionais e fazem parte do objeto de estudo no presente artigo.

A estrutura curricular do curso está subdividida em quatro eixos. O eixo de Representação, que contém as disciplinas de Desenho e Plástica (DP) I e II, Desenho Técnico Assistido por Computador (DTAC) I, II e III, além de Desenho de Arquitetura. O eixo de Tecnologia traz além das disciplinas de estruturas, construções e instalações prediais, contém Conforto Térmico Ambiental (CTA) e Conforto Acústico e Eficiência Energética (CAEE). O eixo de Projeto contém Projeto de Arquitetura (PA) I a V, Projeto de Urbanismo (PU) I a III, Paisagismo (P) I e II, Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo Integrados (PAUPI), além de três disciplinas introdutórias aos projetos: Estudos Elementares em Arquitetura (EEA), Estudos Elementares em Urbanismo (EEU) e Introdução ao Projeto Urbano (IPU). O eixo de Fundamentação traz as disciplinas de Teoria e História, que não serão objetos de análise deste artigo.

Além destes eixos, existem estágio supervisionado, trabalho de curso (componente curricular único cursado no 10º período) e disciplinas optativas. O resumo da estrutura curricular, considerando as disciplinas de maior relevância para análise aqui desenvolvida está a seguir (Quadro 1)

Quadro 1: Resumo da estrutura curricular do CAU/UFT, segundo o PPC de 2013, com foco nas disciplinas de Informática Aplicada, Conforto Ambiental e Projeto (de arquitetura, urbanismo e paisagismo).

Diretriz	1º Período	2º Período	3º Período	4º Período	5 º Período	6 º Período	7 º Período	8 º Período	9 º Período
Eixo de Representação		DP II							
		DTAC I	DTAC II		DTAC III				
Eixo de Tecnologia			CTA	CAEE					
Eixo de Projeto	EEA		PA I	PA II	PA III	PA IV	PA V	PAUPI	
				P I				P II	
		EEU				IPU	PU I	PU II	PU III

Fonte: UFT, 2018, elaborado pelos autores.

Destaca-se que já no segundo período inicia-se as primeiras disciplinas práticas de informática aplicada à arquitetura e urbanismo com o uso dos *softwares* de arquitetura, com as disciplinas de DP II e DTAC I, ambas com uma carga horária de 60 horas. A ementa de DP II prevê o "uso de ambiente computacional tridimensional, desenho de observação (esboços e sínteses gráficas), percepção e representação gráfica. Interface com o ambiente arquitetônico" (UFT, 2018, p. 55). O *software* ensinado e utilizado para modelagem é o *Sketchup*, e os objetivos das disciplinas resultam no desenvolvimento da criatividade na resolução dos exercícios, concepção de formas e composições para representações, bem como capacitar o uso de ambiente computacional elevando a capacidade de experimentação e produção de composições planas e volumétricas com aplicação virtual de diferentes texturas, cores e materiais.

Já a ementa de DTAC I (UFT, 2018) previa a aplicação de conceitos básicos em ambientes computacionais 3D no conceito de Modelagem de Informações de Construção (*Building Information Modeling*) (BIM), tendo entre os objetivos o desenvolvimento de habilidades em exercício preferencialmente comum à disciplina de EEU. Entretanto, até o presente momento, a disciplina, desde sua criação no PPC de 2013, é ofertada utilizando o *Sketchup* como recurso computacional para o desenvolvimento da sua ementa e objetivos. Destaca-se ainda que não houve nenhuma experiência de integração de exercício entre EEU e DTAC I. Cabe destacar que a temática da iluminação natural já é um recurso trabalhado nas atividades, permitindo perceber o impacto da luz do sol no desenvolvimento dos exercícios.

No terceiro período, são ofertadas três importantes disciplinas: DTAC II, CTA e PA I. Em DTAC II com 45 horas. A ementa prevê conceitos intermediários em computação gráfica com aplicação em BIM e análise da orientação solar (UFT, 2018). Dentro dos objetivos da disciplina está o desenvolvimento de exercício preferencialmente comum à disciplina de PA I. Na prática é a disciplina que inicia o ensino e uso do software *Revit/BIM*, dando suporte para a disciplina de PA I. A disciplina de PA I, tendo uma carga horária de 90 horas, tem como ementa (UFT, 2018) a prática de projetação em arquitetura, com atenção à dimensão construtiva e ao conforto térmico.

Já a disciplina de CTA de 60 horas, sendo 45 horas teóricas e 15 horas de prática, é a principal disciplina para o estudo dos elementos básicos do conforto térmico, objetivando o conhecimento e a aplicação coerente deles no projeto de arquitetura. Apresenta na ementa a intenção de capacitar os estudantes para avaliar e determinar os parâmetros para o conforto ambiental em Palmas - TO, abordando temáticas como: sensibilização, trocas térmicas, clima e microclima, insolação, ventilação natural, sombreamento e condicionamento térmico, utilizando preferencialmente o exercício da disciplina de PA I (UFT, 2018). Cabe ressaltar que o terceiro período do curso foi previsto em seu projeto pedagógico como um período em que haveria a integração dos conhecimentos das disciplinas de DTAC II, PA I e CTA, no qual os estudantes além de elaborar um projeto que respondesse às demandas do conforto, isso seria desenvolvido utilizando o programa aprendido em DTAC II.

Entretanto na prática acontece um fenômeno curioso. De fato, não há uma integração plena entre as três disciplinas. Por vezes, em alguns semestres há a integração parcial entre DTAC II e PAI, mas a simples alocação dessas três disciplinas no mesmo semestre fomenta a integração dos conhecimentos. Na maioria das vezes, os estudantes são encorajados a aplicar os conhecimentos de CTA nos projetos desenvolvidos em PA I, seja utilizando os conhecimentos do clima e microclima, a geometria solar e os ventos predominantes para o desenvolvimento do projeto e ainda utilizando os *softwares* de modelagem computacional para simular o movimento aparente do sol e testar as soluções de sombreamento propostas.

Mesmo que as demais disciplinas de PA não necessariamente sejam pensadas de modo integrado ao CTA, elas consideram que esse conhecimento foi adquirido no terceiro período e que pode e deve ser aplicado nos demais projetos. Em PA II, no quarto período, por exemplo, a ementa busca relacionar o projeto de arquitetura ao conforto ambiental: térmico, lumínico e acústico, ressaltando os impactos ambientais da edificação. Neste mesmo período é ofertado o CAEE, abordando conforto lumínico e acústico e Paisagismo

I, em que é estudada, entre outros tópicos, a arborização urbana. Alguma integração entre as temáticas dessas três disciplinas já foi aplicada no curso, menos pela prescrição do PPC e mais pela disponibilidade dos professores em promover as trocas de saberes e suas aplicações práticas. Cabe destacar que no quarto período se encerram as disciplinas obrigatórias relacionadas ao conforto ambiental

No quinto período, é ofertada a última disciplina que aborda o ensino do *Revit/BIM*, DTAC III. Na ementa da disciplina, é destacado o desenvolvimento de conceitos avançados de BIM, e ela propõe preferencialmente a integração com a disciplina de Orçamento e Planejamento, do eixo de Tecnologia (UFT, 2018). Na sequência dos períodos são ofertados os demais projetos de arquitetura, projetos de urbanismo, paisagismo II, que não mais apresentam ligação direta com as disciplinas de desenho assistido por computador, tampouco com as disciplinas de conforto ambiental, mas que pressupõem que as competências e as habilidades necessárias dessas duas áreas temáticas já estejam desenvolvidas. Para o desenvolvimento dos demais projetos (de arquitetura, urbanismo e paisagismo), bem como para a componente do Trabalho de Curso, são solicitados dos estudantes que demonstrem seus conhecimentos de conforto ambiental e desenvolvam seus projetos utilizando os *softwares* ensinados no início do curso.

4.2. O Clima Urbano em Palmas e as Diretrizes para o Projeto de Arquitetura

Este item se dedica a caracterizar o clima urbano em Palmas -TO e apresentar as principais diretrizes que o projeto de arquitetura deve atender para se adaptar ao clima local. Frota e Schifer, (2003, p. 66) afirmam que "nas regiões predominantemente quentes no Brasil, a arquitetura deve contribuir para minimizar a diferença entre as temperaturas externas e internas do ar". Os autores compreendem que em condições climáticas muito rígidas não é possível satisfazer o desempenho térmico da arquitetura somente com recursos naturais, mas enfatizam a necessidade de propor estratégias que maximizem o desempenho térmico natural, sem a utilização de equipamentos de refrigeração.

Para climas quentes e secos, os autores reforçam a importância de partidos arquitetônicos de maior inercia térmica, que diminua a grande amplitude térmica durante o dia, e destacam que nesse cenário a ventilação natural não seria útil e que a vegetação pode funcionar como barreiras de vento, sombra e umidificação. No clima quente e úmido a ventilação natural é bastante desejável, principalmente a noturna, as aberturas devem ser amplas e sombreadas, as construções com média a leve inercia térmica e a vegetação deve ter uma altura que permita a ventilação (FROTA e SCHIFER, 2003).

Romero (2000) destaca que o clima tropical quente e úmido tem pequenas variações de temperatura durante o dia, tem duas estações bem definidas normalmente com maior incidência de chuvas no verão, a radiação solar é muito difusa e intensa e a temperatura elevada. A autora destaca as estratégias como: perda de calor pela evaporação e pela convecção; incremento da ventilação; reduzir a absorção de radiação, e proteção solar.

A cidade de Palmas localiza-se na região norte do país, no centro do estado do Tocantins, estando a uma latitude de 10º12'46" S e longitude 48º21'37" W com uma altitude média de 230 metros (FREITAS et al., 2010). Devido a sua localização, a cidade sofre com o efeito da continentalidade e possui um clima tropical úmido e subúmido, com uma deficiência hídrica no inverno.

O Estado do Tocantins sofre influência de duas massas de ar. No período de chuvas, ele está sob influência da Massa Equatorial Continental (MEC), que se origina na região da Amazônia e tem característica quente e úmida. No período de estiagem, sofre influência da Massa Tropical Continental (MTC), com característica quente e seca, a qual é responsável pela baixa umidade e elevação da temperatura do ar. No geral, a média anual de temperatura fica entre 24º e 28ºC e na estação seca a temperatura varia entre 25º e 40ºC (FREITAS et. al., 2010).

Em relação aos ventos predominantes de Palmas, de acordo com Silva e Oliveira (2017), o período de janeiro a abril apresenta ventos no sentido Norte durante o dia e no sentido Sul à noite. Os ventos de maior velocidade se dão entre os meses de maio a agosto e se originam principalmente do Leste. No período de setembro a dezembro, o sentido é Nordeste com média de 2,5m/s e máxima de 8,5m/s.

Levando em consideração as dificuldades climáticas dessa região, definida na NBR-15220-3 (ABNT, 2003) como Zona Bioclimática 7, Freitas et. al. (2010) apresentam algumas diretrizes de projeto para garantir qualidade térmica nas edificações (Quadro 2).

Quadro 2: Diretrizes para o Projeto de Arquitetura para o Clima para Palmas, Tocantins, de acordo com ABNT.

Diretriz	Como aplicar
Ventilação	Aberturas pequenas para ventilação: entre 10% e 15% da área do piso; A **ventilação cruzada** obtida através da circulação de ar nos ambientes da edificação (no período de clima quente seco, a ventilação deve ser noturna); Deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois ele pode alterar significativamente a direção dos ventos; As sensações térmicas indesejáveis podem ser amenizadas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes e o uso de ventilação seletiva.
Sombreamento	Proteger as aberturas e vedações da exposição à radiação solar direta.
Inércia Térmica	Recomenda-se o uso de paredes e cobertura pesada, ou seja, com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior no período da noite, quando as temperaturas externas diminuem.
Umidade	Resfriamento evaporativo através do uso de vegetações, fontes de água ou outras soluções que diretamente resfriem o ambiente.

Fonte: ABNT, 2005; FREITAS et. al., 2010, elaborado pelos autores.

Tem-se também as diretrizes propostas nos quadros de Mahoney através dos dados climáticos de Palmas (LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA/UFT, 1994-2008 *apud* FREITAS et al., 2010) (Quadro 3).

Quadro 3: Diretrizes para o Projeto de Arquitetura para Palmas, Tocantins, de acordo com Laboratório de Meteorologia e Climatologia/UFT.

Diretriz	Como aplicar
Ventilação	Aberturas das Fenestrações médias, 20 - 40%; Espaçamento: espaço aberto para penetração da brisa, porém protegido contra o vento quente e frio; Aberturas nas paredes Norte e Sul, na altura do usuário e no lado oposto ao vento; Habitações em fileira única. Deve-se prever dispositivo que garanta ventilação permanente como, por exemplo, cobogós.
Sombreamento	Desenho: edifícios com eixos principais Leste-Oeste para reduzir exposição ao sol das fachadas (Leste e Oeste), que recebem radiação em todas as épocas do ano.
Inércia Térmica	Paredes externas e internas pesadas; Coberturas isoladas e leves.
Umidade	Proteção contra a chuva; o exterior com drenagem adequada para a água da chuva.

Fonte: FREITAS et. al., 2010, elaborado pelos autores.

Pode-se observar que existem algumas divergências entre as diretrizes apresentadas, mas que todas elas devem ser tratadas como complementares de modo a garantir melhor desempenho térmico das edificações em Palmas, Tocantins. A falta de conhecimento do clima local e das diretrizes para o projeto de arquitetura leva uma baixa qualidade no conforto térmico das edificações, acarretando gastos em baixa eficiência energética e prejudicando a qualidade de vida dos usuários.

4.3 O Conforto Ambiental na Prática Profissional do Projeto de Arquitetura

Este item se dedica a caracterizar resultados do questionário aplicado com os arquitetos e urbanistas com prática profissional relacionada aos projetos de arquitetura em Palmas - TO.

Inicialmente cabe destacar que dos 26 arquitetos que responderam ao questionário, 21 são egressos do CAU/UFT. Dentre os egressos da UFT, havia 8 formados entre 2000 e 2009 e 13 formados depois de 2010. O que caracteriza, em sua maioria, um perfil de profissionais com pouco tempo de formado e que passaram pelo processo de migração de PPC no ano de 2013.

Esses arquitetos muito provavelmente tiveram contato com ferramentas digitais de modelagem computacional (principalmente *SketchUP* e *Revit/BIM*) e consequente possibilidade de simulação digital da insolação durante o período em que cursaram a graduação. Ressalta-se que a introdução do uso do *SketchUP* como ferramenta nas disciplinas de Projeto de Arquitetura da UFT se deu por volta de 2006 e do *Revit/BIM* de 2009, sendo que a partir de 2013 ambos os programas foram regularmente ofertados em disciplinas obrigatórias no PPC de 2013.

Quando questionados sobre quais as ferramentas, técnicas e/ou programas utilizam para projetar e testar proteções solares, as repostas dos profissionais que participaram do questionário demonstram uma tendência de aumento do uso dos programas *SketchUP* e *Revit/BIM* pelos profissionais formados após 2010. Ainda demostram um aumento no uso da carta solar como ferramenta e diminuição considerável dos arquitetos que afirmaram projetar somente com base na experiência pessoal (Tabela 1).

Tabela 1: Tendência de crescimento entre os egressos do CAU/UFT no uso das ferramentas computacionais para simulação de sombreamento em proteções solares

Período de formação	Recursos utilizados para projetar soluções de conforto*			
	Somente com base na experiência	Carta solar	Simulação em *Sketchup*	Simulação em *Revit*
Entre 2000 e 2009	25%	38%	38%	50%
Depois 2010	8%	54%	62%	62%

* Esta pergunta possibilitava a marcação de mais de uma alternativa.
Fonte: Questionário da Pesquisa, 2021.

Neste sentido, é possível observar que todo o ensino de ferramentas digitais de modelagem com possibilidades para a simulação do sombreamento e insolação das fachadas tenha contribuído para um melhor entendimento da geometria solar. Isso possibilita aos profissionais testar a solução antes de sua execução e reduzir a insegurança de contar somente com a experiência pessoal. Tal observação se confirma nas respostas dadas à questão relacionada à importância do conteúdo sobre conforto ambiental durante a formação nas disciplinas de projeto de arquitetura e urbanismo (Tabela 2).

Tabela 2: Tendência de crescimento na percepção dos egressos do CAU/UFT da importância dada ao conteúdo sobre o conforto ambiental relacionado às disciplinas de projeto de arquitetura e urbanismo durante a formação

Período de formação	Importância dada ao conteúdo relacionado ao conforto ambiental durante a formação*		
	Baixo, com disciplinas específicas e conteúdo pouco trabalhado nas disciplinas de projeto.	Médio, com disciplinas específicas e conteúdo parcialmente trabalhado nas disciplinas de projeto.	Alto, com disciplinas específicas e conteúdo trabalhado nas disciplinas de projeto.
Entre 2000 e 2009	50%	50%	0
Depois 2010	38%	46%	15%

* Esta pergunta possibilitava também a alternativa "Muito baixo, não cursei disciplinas específicas e/ou o conteúdo não foi trabalhado nas disciplinas de projeto de arquitetura e urbanismo" que não obteve nenhuma reposta.
Fonte: Questionário da Pesquisa, 2021.

De maneira geral, os profissionais formados após 2010 demonstram dar uma importância maior ao conteúdo relacionado ao conforto ambiental do que os profissionais formados até 2009. Houve redução na porcentagem de arquitetos que julgaram como de baixa e média importância, e aumento na porcentagem que considerou alta a importância dada aos conteúdos de conforto ambiental. Neste ponto, além do acesso aos recursos digitais de modelagem para elaboração do projeto de arquitetura e testagem das soluções de sombreamento, pode-se observar que a integração dos conteúdos de conforto ambiental e projeto de arquitetura se faz necessária para complementar o processo de ensino-aprendizagem sobre a temática.

As consequências para a prática profissional do arquiteto e urbanista se mostram também positivas na amostra estudada. Quando questionados em relação à importância das soluções de conforto ambiental no processo de elaboração de um projeto de arquitetura, os profissionais formados após 2010 demonstraram ser mais atentos às questões de conforto ambiental e propensos a propor soluções para resolvê-las (Tabela 3).

Tabela 3: Tendência de crescimento na percepção dos egressos do CAU/UFT da importância dada às soluções de conforto ambiental no processo de elaboração de um projeto de arquitetura

Período de formação	Importância dada às soluções de conforto ambiental no processo de elaboração de um projeto de arquitetura*		
	Muito baixo. Observo pouco as questões de conforto ambiental e quase nunca proponho soluções para resolvê-las.	Médio. Sempre estou atento às questões de conforto ambiental e tento, na medida do possível, propor soluções para resolvê-las.	Alto. Sempre estou atento às questões de conforto ambiental e proponho soluções para resolvê-las.
Entre 2000 e 2009	13%	63%	25%
Depois de 2010	0	54%	46%

* Esta pergunta possibilitava também as alternativas "Baixo. Observo parcialmente as questões de conforto ambiental e proponho soluções para resolvê-las" e "Nenhuma. As questões de conforto ambiental não são importantes nas minhas decisões de projeto", que não obtiveram nenhuma resposta.
Fonte: Questionário da Pesquisa, 2021.

Ainda no sentido de reforçar a importância da integração dos conteúdos de conforto ambiental e projeto de arquitetura e suas consequências positivas para a prática profissional, os participantes da pesquisa

foram questionados sobre em qual fase da elaboração do projeto de arquitetura, a questão relacionada ao conforto térmico é abordada. Aqui é possível observar uma tendência importante de crescimento da quantidade de profissionais que consideram a questão de conforto ambiental desde a fase de contratação do projeto e definição das necessidades do cliente (Tabela 4Tabela 3).

Tabela 4: Tendência de crescimento dos egressos do CAU/UFT que abordam a questão do conforto ambiental desde o processo de contratação do projeto

Período de formação	Fase da elaboração do projeto de arquitetura, a questão relacionada ao conforto térmico é abordada *		
	Na elaboração da forma da edificação.	No momento da elaboração do partido arquitetônico.	Ainda no processo de contratação do projeto e definição das necessidades do cliente.
Entre 2000 e 2009	13%	63%	25%
Depois 2010	0	31%	69%

* Esta pergunta possibilitava também as alternativas "Nos estudos das fachadas", "Depois do estudo preliminar aprovado pelo cliente", "Depois dos projetos complementares elaborados" e "Não abordo a questão em minha prática profissional" que não obtiveram nenhuma resposta.
Fonte: Questionário da Pesquisa, 2021.

Neste sentido, é possível observar que os arquitetos e urbanistas formados após 2010 demonstram valorizar de maneira mais evidente as soluções de conforto ambiental desde a etapa inicial de contratação do projeto de arquitetura. Sendo possível assim esclarecer o cliente quanto a essas questões, apurar as expectativas dos clientes quanto a essas soluções e buscar uma remuneração mais adequada. As respostas à outra pergunta do questionário corroboram essa ideia. Quando foram questionados sobre a quantidade das soluções de conforto ambiental projetadas que foram de fato executadas, os profissionais formados após 2010 expressam respostas bem mais positivas que os profissionais formados até 2009 (Tabela 5Tabela 3).

Tabela 5: Tendência de crescimento dos egressos do CAU/UFT que consideram alta e muito alta a quantidade das soluções de conforto ambiental projetadas por eles que foram, de fato, executadas.

Período de formação	Quantidade das soluções de conforto ambiental projetadas que foram de fato executadas *			
	Baixa. Muitas das soluções de conforto térmico que projetei ou especifiquei não foram executadas.	Média. Principalmente as soluções de conforto térmico que são passivas e intrinsecamente ligadas à arquitetura proposta.	Alta. A maioria das soluções de conforto térmico que projetei e especifiquei foram executadas.	Muito alta. A totalidade das soluções de conforto térmico que projetei e especifiquei foram executadas.
Entre 2000 e 2009	13%	88%	0	0
Depois 2010	23%	31%	38%	8%

* Esta pergunta possibilitava também as alternativas "Não projeto soluções de conforto térmico" e "Não sei afirmar, pois não acompanho a execução dos projetos de arquitetura que elaboro", que não obtiveram nenhuma resposta.
Fonte: Questionário da Pesquisa, 2021.

Entre os egressos de 2000 a 2009, o percentual alto ou muito alto não apareceu entre as soluções de conforto ambiental projetadas e de fato executadas. Já nos egressos a partir de 2010, esse número apresenta uma tendência de crescimento, pois 38% afirmam que essa quantidade é alta e 8% afirmaram ser muito alta.

Quando avaliamos as principais estratégias relacionadas à busca do conforto térmico nas edificações, os profissionais elencaram algumas estratégias que mais utilizam (Tabela 6). Considerando as diretrizes para o projeto de arquitetura em Palmas discutidas no item 4.2, observa-se que houve aumento proporcional na quantidade de profissionais que apontaram soluções relacionadas ao sombreamento como as principais soluções de conforto ambiental adotadas. Ao considerar as alternativas: brises nas fachadas de maior insolação, evito janelas a oeste, plantio de árvores para o sombreamento, setorização dos ambientes com uso da geometria solar, sombreamento nas janelas, observa-se uma tendência de aumento da escolha dessas alternativas pelos egressos de depois de 2010. Houve também aumento dos profissionais que relataram adotar estratégias relacionadas à inércia térmica, passando proporcionalmente de 13% para 31% dos profissionais que responderam a pesquisa, em cada um dos grupos. Observa-se também ligeira redução na escolha das estratégias de ventilação natural e cruzada, e ligeiro aumento no uso de ventilação por efeito chaminé.

Tabela 6: Tipos de soluções de conforto térmico mais adotadas nos projetos de arquitetura em Palmas

Período de formação	Soluções de conforto térmico mais adotadas nos projetos de arquitetura em Palmas *											
	Ar-condicionado	Brises nas fachadas de maior insolação	Cortinas	Evito janelas a oeste	Inércia térmica	Plantio de árvores para o sombreamento	Setorização dos ambientes com uso da geometria solar	Sombreamento nas janelas	Tecnologias construtivas de melhor desempenho térmico	Ventilação cruzada	Ventilação natural	Ventilação por efeito chaminé
Entre 2000 e 2009	50%	**50%**	50%	**50%**	**13%**	**25%**	**63%**	**63%**	63%	**100%**	**88%**	**25%**
Depois de 2010	46%	**77%**	38%	**85%**	**31%**	**85%**	**85%**	**62%**	54%	**85%**	**69%**	**31%**

* Esta pergunta possibilitava a marcação de mais de uma alternativa.
Fonte: Questionário da Pesquisa, 2021.

Outra solução como o uso de tecnologias construtivas de melhor desempenho térmico apresentou discreta redução proporcional na porcentagem de respostas, o que é um fator negativo já que as tecnologias da construção podem melhorar o desempenho dos sistemas, inclusive o de inércia térmica. Pontos como o uso de ar-condicionado e de cortinas como solução de conforto ambiental apresentaram reduções proporcionais, o que muito provavelmente demonstra que esses profissionais estão considerando menos o uso desses recursos como estratégia de solução de conforto e sim como complementar às demais alternativas.

5 CONCLUSÕES

O presente artigo cumpre seu objetivo de apresentar como tem se desenvolvido a relação entre o ensino e a prática das disciplinas de conforto ambiental na elaboração do projeto de arquitetura em Palmas - TO, por meio do uso de recursos digitais ensinados no CAU/UFT. Para tal, analisou dados primários levantados por meio de questionário com os egressos do curso.

Inicialmente cabe destacar que este artigo considerou em suas análises tanto o início do uso dos recursos de modelagem digital pelos estudantes na elaboração dos projetos, principalmente o programa *Revit/BIM*, bem como a inclusão formal do ensino dele no PPC do curso de 2013. Neste sentido, observou-se no estudo que dentre os egressos do curso de 2010 a 2020, tem aumentado o uso de programas de modelagem para simular a posição aparente do sol e testar as soluções de sombreamento propostas. Os dois programas mais citados pelos profissionais foram os dois formalmente ensinados no curso, a saber: o *Revit/BIM* e o *Sketchup*. Vale ressaltar que o *Sketchup* começou a ser utilizado pelos estudantes do CAU/UFT por volta de 2006, entretanto só foi formalmente incluído no ensino no PPC de 2013.

Os resultados aqui apresentados e discutidos sugerem que os egressos de 2010-2020 também perceberam que durante a sua formação profissional nas disciplinas de projeto de arquitetura e urbanismo, foi dada maior importância ao conteúdo relacionado ao conforto ambiental. Ponto que reforça a observação que a integração entre disciplinas propostas pelos PPC (2013), bem como o uso de *softwares* de modelagem e simulação computacional permitiram aos estudantes melhor entendimento dos processos que envolvem o conforto ambiental aplicado ao projeto de arquitetura. Esse melhor entendimento também foi demonstrado na opinião dos profissionais sobre o uso dos conceitos de conforto ambiental na prática profissional de elaboração do projeto de arquitetura, apresentando os egressos de 2010-2020 respostas mais positivas nesse sentido.

Os arquitetos e urbanistas formados após 2010 demonstram também maior tendência em valorizar de maneira mais evidente as soluções de conforto ambiental desde a etapa inicial de contratação do projeto de arquitetura. Esse aspecto sugere mais possibilidades de garantir melhor remuneração por parte dessa atividade profissional, bem como melhor atendimento das demandas e expectativas do cliente. Um processo de projeto mais eficiente também tende a ser mais lucrativo.

Por fim, os egressos do CAU/UFT demonstraram preferir utilizar soluções de conforto ambiental que condizem com as principais diretrizes de projeto de arquitetura para a zona bioclimática que Palmas está inserida. A amostra estudada enfatizou o uso de soluções relacionadas ao sombreamento e à ventilação em detrimento das soluções de inércia térmica e resfriamento evaporativo.

Este estudo ilumina um importante campo de avaliação do processo de ensino-aprendizagem realizado no CAU/UFT e a realidade prática dos seus egressos na atividade profissional. O pequeno recorte demonstrado aqui quanto às soluções de conforto ambiental e suas aplicações ao projeto de arquitetura com o uso de programas de simulação computacional já abre muitos pontos para discussão que este estudo não conseguiu alcançar. Neste sentido, mais perguntas podem ser levantadas e analisadas de modo a alimentar o processo de avaliação do PPC e também das práticas adotadas pelos profissionais. Considerando o tamanho da amostra a maior dificuldade apresentada na pesquisa aqui desenvolvida, sugere-se também, além da aplicação deste mesmo questionário, uma amostra mais ampla para confirmar as tendências aqui observadas e estudos mais qualitativos, por meio de entrevistas e análise de projetos de alguns arquitetos e urbanistas de atuação profissional relevante em Palmas - TO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2003. 23 p.cos_e_tecnologias_para_elaboracao_de_projeto_arquitetonico_em_Palmas_TO. Acesso em: 21 mar. 2021.

FREITAS, Alinne O. de; TAVARES, Silvia Garcia; SANTOS, Raphael de S.; OLIVEIRA, Mariela C. A. de.. **Estudos bioclimáticos e tecnologias para elaboração de projeto arquitetônico em Palmas (TO).** 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257957193_Estudos_bioclimati

FROTA, A. B.; SCHIFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 8. Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

ROMERO, M. A**. Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. ed. São Paulo: ProEditores, 2000

SILVA, Amanda Souza; OLIVEIRA, Mariela C. A. de.. **Conforto Térmico Sustentável para Edificações em Palmas: Estratégias Recomendadas e Análise de Edificações**. 2017. Disponível em: http://ulbra-to.br/semcac/assets/download/2017/ar8-conforto-termico-sustentavel-p.69-a-76.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

UFT. **Resolução nº 07, de 14 de março de 2018**. Dispõe sobre a atualização do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Arquitetura e Urbanismo (Câmpus de Palmas), aprovado pela Resolução Consepe nº 10/2013.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos profissionais arquitetos e urbanistas que gentilmente responderam ao nosso questionário. Agradecemos ainda ao Paulo Percio Quintanilha Guelpeli pelas contribuições no tratamento dos dados em arquivo *Excel*. De fato, o conhecimento dos recursos digitais contribui sobremaneira para o sucesso dos processos.