



PAREDES VERDES, URBANIZAÇÃO, VEGETAÇÃO E AS TENDÊNCIAS DE VARIAÇÕES DA TEMPERATURA, UMIDADE DO AR E VENTOS

¹Antônio Pereira Júnior; ²Ana Beatriz Matos Rodrigues; ²Mário Marcos Moreira da Conceição; ³Lucimar Costa Pereira.

Mestre em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará. Brasil.
E-mail: antonio.junior@uepa.br

²Projeto Barreiras Térmicas. Campus VI. Paragominas. Universidade do Estado do Pará.

³Monitora. Laboratório de Qualidade Ambiental. Campus VI. Universidade do Estado do Pará.

Recebido em: 22/09/2018 – Aprovado em: 23/11/2018 – Publicado em: 03/12/2018
DOI: 10.18677/EnciBio_2018B124

RESUMO

O processo de urbanização tende a retirar espaços destinados à existência de vegetação, e isso provoca alterações em fatores ambientais como, por exemplo, elevação da temperatura e redução da umidade relativa do ar. O objetivo dessa pesquisa, foi discutir o avanço da urbanização e a ocorrência de vegetação nessas áreas, como mitigadoras da temperatura, estabilizadora da umidade relativa do ar, e velocidade dos ventos. O método utilizado foi o dedutivo, com natureza observativa e abrangência qualitativa. Complementou-se esse método com o levantamento de dados documentais, cujo recorte temporal situado entre 2008 a 2018 e estudos pioneiros nos sites abertos *Scientific Library Online – SciELO*; *Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior – CAPES*; *Google Scholar*; *Web Science*. Os dados obtidos e analisados indicaram que o processo de urbanização provoca a supressão arbórea, e isso provoca tendências de elevação na temperatura do ar, além do revestimento concretício, asfáltico, e a criação de ilhas de calor. Indicaram também que há uma nova forma de promover a arborização urbana: a verticalização, seja a partir das denominadas paredes verdes, paredes verdes vivas, jardins verdes, fachadas verdes, em sistemas modulares ou não, e que elas são mitigadoras das temperaturas elevadas porque promovem absorção da radiação incidente disponível, incrementam a umidade relativa do ar, por retenção de água para a fotossíntese, podem crescer ou dispersar de acordo com a velocidade dos ventos. Então, o uso de paredes verdes em áreas urbanas deve ser utilizado com mais frequência nas comunidades onde o crescimento urbano promove supressão vegetal com maior intensidade.

PALAVRAS – CHAVE: arborização urbana; clima urbano, microclima.

GREEN WALLS, URBANIZATION, VEGETATION AND TRENDS OF TEMPERATURE VARIATIONS, AIR HUMIDITY AND WINDS

ABSTRACT

The urbanization process tends to remove spaces previously intended for the existence of vegetation, and this causes changes in environmental factors such as,

for example, trends and elevation of temperature and reduction of relative humidity. The objective of this research was to discuss the advance of urbanization and the occurrence of vegetation in these areas as temperature mitigation, stabilization of relative air humidity, and wind speed. The method used was deductive, with observational nature, qualitative coverage. This method was complemented with the collection of documentary data, whose temporal cut between 2008 and 2018 and pioneer studies. The open sites Scientific Library Online - SciELO; Coordination of Improvement of Higher Education - CAPES; Google Scholar; Web Science. The data obtained and analyzed indicated that the urbanization process has caused tree suppression, which causes trends in elevation in air temperature, besides the concrete and asphalt coating, the creation of heat islands. They also indicated that there is a new way of promoting urban afforestation: verticalization, whether from so-called green walls, green gardens, green facades, in modular systems or not, and that they are mitigating high temperatures because they promote absorption of incident radiation available, increase the relative humidity of the air, by retaining water for photosynthesis, as well as can grow or disperse according to the speed of the winds. Therefore, the use of green walls in urban areas should be used more frequently in communities where urban growth promotes plant suppression with greater intensity.

KEYWORDS: Microclimate; urban afforestation; urban climate.

INTRODUÇÃO

A nomenclatura de parede verde (*green wall*) não é bem definida, e apresenta outras nomenclaturas como, por exemplo, sistemas de vegetação vertical, jardim vertical (*vertical green*), paredes vivas (*living walls*) e fachadas verdes (*green facades*), dentre outros (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Todavia, todos estes convergem para a função desse tipo de parede, ou seja, permite o crescimento vegetativo no sentido vertical, ou ainda sobre outra vegetação, seja presa a esta, ou adjacente (BARBOSA; FONTES, 2016).

Quanto as paredes, a NBR 15220-2/2005, publicou tabelas onde constam as principais propriedades térmicas de materiais que compõem os elementos utilizados em construção (heterogêneos e homogêneos) de unidades arquitetônicas. Estas incluem ainda, os cálculos necessários para tal ação, além da transmitância térmica, fator solar e atraso térmico (LAMBERTS et al., 2016).

Em relação a urbanização, sabe-se que esta é crescente e global, pois, nas últimas duas décadas, as cidades apresentam grande crescimento da população, do espaço e das atividades, que provocam transformações drásticas, seja no ambiente natural ou o construído. Esse novo ambiente apresenta alteração climática porque houve remoção da vegetação e, com isso, haverá incidência maior dos raios solares, e incrementa a tendência de elevação da temperatura do ar, diminuição da umidade relativa do ar, chuvas e os ventos, e isso indicará que o conforto e a sensação térmica contribuirão para o incremento de doenças na comunidade (MARTELLI; SANTOS JÚNIOR, 2015).

Ademais, a urbanização está ocorrendo no mundo com muito mais rapidez do que nunca. Hoje, mais de 54% da população total do mundo vive nas cidades e estima-se que 66% ocuparão áreas urbanas até 2025 (ONU 2014). Em comparação com o resto do mundo, 46% da população total da Ásia está vivendo em áreas urbanas. Paquistão não fica muito atrás na população urbana, com 35% da população que vive nas cidades e vilas. A proporção urbana da população no

Paquistão é a mais alta entre Associação do Sul da Ásia para Cooperação Regional (SHIRAZI; KAZMI, 2015).

No Brasil o crescente processo de urbanização registrado no mundo apresenta diversas consequências negativas do ponto de vista ambiental. As consequências negativas da urbanização estão relacionadas ao aumento da impermeabilização do solo, supressão de vegetação nativa, aumento da poluição do ar pela queima de combustíveis fósseis, aumento no consumo de energia, aumento dos riscos de enchentes e inundações e conseqüentemente, perdas na qualidade ambiental urbana. Atualmente, o índice de população urbana é superior ao registrado no mundo (83%), sendo 80% na América Latina (DUARTE et al., 2017).

Nesse contexto, a urbanização interfere de modo negativo nas propriedades da comunidade e do ecossistema como: produtividade primária, abundância e diversidade. Na maioria das cidades, a produtividade primária local aumenta e essa energia extra flui para cima, altera a diversidade e as abundâncias relativas em níveis tróficos superiores. Os mecanismos abióticos, que se acredita serem responsáveis por aumentos na produtividade urbana são: temperaturas, regimes de luz alterados e aumento de insumos de nutrientes e água. No entanto, outro fator abiótico, a velocidade do vento, também é influenciado pela urbanização e bem conhecido por alterar a produtividade primária nos sistemas agrícolas. Os efeitos do vento na produtividade primária até agora não foram estudados no contexto da urbanização (BANG et al., 2010).

A vegetação como estratégia bioclimática é muito conhecida de profissionais, tanto do meio acadêmico quanto da construção civil e arquitetônica. Porém, há vários estudos sobre a eficácia da parede e cobertura verde na criação de ambientes internos confortáveis, mas, no Brasil há poucos estudos sobre a parede verde e sua contribuição no conforto térmico. Como elemento de fachada e cobertura, a vegetação pode minimizar o ganho de calor, e proporcionar melhor condição no conforto térmico das edificações (MORELLI, 2016).

O desenvolvimento dos vegetais que revestem as paredes deve ofertar uma condição passiva quanto ao resfriamento (as paredes), além de atuar como auxiliar no resfriamento do ar, no entorno de onde se desenvolveu (MATHEUS et al., 2016). Esse tipo de revestimento foi uma técnica utilizada no século VI a.C., na Babilônia, onde foram implantados os primeiros jardins suspensos, mas, à época, o objetivo do Rei Nabucodonosor II, foi presentear a esposa. Vale ressaltar que estes jardins foram soerguidos a 20 metros de altura e eram irrigados a partir do Rio Eufrates (PRADO, 2016). Além dos quintais dos palácios no Mediterrâneo e do Império Romano que tinham muros cobertos com videiras, o que caracterizou a primeira forma de fachada verde como são conhecidas atualmente (KHOLER, 2008).

Porém, o uso da parede verde, não é privilégio de unidades arquitetônicas verticais. Outro uso foi identificado no Centro de Estudantes da Universidade de Georgetown. Lá, os acadêmicos criaram a "Saxa", uma parede verde revestida em pedra que proporciona caráter bio-amigável para a grande sala que dá ao Potomac (DELAQUA, 2015).

Independentemente de onde cresce, é fato que a vegetação contribui para a amenização do microclima devido ao processo de transpiração das espécies vegetais, também chamado de resfriamento evaporativo: a energia do sol é absorvida pela planta, e resulta em perda de calor na atmosfera e na umidificação do ambiente. Além disso, o sombreamento causado pela vegetação diminui as

temperaturas superficiais dos pavimentos e fachadas das edificações, uma vez que intercepta grande parte da radiação solar incidente (SCHERER; FEDRIZZI, 2014).

Em relação ao clima local, os processos físicos que afetam esse clima são determinados pelas condições da superfície, localização e exposição das condições da área e da superfície, tais como: capacidade calorífica, teor de umidade, cobertura vegetal, albedo e rugosidade da superfície do chão. O clima local é definido como o clima em uma área onde as condições locais da superfície da Terra são claramente diferentes daquelas em áreas circunvizinhas próximas, por exemplo, sobre colinas, floresta, cidade, terras de colheita, rios, e ambiente montanhoso. Compreende um número de microclima dentro de uma área de superfície com distintas características (BABATOLA, 2013).

Logo, a arborização em áreas urbanas deve ser amplamente estudada devido as alterações climáticas que provoca, e isso justifica esta pesquisa além de incrementar a relevância da mesma, e permite alcançar o objetivo que é a discussão sobre o uso de vegetação, seja vertical ou horizontal em áreas urbanas para mitigação das tendências de variação na temperatura, umidade do ar e velocidade dos ventos.

PAREDES VERDES

A estruturação das paredes verdes em áreas urbanas, tem origem a partir dos chamados jardins verdes que podem ser estruturados e denominados de formas diferentes (Figura 1).

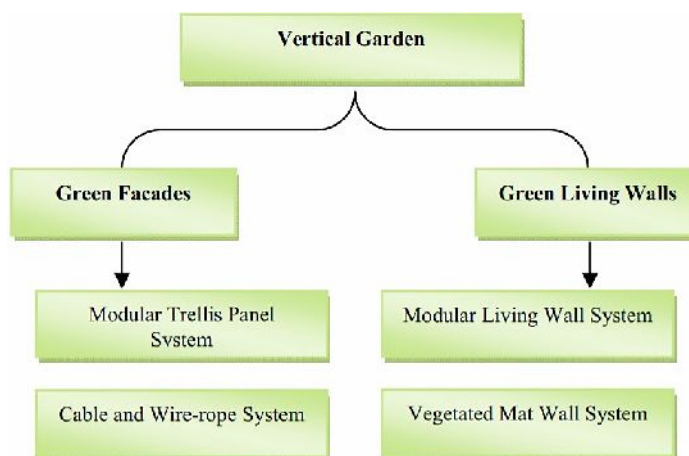


FIGURA 1 - Tipos de estruturas dos jardins verdes. Fonte: Elgizawy (2016).

Legendas - traduções: à esquerda: fachadas verdes (*green facades*); sistemas modulares de painéis em treliça; sistemas de cabos ou cabos de aço (*cable and wire-rope system*); à direita: paredes verdes vivas; sistemas modulares de paredes vivas; sistemas de paredes com esteiras de vegetação.

Quanto as paredes verdes, duas vantagens são frequentes: a estética e a diminuição do ruído. Servem também com um revestimento extra para as envoltentes externas e, no inverno, ou em estações menos chuvosas, diminuem a intensidade do vento ao derredor da unidade arquitetônica onde foi soerguida. Outra vantagem é o isolamento da radiação direta sobre a parede a partir das folhas

(apenas 5 a 35% passam por elas), com isso, há menor absorção de energia pela envolvente (Figura 2) o que resfria a parte interna, e provoca tendência de diminuição no efeito ilha de calor (RAKSHANDEHROO et al., 2015).

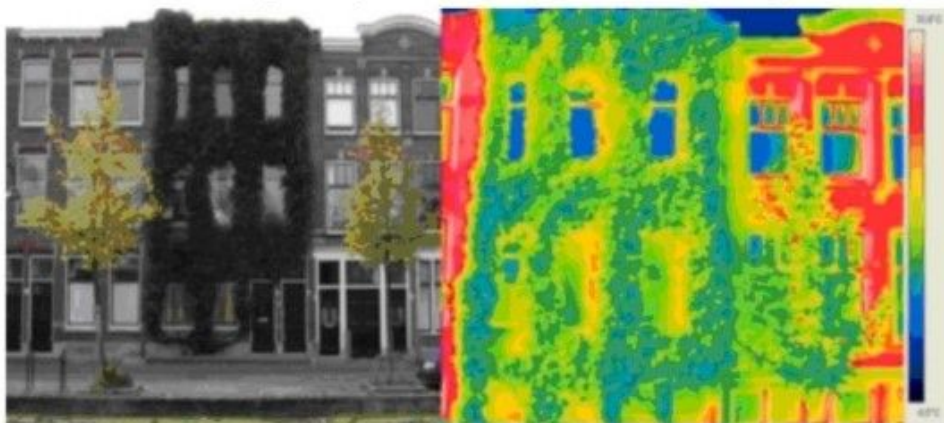


FIGURA 2 – Efeitos urbanos da Ilha de Calor.
Fonte: Rakhshandehroo et al. (2015)

Em relação ao tipo de técnica utilizada, seja com feltro (Figura 3a) ou modular-tabuleiro (Figura 3b), ou em sistema direto (3c), as vantagens ofertadas pelas paredes verdes são: maior área de cobertura, em face do não limite quanto à altura para a instalação; a cobertura que a mesma proporciona, é mais uniforme; oferta maior opção quanto a escolha das espécies a serem utilizadas e maior densidade de plantio; facilita a integração com outros sistemas de construção verde (Ex.: sistema de tratamentos de água cinza e biofiltros) e, finalmente, permitem o uso de membranas impermeáveis, os problemas com umidade são reduzidos (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

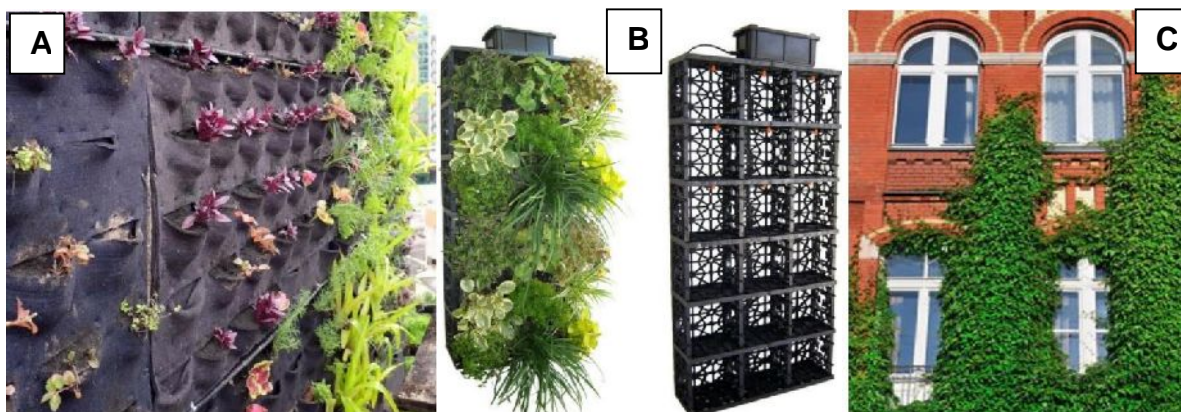


FIGURA 3 – a) Parede verde em feltro; b) parede verde modular-tabuleiro; c) sistema direto.
Fontes: Barbosa e Fontes (2016); Rakhshandehroo (2016).

Outra estrutura de parede verde, é denominada de paredes verde viva (*Green living walls*). A construção das mesmas ocorre em painéis, módulos ou cobertores,

que são fixados em estruturas ou sobre a parede de alvenaria. Essas paredes também são chamadas de bioparedes e podem requerer manutenção quanto a fertilização e irrigação do que as fachadas verdes. Vale ressaltar que tanto a parede quanto a fachada verde, além da tendência de diminuição da temperatura, contribuem com a diversidade de *habitats*, o que pode elevar a diversidade biológica nos locais onde são implantadas, especialmente em prédios públicos nos envoltentes externos, além da provisão ecológica nutricional (ELGIZAWY, 2016).

As paredes verdes podem ser classificadas como sistemas intensivos e extensivos (PERÉZ, 2014), em função dos custos de implementação e manutenção (Quadro 1).

QUADRO 1 – Classificação das paredes verdes.

Tipo	Sistemas Extensivos	Sistemas intensivos
Fachada verde	Tradicional/pele dupla; treliça modular com fio/malha.	-----
Paredes vivas	-----	Vasos Painéis Fibras geotêxteis

Fonte: Pérez et al. (2014)

Fachadas verdes, de acordo com esses autores, são *Vertical Greenery System* – VGS, em português, Sistema de Vegetação Vertical – SVV, nas quais, trepadeiras ou arbustos pendentes são desenvolvidos utilizando estruturas de apoio especiais, principalmente de forma direcionada, para cobrir a área desejada. As plantas podem ser inseridas diretamente no solo, na base da estrutura ou em vasos, a diferentes alturas da fachada. Fachadas verdes podem ser divididas em três sistemas diferentes. Fachadas verdes tradicionais (Figura 4a), nestas, as plantas auto-escaladoras são plantadas na base da parede do prédio para que estas escalem as paredes até cobrirem a mesma, que serve como suporte; fachada verde de pele dupla ou cortina verde (Figura 4b), com o objetivo de criar uma cortina dupla ou verde separada da parede; e vasos de perímetro (Figura 4c), quando são plantados arbustos suspensos em torno do edifício como parte da composição da fachada para constituem uma cortina verde.

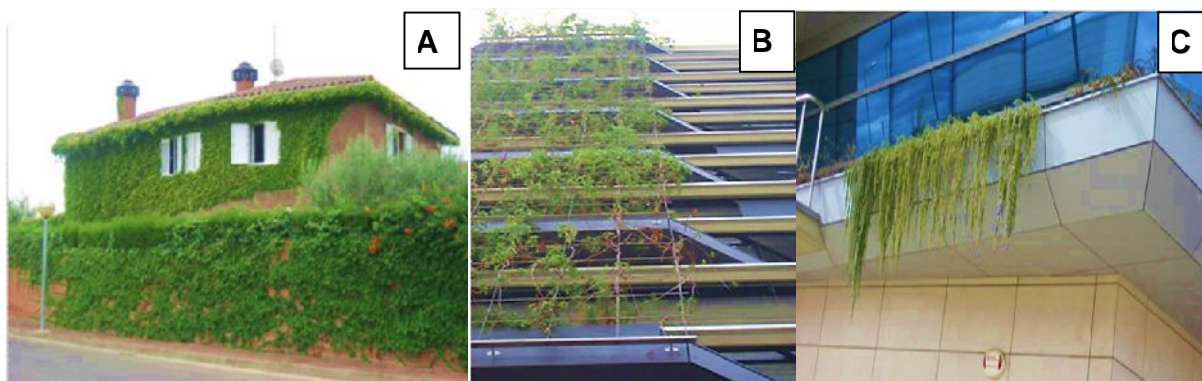


FIGURA 4 – **A)** Fachada verde tradicional; **B)** fachada verde ou pele dupla; **C)** Fachada em vasos de perímetros.

Fonte: Pérez et al. (2014).

A URBANIZAÇÃO E AS ILHAS DE CALOR

A urbanização junto com a industrialização podem ser grandes indicadores do desenvolvimento de uma cidade, mas também implicam em problemas que a mesma pode sofrer. Dentre tantos, tem-se a substituição de coberturas verdes por áreas pavimentadas e artificiais, a emissão de gases pelas indústrias e veículos causam uma alteração climática no local, um clima que se difere das áreas rurais. Esse é chamado de “clima urbano”, e isso faz com que cada cidade tenha o seu próprio microclima devido às atividades que são praticadas na mesma. Com esses fatores e todo o espaço a ser modificado, a temperatura do ar aumenta e as taxas evaporativas diminuem, o que resulta na ocorrência de maior percentual de energia disponível a ser empregada na superfície durante o dia e permanece a noite (AZEVEDO et al., 2017).

Os registros sobre os estudos acerca do clima urbano datam do século XIX, apesar de estudos anteriores, porém, sem os rigores científicos já terem levantado as discussões sobre a temática. Deste período, até o atual, vários métodos e abordagens foram desenvolvidos e aplicados no intuito de entender a relação dinâmica entre o crescimento das cidades e o clima. Na segunda metade do século anterior, com o despertar das preocupações ambientais, grandes volumes de trabalhos sobre o clima urbano passaram a ser produzidos com destaque para os estudos que envolveram a formação de ilhas de calor (SILVA et al., 2015).

Nas áreas urbanas, que são ambientes artificiais, há grande concentração de áreas construídas e pavimentadas que favorecem a absorção da radiação solar de dia e reflexão durante a noite, o que origina as denominadas “ilhas de calor” (Figura 5). Trata-se de um diferencial térmico quando comparado com os locais onde a vegetação é predominante, principalmente se essa vegetação é arbórea, pois, estas, interceptam, refletem, absorvem e transmitem a radiação solar. Uma adequada arborização e uma boa ventilação constituem dois elementos fundamentais para a obtenção do conforto térmico para o clima tropical úmido (GENGO; HENKES, 2012).

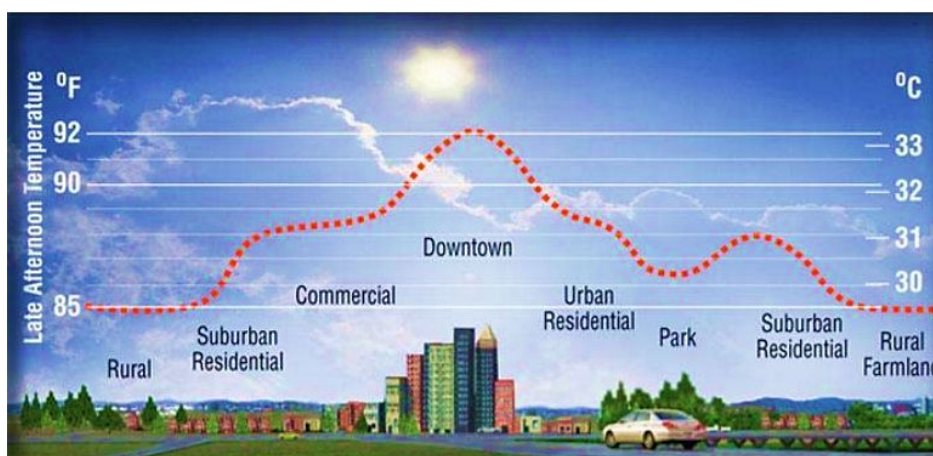


FIGURA 5 – Modelo de formação de “Ilhas de Calor”.
Fonte: Elgizawy (2016)

Em relação as ilhas de calor, estas são consequência do processo de ocupação populacional e desenvolvimento econômico nas cidades, com isso, quantidades de ar quente se fazem presentes em maior concentração no centro das

idades que sofrem com esse desequilíbrio. Essa condição dificulta a evaporação, reduz o poder de dispersão dos poluentes atmosféricos gerados, e trazem complicações para a vida no meio urbano (BERNARDES; MENDES, 2012).

A diminuição de áreas verdes urbanas gera diversos problemas ambientais, tais como: a diminuição da velocidade da ventilação natural; o aumento da capacidade térmica; a queda da evapotranspiração; o aparecimento das ilhas de calor, aumento da temperatura em áreas intensamente urbanizadas; entre outros. Tais consequências têm contribuído para reforçar a importância de implementar diferentes tipologias de infraestrutura verde, entre as quais, arborização urbana, jardins horizontais e verticais, que podem “reduzir o calor sensível, o escoamento superficial, a poluição, além de contribuir para o aumento da qualidade de vida urbana” (BARBOSA; FONTES, 2016).

A VEGETAÇÃO EM ÁREAS URBANAS

No processo urbano, as áreas vegetadas, devem-se distinguir as composições que estas apresentam como, por exemplo (LONDE; MENDES, 2014):

1 - Área verde: há predomínio de vegetação arbórea. Devem ser consideradas as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, além dos canteiros centrais e trevos de vias públicas, que tem apenas funções estéticas e ecológicas. Porém, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não se incluem nesta categoria.

2 - Parque Urbano: são áreas verdes, maiores que as praças e jardins, com função ecológica, estética e de lazer.

3 - Praça: são consideradas áreas verdes quando apresentarem vegetação e não forem impermeabilizadas, com função principal de lazer.

4 - Arborização Urbana: são os elementos vegetais de porte arbóreo no ambiente urbano.

Outra ótica sobre a vegetação urbana, permite a classificação dessa vegetação em três tipos, ou seja, de acordo com a gênese e características (BIONDI; KISCHLAT, 2006):

a) Natural: é primitiva, constituída de espécies nativas; apesar da perda devido ao crescimento da cidade, ainda apresenta resquícios, pequenas manchas dentro do perímetro urbano, e apresenta maior diversidade de espécies.

b) introduzida ou plantada: são as espécies ornamentais. Ocorrem em praças, jardins, gramados, alamedas e decoram os interiores. Apresenta baixa diversidade de espécies.

c) espontânea: espécies que germinam espontaneamente na cidade; a diversidade é intermediária; ocorrem em diferentes locais (Ex.: fendas de calçadas, muros, telhados) invade jardins, parques e terrenos baldios, devido a adaptação que possuem as mais fortes adversidades.

Porém, é necessário observar que, devido ao crescimento das áreas urbanas, os espaços horizontais para a arborização, tornam-se inviáveis. Com isso, surge uma nova opção para incrementar o espaço verde: a verticalização, com a implantação de paredes e jardins verticais (SHEWEDA; MOHAMED, 2012).

O crescimento da área urbana deve ser planejado, e destinar locais para comportar o verde urbano porque este é um indicador muito importante para a qualidade ambiental. Quando ocorre a troca do verde pelo concreto das construções das cidades, há uma mudança quanto ao padrão natural de várias ações (Ex.: percolação das águas, desequilíbrio nos ecossistemas; erosão). Além disso, a

vegetação é a arborização das vias públicas que serve como um filtro para atenuar ruídos, retenção de pó, reoxigenação do ar, além de oferecer sombra e a sensação de frescor. A falta de arborização, por exemplo, pode trazer desconforto térmico e possíveis alterações no microclima, e como essas áreas também assumem papel de lazer e recreação da população, conseqüentemente, a falta desses espaços interfere na qualidade de vida (LIMA; AMORIM, 2006).

Árvores urbanas e vegetação têm efeitos profundos sobre a biodiversidade e também na prestação de cuidados estéticos, psicológicos e socioeconômicos serviços ecossistêmicos para os moradores. Então, o estudo de questões relacionadas ao meio ambiente e conseqüente impacto devido à urbanização tornou-se uma área de importância primordial (SHIRAZI; KASMI, 2016).

A VEGETAÇÃO E AS VARIAÇÕES ATMOSFÉRICAS URBANAS

O estudo pioneiro (OKE, 1989) sobre parques e áreas verdes concluiu que ambas atuam determinando, no ambiente, um microclima que se caracteriza por temperatura média anual mais baixa com variações de menor amplitude, umidade relativa do ar mais elevada, interceptação da radiação solar, diminuição da aridez e do calor no período da seca, e promove as condições de conforto térmico. Mas, isso depende da quantidade e extensão dessas áreas, estas podem interferir no entorno imediato e também no clima local.

Numa superfície vegetada, as plantas utilizam parte da radiação líquida disponível na realização de trocas gasosas com a atmosfera, e diminuem a quantidade de energia disponível para aquecer o ar que circula dentro e acima do sistema. Dessa forma, as plantas, através dos processos vitais de respiração, utilizam oxigênio e liberam Dióxido de Carbono - CO₂ no ar; no processo de fotossíntese utilizam CO₂ do ar e armazenam parte na biomassa, mas devolvem oxigênio para a atmosfera; na transpiração, retiram água do solo pelas raízes e participam da manutenção da umidade do ar (VILANOVA; MAITELLI, 2009).

Nos climas urbanos, as fachadas vegetadas têm um efeito mais significativo na redução das temperaturas na região. Em geral, os melhores resultados são obtidos quando combinam fachadas e telhados. Conseqüentemente, as fachadas com vegetação podem reduzir o efeito da ilha de calor urbano em 2°C, além de melhorar a qualidade do ar, conforto térmico e saúde humana, com economia no consumo de energia elétrica em 5% a 10%. Em climas úmidos, a tendência de diminuição da temperatura chega a 8,4°C. Além disso, a vegetação pode diminuir o índice de radiação solar direta por sombreamento e, no verão, essa área pode refletir 40 a 80% dessa radiação (SHEWEKA; MOHAMED, 2012).

Um estudo efetuado na Espanha (CAMERON et al., 2015), em Puigverd de Lleida, concluiu que a parede verde provocou redução equivalente a 1% no consumo de energia/dia e, no final do período, a redução foi igual a 5,5%. Em outro estudo, agora realizado na Universidade de *Reading* – UK, foram plantados em duas áreas com 12 cubos de tijolos de cerâmica vermelha (Figura 6a), com *Hedera helix* (Figura 6b).

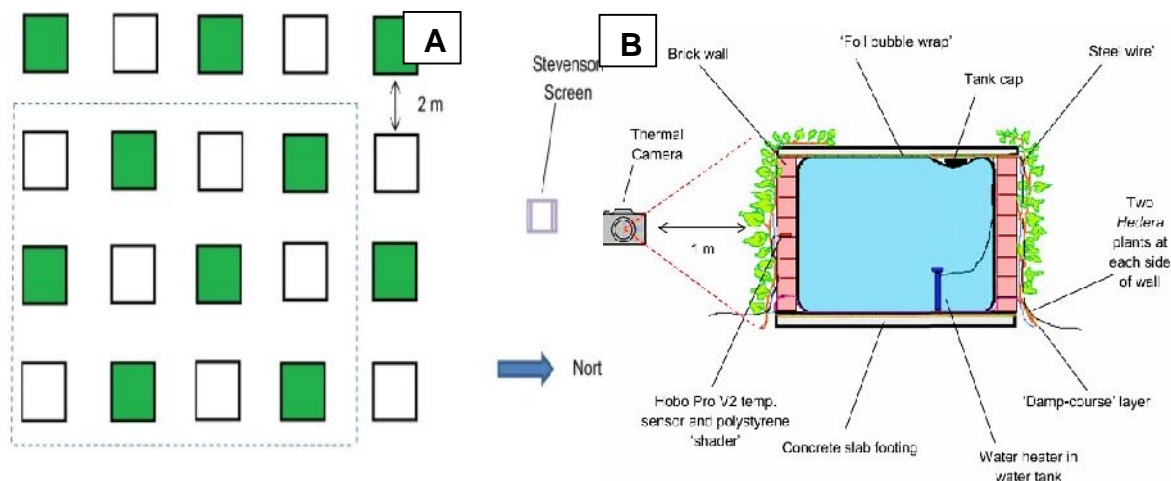


FIGURA 6 – a) área com 12 tijolos cerâmicos alternadamente; b) tijolo cerâmico com *Hedera helix*.

Fonte: Cameron et al. (2015).

Os dados obtidos indicaram que houve tendência de redução na temperatura do ar, velocidade do vento e radiação solar (Figura 7).

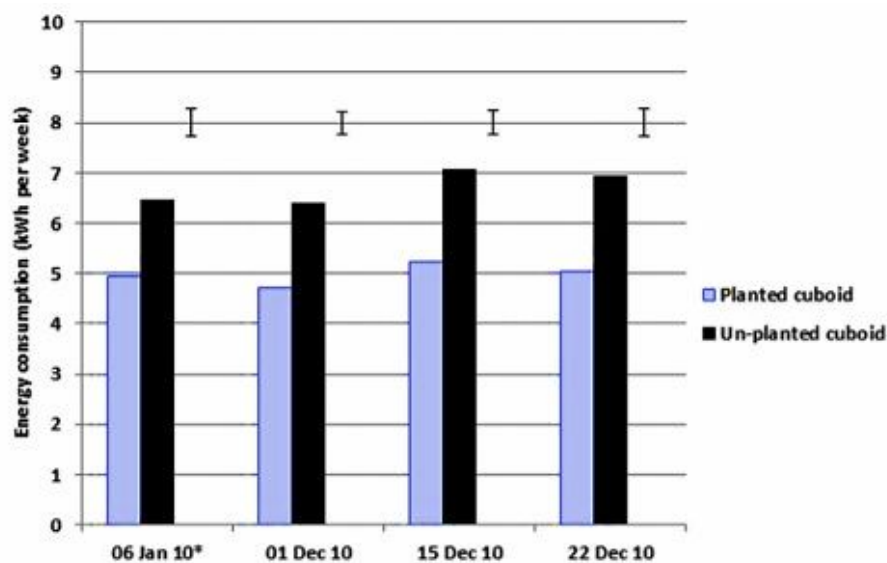


FIGURA 4 – Valores médios obtidos com presença ou não da *Hedera helix*.

Fonte: Pérez et al. (2014)

Legendas (Tradução) – Eixo do Y: Consumo de energia; tijolos com plantas; tijolos sem plantas.

Outro fator ambiental que pode ser alterado pela urbanização e pela vegetação é a umidade relativa do ar. Na pesquisa realizada (BABATOLA, 2013) na cidade de Ibadan, Nigéria, os dados indicaram que, nas chamadas “ilhas de calor”, os valores para umidade relativa tiveram tendência a elevação. A explicação efetuada pelo pesquisador foi a elevação da evapotranspiração, devido à elevação da temperatura, nas estações compreendidas entre 2003 e 2007. Conseqüentemente, os fatores ambientais, podem ou não, dependendo do local, na área urbana, apresentar tendências de elevação ou diminuição, mas é necessário verificar a espécie que foi utilizada para a verticalização.

Em relação aos ventos, sabe-se que estes interferem na produtividade das plantas. Essa interferência está acoplada as modificações que o vento urbano provoca sobre a vegetação e isso ocorre porque nas áreas urbanas, o vento tem tendência a diminuir devido as unidades arquitetônicas (Ex.: muros, edifícios, campos de futebol, etc.). Na pesquisa realizada na região metropolitana de Phoenix, Arizona (BANG et al., 2010), foi verificada a eficácia da espécie *Encelia farinosa* Gray ex Torr., Família Asteraceae, que é ubíqua, encontra-se tanto no Deserto, como compõe a paisagem na área metropolitana de Phoenix. De acordo com os autores, esta apresenta boa assimilação do CO₂, é adaptada à seca e calor, logo, o clima urbano é propício, além de responder muito bem a estresses hídricos. Porém, o crescimento teve como fator limitante, o vento (Figura 8).

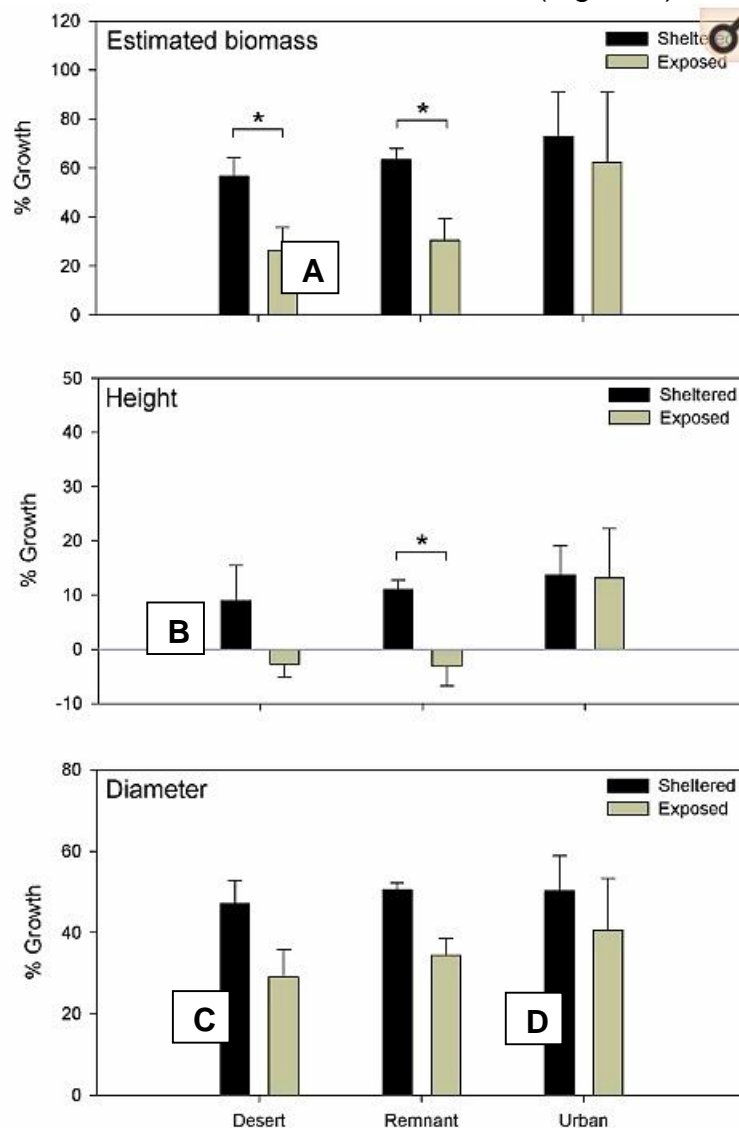


FIGURA 8 – Velocidade do vento como fator limitante ao crescimento da *E. farinosa* Phoenix – Arizona.

Fonte: Bang et al. (2010).

Legendas (Tradução): Eixo Y – porcentagem do crescimento; eixo do X; Deserto; local remanescente; área urbana; **A)** estimativa da biomassa; **B)** Altura; **C)** diâmetro do caule; **D)** planta no abrigo; planta ao ar livre/exposta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As paredes verdes podem e devem ser utilizadas como alternativas para a arborização urbana, seja na forma de jardim vertical, seja fachada verde, parede verde viva, acoplada a envolvente externa ou não, todas estas formas controlam a radiação solar sobre a unidade arquitetônica e permite absorção de calor em menor escala.

Mas, sabe-se que a urbanização tende a suprimir a vegetação arbórea e ocupar espaços que, dantes, eram por elas ocupados. Todavia um bom planejamento urbano, a participação efetiva dos órgãos governamentais, nas três esferas, federal, estadual e municipal, além da comunidade local, devem, em consonância, estabelecer áreas que permitam a manutenção, integração ou renovação de áreas verdes, seja na forma de parques, jardins horizontais ou verticais, que possibilitem a mitigação das tendências e elevação da temperatura e que interfiram negativamente na saúde da comunidade.

Porém, é necessário que profissionais da área agrícola, botânicos, arquitetos, engenheiros civis, ambientais e florestais, paisagistas, *design*, dentre outros, apresentem à comunidade e aos órgãos gestores, quais são os vegetais que podem ser utilizados para o soerguimento de paredes verticais, pois, cada localidade apresenta clima, relevo, topografia e conseqüentemente vegetação diferente. Outro fator que deve ser alertado, é quanto à manutenção dessas instalações, pois, há necessidade de fornecer nutrientes e água necessários ao crescimento dos vegetais.

Quanto aos fatores ambientais como, por exemplo, temperatura, os estudos já efetuados indicaram que há espécies vegetais com genética ativa para áreas secas, com temperaturas elevadas, escassez de chuvas, baixa umidade relativa do ar, porém, é necessário avaliar e analisar, se a velocidade dos ventos é ou não fator limitante do crescimento desses vegetais nos jardins verticais.

Enfim, o novo papel quanto a arborização urbana no sentido vertical, deve ser adotada para a mitigação das tendências de elevação dos fatores ambientais que interferem na qualidade de vida das comunidades onde o crescimento urbano é acentuado, bem como naquelas localidades onde isso poderá ocorrer.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. C.; FERREIRA, G. G.; TORRES, I. B. S.; SILVA, M. E. A.; DUARTE, C. C. Ilhas de Calor e Ilhas de Frescor: Uma abordagem direcionada para a sala de aula. **Revista Diálogos**, n.17, p. 213-231. 2017. Disponível em: <http://www.revistadiálogos.com.br/Dialogos_17/Dial_17_Cristiana_et_alii.pdf>. DOI: 10.13115/2236-1499.V1N17P213

BABATOLA, E. B. Urban influence on relative-humidity and its corresponding effects on rainfall, a case study of Ibadan, Nigeria. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, v. 4, n. 4, p.342 – 352, 2013. Disponível em: <<://pdfs.semanticscholar.org/4651/dcdeeb16a8841960c1a57be236570b02986f.pdf>>. DOI: 10.5901/mjss. 2013.v4n4p343

BANG, C.; SABO, J. L.; FAETH, S. H. Reduced Wind speed improves plant growth in a desert city. **PloS One**, v.5, n. 6, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2883576/>>. DOI: <https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0011061>

BARBOSA, M. C.; FONTES, M. S. G. C. Jardins verticais: modelos e técnicas. **Pesquisa em Arquitetura e Construção**. Campinas, v. 7, n. 2, p. 114-124, 2016. Disponível em: < <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc>. > DOI <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v7i2.8646304>.

BERNARDES, F. F.; MENDESP.C. A urbanização e sua influência no aumento da temperatura média no município de Uberlândia/MG. **Revista Goenorte**, v. 2, n. 5, p. 77 -88, 2012. Disponível em< www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2480/2288>. Acesso em: 06 set.2018.

BIONDI, D.; KISCHLAT, E. A vegetação urbana e a biodiversidade. **Diálogos**, n. 9, p. 155 – 168, 2006. Disponível em: https://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/artigos/dialogo/Aguardando_liberacao_direitos_autorais/2006_n9/2006_n9_dbiondi.pdf. Acesso em: 06 set. 2018.

CAMERON, R. W. F.; TAYLOR, J.; EMMETT, M. A *Hedera* green façade – Energy performance saving under different maritime-temperature, winter weather conditions. **Building and Environment**, n. 92, p. 111 – 121, 2015. Disponível em: https://ac.els-cdn.com/S0360132315001778/1-s2.0-S0360132315001778-ain.pdf?_tid=fdee261a-a2eb-4df2-b25a-cfc182d9ed3&acdnat=1536339107_368d4d862f4430a5549cddf53785d832. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.011>

DELAQUA, V. **Centro de Estudantes na Universidade de Georgetown**. 2015. Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/776230/centro-de-estudantes-na-universidade-de-georgetown-iko-architects>>. Acesso em 06 set.2018.

DUARTE, T. E. P. N.; ANGEOLLETO, F.; RICHARD, E.; VACCHIANO, M. C.; LEANDRO, D. S et al. Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental. **Terr@Plural**. V. 11, n. 2, p. 291 – 303. 2017. Disponível em: < Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental>. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.11i2.0008

ELGIZAWY, E. M. The effect of green facades in Landscape ecology. **Procedia Environmental Science**, v. 34, p. 119 – 130. 2016. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S1878029616300342/1-s2.0-S1878029616300342-main.pdf?_tid=4cbcd30c-8690-4e07-84aa-a316a74963b2&acdnat=1536331325_84916199228679995a595f0a623ea5d1>. DOI: 10.1016/j.proenv.2016.04.012

GENGO, R. C.; HENKES, J. A. A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria em área urbana. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 1, n. 2, p. 55-81, 2012. Disponível em: < http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1206 > DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v1e2201255-81>.

KÖHLER, M. Green façades- a view back and some visions. **Urban Ecosystem**, Neubrandenburg, v.11, p. 423-436, 2008. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-008-0063-x> > DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11252-008-0063-x>

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; CARLO, J.C.; BATISTA, J. O et al. **Desempenho térmico de edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2016. Disponível em: <
http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf>. Acesso em: 06 set.2018.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, n. 13, p. 139 – 165, 2006. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/%20viewFile/%20835/849>. Acesso em: 06 set. 2018.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influências das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e Saúde**, v. 10, n. 18, p. 264-272, 2014. Disponível em: < - <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia>>.

MANSO, M.; CASTRO-GOMES, J. Green Wall systems: A review of their characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews. Science Direct. ELSEVIER**, v.41, p. 863-871, 2015. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/publication/266078897_Green_wall_systems_A_review_of_their_characteristics> DOI:
<https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.DOI.ORG%2F10.1016%2FJ.RSER.2014.07.2030.1016/J.RSER.2014.07.203>

MARTELLI, A.; SANTOS JÚNIOR, A. R. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1018 – 1031.2015. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/reget>>. DOI: 105902/2236117015968.

MATHEUS, C.; CAETANO, F. D. N.; MORELLI, D. D.; LABAKI, L. C. Desempenho térmico de envoltórias vegetadas em edificações no sudeste brasileiro. **Ambiente Construído**, v.16, n.1, p. 71-81, 2016. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/ac/v16n1/1678-8621-ac-16-01-0071.pdf>> DOI:
<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100061>

MORELLI, D. D. O. **Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. 2016. 161 f. Tese (Doutorado em Arquitetura). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. 2016.

OKE, T.R. The micrometeorology of the urban forest. **Philosophical Transactions of The Royal Society of London**, Series B, 324, p.335-351, 1989. Disponível em: <
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1989RSPTB.324..335O>> DOI: 10.1098/rstb.1989.0051

ONU. Organização das Nações Unidas. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)**. Disponível em: <
<https://www.compassion.com/.../world-urbanization-prospects.pdf>> Acesso em: 06.set.2018.

PRADO, S. C. N. Jardins verticais: um novo modelo de urbanização sustentável. **Especialize. Revista online – IPOG**, v. 1, n. 11, p. 1-19, 2016. Disponível em: <

<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=simone-cristina...pdf>. >
Acesso em: 06 set. 2018

PERÉZ, J. C.; SOLÉ, C.; CASTELL, A.; CABEZA, L. F. New green facades as passive systems for energy savings on building. **Energy Procedia**, v. 57, p. 1851 - 1859, 2014. Disponível em: < https://ac.els-cdn.com/S1876610214014167/1-s2.0-S1876610214014167-main.pdf?_tid=85bf28aa-e5b1-4d2c-9220-27a91439fe4c&acdnat=1536336829_a2eb934c15ab94924c888de49a600584>. DOI: doi: 10.1016/j.egypro.2014.10.049.

RAKSHANDEHROO, M.; YUSOF, M. J. M.; NAJD, M. D. Green façade (Vertical green): benefits and threats. **Applied Mechanics and Materials**, v.747, p. 12 – 15. 2015. Disponível em: < <http://www.scientific.net/>>. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.747.12>.

RAKSHANDEHROO, M. An introduction to green walls: green facades. **Post graduate Club Seminar**. PM At: Faculty of design and architecture, University Putra Malaysia 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290428328_AN_INTRODUCTION_TO_GREEN_WALLS_GREEN_FACADES. DOI: 10.13140/RG.2.1.5136.9049

SCHERER, M. J.; FEDRIZZI, B.M. Jardins verticais: potencialidades para o ambiente urbano. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 2, n. 2, p. 49 – 61, 2014. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/37883/23495>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/relainep.v2i2.37883>

SHEWEDA, S. M.; MOHAMED, N. M. Green facades as a new sustainable approach towards climate change. **Energy Procedia**, V. 18, P. 507-520, 2012. Disponível em: < https://ac.els-cdn.com/S1876610212008326/1-s2.0-S1876610212008326-main.pdf?_tid=631206b1-eb58-4acd-b355-0b13bad26676&acdnat=1536334855_ff1d128576de20bd09f9c0c748930ec6>. DOI 10.1016/j.egypro.2012.05.062

SHIRAZI, S. A.; KAZMI, J. H. Analysis of socio-environmental impacts of the loss of urban trees and vegetation in Lahore, Pakistan: a review of public perception. **Ecological processes**, n. 5, p. 1 – 12. 2016. Disponível em:< <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2Fs13717-016-0050-8.pdf>>. DOI 10.1186/s13717-016-0050-8.

SILVA, J. F.; FERREIRA, H. S.; SANTOS, M. O. Considerações sobre os estudos de climas urbanos. **Revista GEAMA**, v. 1, n. 2, p. 162-175, 2015. Disponível em: < <http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/536/1425>> Acesso em 06 set. 2018.

VILANOVA, S. R. F.; MAITELLI, G. T. A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político de Cuiabá – MT. **Uniciências**, v. 15, n. 9. P. 55-71, 2009. Disponível em: <

<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/uniciencias/article/view/932>>. Acesso em: 06 set.2018.