

Estudo de conforto térmico: do levantamento à seleção das estratégias construtivas relacionadas ao clima de Palmas - TO

Trajanos Machado Gontijo ⁽¹⁾ e
Mariana Brito de Lima ⁽²⁾

Artigo publicado em outubro/2017

Resumo – Este trabalho teve como objetivo contribuir para estruturação e capacitação dos pesquisadores do grupo de pesquisa Tecnologia e Materiais Sustentáveis – TEMAS – em relação à adequação ambiental das edificações. Os avanços em pesquisas científicas e realizações em relação ao projeto de arquitetura mostram reflexões sobre o desenvolvimento sustentável, a conservação ambiental e a eficiência energética que influenciaram o progresso científico e tecnológico deste século. Essas soluções levam em consideração o conhecimento das exigências de conforto térmico humano, do comportamento térmico das estruturas e dos materiais, diante das variações dos fatores climáticos. Neste trabalho realizou-se uma revisão de literatura sistemática a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e outras publicações, além do estudo da carta psicrométrica de Palmas - TO, localizando as diretrizes e estratégias de projetos adequadas ao clima de Palmas - TO, com o objetivo de sistematizar recomendações projetuais que considerem as características específicas socioeconômicas, culturais, climáticas e tecnológicas desta região do Brasil, a fim de, a partir do estudo em grupo, gerar uma proposta de edificação sustentável e adequada ao clima, ainda na etapa de anteprojeto arquitetônico, que continuará em desenvolvimento para posterior construção.

Termos para indexação: adequação ambiental, fatores climático, projeto arquitetônico

Study of thermal comfort: from the survey to the selection of constructive strategies related to the climate of Palmas - TO

Abstract – This study aimed to contribute to structuring and training of Research Group TEMAS - Technology and Sustainable Materials on environmental suitability of the buildings. Advances in scientific research and achievements in relation to the Architecture Project show reflections on sustainable development, environmental conservation and energy efficiency, which influenced the scientific and technological progress of this century. These solutions take account of the knowledge of human thermal comfort requirements, the thermal behavior of structures and materials, given the changes in climatic factors. This work was performed a systematic literature review from technical standards, books, theses, dissertations and other publications, in addition to the study of psychometric letter Palmas - TO, seeking to find the guidelines and appropriate design strategies to climate Palmas - TO, in order to systematize projective recommendations to consider specific socioeconomic, cultural, and technological climate of this region of Brazil, studying them in groups and, from these, develop an architectural design for the lab research group.

Index terms: environmental adequacy, climatic factors, architectural design, climatic factors

¹ Estudante do Curso de Engenharia Civil – IFTO/Campus Palmas, Bolsista – PIBIC – IFTO. *trajanogontijo@gmail.com

² Arquiteta e Urbanista. Me. Em Engenharia Urbana. Professora da Área de Construção Civil – IFTO/Campus Palmas. Endereço: Avenida Joaquim Teotônio Segurado, Quadra 202 sul, ACSU-SE 20, Conjunto 01, Lote 08 Plano Diretor Sul Palmas, Tocantins – Brasil Cep: 77.020-450. *mariana@ifto.edu.br

Introdução

Buscar recomendações de projeto relacionadas ao clima é uma poderosa ferramenta de projeto “que propicia ao projetista uma orientação coerente no que se refere à adaptação da futura construção ao seu clima” (VIGGIANO, 2004). Entende-se por diretrizes as estratégias de projeto que auxiliam na criação de ambientes com maior qualidade de vida, atendendo às necessidades do homem no ambiente construído e no seu entorno, criando “um ambiente integrado com as características da vida e do clima local, consumindo a menor quantidade de energia e atendendo as exigências térmicas de seus usuários” (BARBOSA, 2010). Nesta pesquisa as diretrizes estudadas foram para o clima de Palmas – TO.

O clima de Palmas é quente todo o ano, com “clima tropical com estação seca no inverno e comportamento climato-meteorológico com variações pouco significativas” (INPE, 2014). A temperatura média anual é de 26 °C, máxima 35 °C, e mínima 15 °C. As temperaturas máximas tendem a ocorrer nos meses de agosto e setembro (INPE, 2014).

Este artigo relata um dos esforços realizados entre 2014 e 2015 para estruturar e capacitar os participantes do grupo de pesquisa Tecnologia e Materiais Sustentáveis – TEMAS – em relação aos aspectos da adequação ambiental das edificações; neste caso em específico, o objetivo geral foi a capacitação em recomendações projetuais relacionadas ao clima.

O grupo TEMAS é um grupo de pesquisa do IFTO registrado no diretório de grupos do CNPq, e tem como objetivo geral o desenvolvimento de materiais sustentáveis. O grupo busca empregar resíduos (passivo ambiental) na produção de material de alvenaria, proporcionando a diminuição do uso de matéria-prima extraída da natureza e de energia incorporada à produção. Entre as linhas de pesquisa, há a linha de Conforto Ambiental, e atualmente dois projetos estão sendo desenvolvidos nesta temática.

Estudar estas diretrizes no grupo de pesquisa contribuiu para a divulgação, entre os membros do grupo, da importância de projetar edificações observando os aspectos bioclimáticos de uma região, pois,

a inobservância das peculiaridades climáticas pode causar a redução da qualidade de vida dos seus ocupantes, o aumento da saturação de sistemas artificiais de

condicionamento ambiental no setor residencial, o aumento do consumo de energia elétrica nos períodos de ponta, e a possível inadimplência dos consumidores de baixa renda (PEDRINI, 2009).

A partir deste estudo, tem-se a possibilidade de elaborar recomendações para o Projeto Bioclimático em Palmas, para serem utilizadas nos trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa TEMAS.

Materiais e Métodos

Nesta pesquisa a metodologia utilizada foi a revisão de literatura, feita de forma sistemática a partir de normas técnicas, livros, teses, dissertações e em autores como Barbosa (2010), Frota (2003), Cunhas (2006), Lamberts (2013) e Lima (2009, 2005), durante o ano de 2014, como parte de um projeto de estruturação e capacitação do recém-formado (à época) grupo de pesquisa, sendo objeto de atividade de iniciação científica (PIBIC) fomentada pelo IFTO. Sobre a revisão sistemática de literatura, Ramos (2014) afirma que é necessário “procurar definir critérios, métodos precisos e sistemáticos, por forma a identificar e selecionar as fontes bibliográficas com o máximo rigor, grau de eficiência e confiança no trabalho desenvolvido”. Sobre esta metodologia o autor afirma que:

o propósito de uma revisão sistemática é resumir a melhor pesquisa disponível acerca de uma questão específica. Isto é feito através da síntese dos resultados de diversos estudos. Uma revisão sistemática utiliza procedimentos transparentes para encontrar, avaliar e sintetizar os resultados de pesquisas relevantes na área em estudo (WHAT IS ..., 2014, *apud* RAMOS, 2014, p. 21).

No estudo bibliográfico se buscou localizar as diretrizes e estratégias de projetos adequadas ao clima de Palmas - TO, com o objetivo de sistematizar algumas diretrizes de projeto existentes que considerem as características específicas socioeconômicas, culturais, climáticas e tecnológicas desta região do Brasil. A partir deste estudo, tem-se a possibilidade de elaborar recomendações para o Projeto Bioclimático em Palmas, para serem utilizadas nos trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa TEMAS.

A revisão de literatura possibilitou a sistematização das recomendações a serem utilizadas em um projeto arquitetônico na cidade de Palmas – TO. Estas recomendações, em conjunto com as recomendações indicadas na carta psicométrica desenvolvida pelo software Analisis Bio (LabEEE, 2014), foram sistematizadas e separadas por recomendações e suas respectivas soluções projetuais e agrupadas em *fechamentos, aberturas, cobertura, orientação e outras recomendações*.

Estas recomendações foram discutidas com os demais membros do Grupo de Pesquisa TEMAS e foi realizada uma pré-seleção para definição das estratégias que resultariam em um projeto arquitetônico para o laboratório do grupo. A temática foi discutida através de seminários e grupos de discussão.

Resultados e discussão

Sistematização das recomendações construtivas para o clima de Palmas – TO

A carta psicrométrica (FIGURA 1) tem como objetivo representar através de gráficos as evoluções do ar úmido; cada ponto da carta representa uma combinação de ar seco e vapor d'água. Desta forma, considerando a temperatura média de Palmas e a taxa de umidade, temos como recomendações as letras J e K, que são as diretrizes para adoção de ventilação e refrigeração artificial.

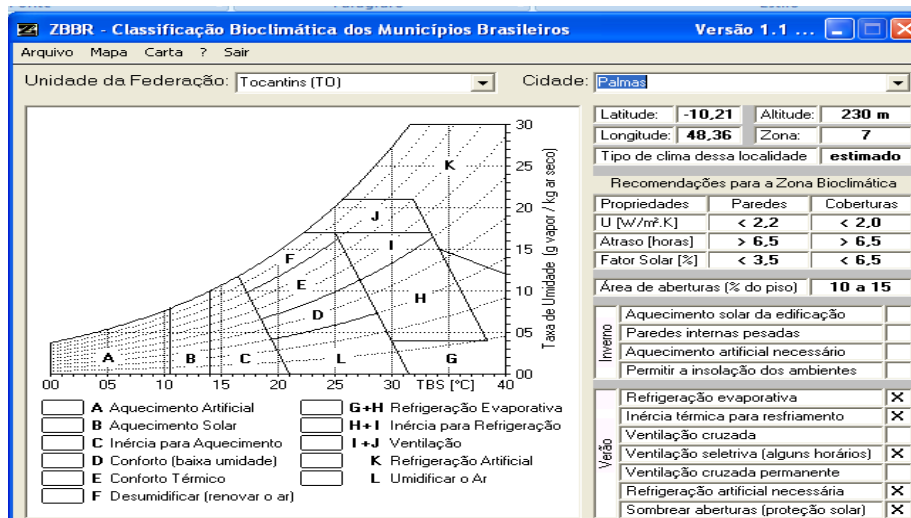


FIGURA 1 – Carta psicrométrica de Palmas – TO
 Fonte: LabEEE, 2014.

As recomendações sistematizadas a partir da revisão sistemática - *fechamentos, aberturas, cobertura, orientação e outras recomendações* - e apresentadas ao grupo de pesquisa durante os seminários e grupos de discussão são as apresentadas nos quadros (1, 2, 3, 4 e 5) a seguir:

QUADRO 1

Recomendações relacionadas ao Fechamento.

RECOMENDAÇÕES	FECHAMENTOS
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Proteção de Fachada é desejável com segunda parede externa e ventilada podendo ser	Tijolos estruturais com canais verticais (Tijolodo ³)
	Tijolos estruturais com canais verticais – tijolo ecológico comum
	Adobe
	Parede vegetal
	Elemento vazado
	Bloco ou tijolo furado com canais horizontais formando câmara de ar
	Blocos de pedra
	Persiana
	Pergolado
Massa térmica	Tijolos estruturais com canais verticais (Tijolodo)
	Tijolos estruturais com canais verticais
	Adobe
	Elemento vazado
	Bloco ou tijolo furado com canais horizontais formando câmara de ar
	Blocos de pedra
	Superadobe
Fechamentos internos vazados	Tijolos estruturais com canais verticais (Tijolodo)
	Tijolos estruturais com canais verticais
	Adobe
	Elemento vazado
	Bloco ou tijolo furado com canais horizontais formando câmara de ar
	Blocos de pedra
Evitar radiação solar	Evitar a radiação solar direta (raios solares) e difusa (luz do céu e calor dos corpos aquecidos)
Pisos absorventes	Tijolo sobre areia
	Cerâmicas porosas
Poder de absorção	Superfícies externas com cores claras reflectantes
	Coberturas abobadadas para facilitar a re-irradiação durante a noite
	Pequenas aberturas nas fachadas
	Construção compacta
Material Parede	Tijolo maciço (Adobe)
	Taipa
	Pedra
	Tijolo furado com revestimento térmico
	Paredes internas em tijolo maciço
	Tijolos estruturais com canais verticais (Tijolodo)

³Tecnologia em desenvolvimento pelo grupo TEMAS
 Revista Sítio Novo – Vol. 1 – Ano 2017 – ISSN 2594-7036

QUADRO 2
 Recomendações relacionadas às aberturas.

RECOMENDAÇÕES	ABERTURAS
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Sombreamento das aberturas	Persianas
	Treliças
	Brises
Ventilação Cruzada Controlada	Ventilações diurnas sem entrada de radiação solar
Observar entorno	Observar os ventos predominantes da região
Resfriamento evaporativo	Desumidificação dos ambientes
	Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes
Sombreamento das aberturas	Deve-se tomar partido de coberturas com beiral largo o suficiente para o sombreamento das aberturas
	As aberturas devem estar sempre protegidas pelo lado externo, com o uso de persianas, treliças etc.
Uso de espaços semiabertos	Alpendres
	Pátios internos
	Varandas
Proteger da insolação sem impedir a ventilação	Ventilação controlada
Aberturas	As portas e janelas devem ser pequenas principalmente em fachadas, para que se proteja da radiação direta e refletida. Indica-se de 10% a 15% da área do piso

QUADRO 3
 Recomendações relacionadas à cobertura

RECOMENDAÇÕES	COBERTURA
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Materiais da cobertura	Cerâmicas
	Concreto celular
	Lajes
Ventilação na cobertura	Garantir a ventilação permanente, através da cumeeira, sem permitir a entrada de radiação solar, qualquer que seja a solução de cobertura. Garantir ventilação, sob controle, do espaço entre cobertura e forro
Lajes	Areia
	Terra com gramado
	Água
	Pedra argila expandida com água

QUADRO 4
 Recomendações relacionadas à cobertura.

RECOMENDAÇÕES	COBERTURA
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Implantação/ Orientação	É indicada a orientação norte ou sul para as faces de maior dimensão das edificações
	As fachadas leste-oeste devem ser projetadas com recursos que as transformem em barreiras térmicas
	As faces orientadas em torno do leste ou do oeste devem ter a mínima dimensão possível
	Devem-se proteger as faces externas da radiação provinda de leste e oeste
Vegetação	Utilizar abundante vegetação de copa alta principalmente para proteção contra os raios solares de leste e oeste.
Localização de terreno	Desejável agrupar as edificações na direção leste-oeste, sob a mesma cobertura, mantendo corredores ou áreas abertas entre uma unidade e outra
Dimensionamento	Desejável que as maiores dimensões das edificações formem ângulos próximos a 90° com a direção dos ventos dominantes
Espaçamento	Desejável que os corredores entre duas edificações tenham uma largura de, no mínimo, 1/3 de seu comprimento

 QUADRO 5
 Outras Recomendações.

RECOMENDAÇÕES	OUTRAS RECOMENDAÇÕES
	DESCRIÇÃO - SOLUÇÃO
Resfriamento ativo	O resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor
Resfriamento evaporativo	Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água
Os lotes	Nas regiões quentes-secas, os lotes devem ser estreitos e longos, e as edificações contíguas; a ventilação é provocada internamente, evitando que a excessiva luminosidade da região afete, através da reflexão, o interior da construção
A forma da edificação	Nas regiões quentes-secas sem inverno, a ocupação do espaço deve ser densa e sombreada A forma deve ser compactada e oferecer a menor superfície possível para a exposição à radiação solar
Manter permeabilidade no lote	Áreas vegetadas
	Jardins
	Brita
	Gramas
Casa geminada	Para novas edificações térreas sugere-se a utilização da tipologia de casas geminadas, com o intuito de proteger uma das fachadas laterais e manter um recuo, proporcionando a ventilação noturna

Anteprojeto do laboratório do grupo TEMAS

Com a seleção das recomendações, partiu-se para a elaboração do anteprojeto do laboratório do grupo de pesquisa. O projeto (FIGURAS 2 e 3) foi desenvolvido pelo estudante de iniciação científica e orientadora, e teve a colaboração de membros do grupo; o programa de necessidades foi construído juntamente com o líder do grupo, que indicou que, a princípio, o laboratório necessitava de uma sala de estudo para os bolsistas, laboratório para os ensaios de materiais, copa, depósito, banheiros e sala de reuniões. As recomendações que determinaram o partido arquitetônico do projeto foram:

Fechamentos

Em relação aos fechamentos foi definida a utilização de superadobe (tijolo maciço), adobe (tijolo maciço) e Tijolodo (tijolos estruturais com canais verticais); desta forma, as temperaturas internas serão mais agradáveis, pois este tipo de parede tem uma maior massa térmica, e por consequência maior atraso térmico, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido no exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem. Em relação aos fechamentos internos, estes serão de Tijolodo por ser uma estrutura com canais verticais vazados, o que proporciona a canalização do ar quente para fora da edificação.

Aberturas

As janelas serão pequenas (indica-se de 10% a 15% da área do piso), e na fachada será adotado sistema de veneziana que controla a ventilação e iluminação. Além destas medidas, a vegetação será utilizada para que se proteja da radiação direta e refletida. Para o sombreamento das aberturas, tirou-se partido de um pergolado na fachada oeste, a qual recebe a maior incidência de insolação.

A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Mas deve ser uma circulação controlada para ser utilizada nas ventilações diurnas sem entrada de radiação solar. A ventilação será recebida e controlada principalmente pela abertura - portas de madeira com veneziana da fachada frontal. Além disso, as aberturas estão protegidas de insolação pelo beiral da cobertura.

Cobertura

A cobertura definida será parte de telha cerâmica com forro formando câmara de ar e parte em laje com telhado verde para aumentar sua inércia térmica.

Orientação

Foi projetada com a orientação norte ou sul nas fachadas de maior dimensão. A fachada oeste recebeu um pergolado, e a leste foi projetada em superadobe como barreiras térmicas e de insolação.

Outras recomendações

Outras recomendações foram utilizadas na definição do projeto arquitetônico do laboratório, a saber:

- Pisos absorventes: desejável que sejam absorventes e, nos casos de baixos valores de umidades, sejam umedecidos, proposta de piso de cerâmica porosa;
- Superfícies externas com cores claras reflectantes;
- Pequenas aberturas nas fachadas;
- Uso de espaços semiabertos: o formato do projeto cria um semipátio com jardim interno;
- Paisagismo: de modo que evite a radiação solar direta nas fachadas das edificações;
- Casa geminada: recomendação para ampliação do laboratório;
- Resfriamento evaporativo: em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar.

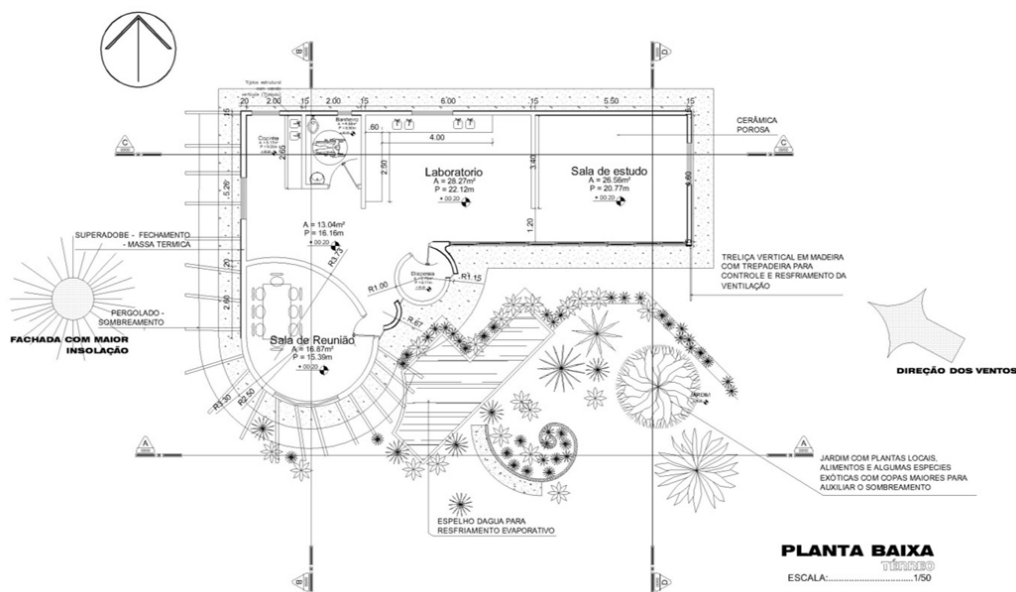


FIGURA 2 – Planta Baixa – Anteprojeto do laboratório do grupo de pesquisa

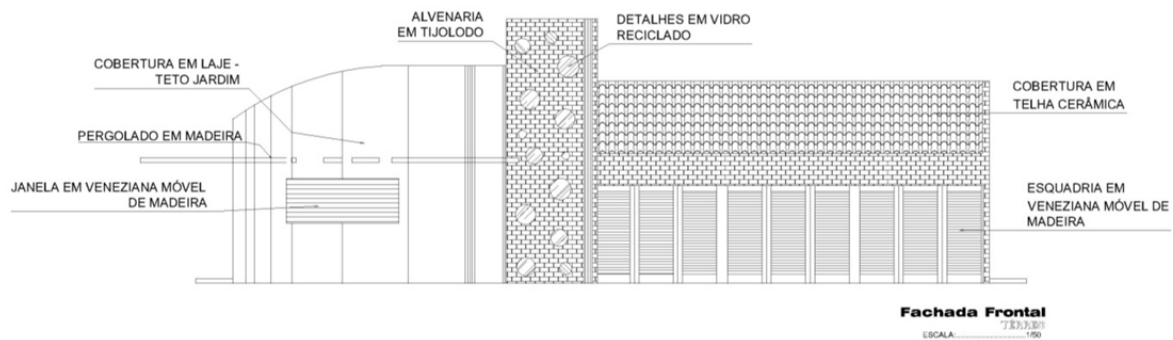


FIGURA 3 – Fachada – Anteprojeto do laboratório do grupo de pesquisa

Conclusões

Este trabalho contribuiu para estruturação e capacitação dos pesquisadores do grupo de pesquisa Tecnologia e Materiais Sustentáveis – TEMAS – em relação à adequação ambiental das edificações, pois proporcionou a socialização do conhecimento em relação ao conforto ambiental, linha de pesquisa que continuará com trabalhos nos próximos anos.

Particularmente gerou uma proposta de edificação sustentável e adequada ao clima, ainda na etapa de anteprojeto arquitetônico, que continuará em desenvolvimento para posterior construção. As recomendações são propostas aqui de forma generalizada e não devem se restringir somente ao projeto proposto, abrangendo, pois, qualquer projeto de edificação para o clima de Palmas -TO.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**. Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2003.

BARBOSA, Djean da Costa, LIMA, Mariana Brito de. **Arquitetura bioclimática: Recomendações Apropriadas para Palmas/TO**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DE EXTENSÃO DO IFTO, v.1, p.1 - 143, 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Estação de Palmas: Climatologia Local**. Disponível em: <http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/palmas_clima.html>. Acesso em: 2 ago. 2015.

CUNHAS, Eduardo Graia da. **Elementos de arquitetura de climatização natural**. Rio de Janeiro: Masquatro, 2006.

FROTA, Anésia Barros. **Manual de conforto térmico: Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – LabEEE. **Analys Bio**, LabEEE, 2014.

LAMBERTS, Roberto. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 2013.

LIMA, Mariana Brito de, RIBEIRO, Edson Leite. Diretrizes urbanísticas e construtivas para cidades de clima semi-árido. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v.1, p.1 - 22, 2009.

LIMA, Mariana Brito de. **Casas Saudáveis em ambiente sustentável: ecovila no semi-árido nordestino com ênfase na bioclimatologia e na sustentabilidade**. 2005. Trabalho Final de

Graduação (monografia). Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

RAMOS, Altina; FARIA, Paulo M.; FARIA, Ádila. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 17-36, jan./abr. 2014

VIGGIANO, Marcos. **Projetando com diretrizes bioclimáticas.** Disponível em: <www.casautonoma.com.br>. Acesso em: 22 out. 2004.