

# VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL DA TECNOLOGIA TELHADO VERDE EM RESIDÊNCIAS

Valcirene Pereira Leite <sup>1</sup>

Cristiano Sousa Benício Siqueira <sup>2</sup>

## RESUMO

Os benefícios da utilização da técnica de telhados verdes em áreas urbanas, vão dos aspectos de melhoria na temperatura interior, bem como o melhor escoamento de águas pluviais. Lista-se também, como benefícios, a filtragem das partículas poluidoras decorrentes do aumento da área verde, uma vez que os telhados devolvem a área retirada do solo, bem como o embelezamento das próprias residências. Há também a possibilidade da coleta da água da chuva para fins não potáveis. Mas, não restam dúvidas, que, ainda que com um custo financeiro elevado para a implantação de tal estrutura, os benefícios compensam sua aplicação.

Palavras-chave: Telhados Verdes. Temperatura. Escoamento de águas pluviais.<sup>1</sup>

---

Artigo apresentado para conclusão do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário UNA Belo Horizonte, MG.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária. UNABH, 2016, MG. E-mail: [val.leiteam@yahoo.com.br](mailto:val.leiteam@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Ambiental e Geologia e Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho. Professor do Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. E-mail: [cristiano.siqueira@prof.una.br](mailto:cristiano.siqueira@prof.una.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Observamos que nos últimos 50 anos, houve uma considerável alteração dos fatores climáticos e atmosféricos, devido ao exponencial crescimento da população e seus padrões de consumo.

Mais pessoas – já chegamos à casa de 7 bilhões de pessoas e estudos apontam que iremos ser mais de 10 bilhões em menos de 100 anos – geram uma crescente necessidade de mais alimentos, mais vestuário, mais máquinas para a produção de tais produtos, etc.

Surgiram as megalópoles – cidades com mais de 10 milhões de pessoas -, presentes em quase todos os continentes, como por exemplo, a cidade de São Paulo, Tóquio (no Japão), Cantão e Xangai (na China), Seul (na Coreia do Sul), Nova Delhi e Mumbai (na Índia), Cidade do México, Nova York (nos Estados Unidos), Manila (nas Filipinas), Londres (na Inglaterra), dentre outras em diversas partes do mundo, todas elas sedentas de consumidores para os mais diversos produtos.

Em comum, seja uma cidade de 100 mil pessoas, ou uma megalópole de mais de 10 milhões de pessoas, todas elas precisam de um elemento essencial para o seu funcionamento: combustível.

Cada vez mais, desde a Revolução Industrial, nos tornamos consumidores vorazes de combustível, seja ele em qual forma for. Tanto o carvão vegetal e mineral, ainda extremamente utilizado no mundo, passando pelo “ouro negro”, o petróleo, chegando até as usinas hidroelétricas, e usinas nucleares, todas essas formas de geração de energia, deixam resíduos que, ao longo de mais de 100 anos de industrialização, e mais precisamente, nos últimos 50 anos, com a explosão da sociedade de consumo, foram se acumulando sobre o planeta.

Os resultados negativos dessa intensa e cada vez maior dependência de fontes de energia não renováveis, em especial os hidrocarbonetos, fez gerar o que os cientistas chamaram de efeito estufa: o aprisionamento de gases como o dióxido de carbono, o metano, dentre outros, na alta atmosfera, gerando uma “redoma” que impede a dissipação desses gases e a alteração da temperatura abaixo.

Segundo dados da OMS (Organização Mundial da Saúde) os centros urbanos poluídos são os que mais registram casos de doenças respiratórias e de câncer de pulmão (5% dos casos) em decorrência da poluição. Além disso, tais dados revelam que, no mundo, entre

dois e quatro milhões de pessoas morrem por ano com doenças decorrentes da poluição do ar. (CARVALHO, 2009).

A poluição do ar atmosférico é uma das que mais trazem prejuízos à civilização, afetando a saúde humana com uma série de doenças respiratórias, cardiovasculares e neoplasias; o ecossistema e o patrimônio histórico cultural com as chuvas ácidas. (CARVALHO, 2009).

Ainda, mesmo já sendo estudado há mais de 20 anos, o Efeito Estufa, ainda não é consenso entre a comunidade científica mundial, porém, ainda que não seja consenso, seus efeitos, ou não, já são sentidos na terra.

O aquecimento global já é um fato científico. Ao longo das medições dos últimos 100 anos, de institutos de universidades ou governamentais, já é possível dizer que há um aumento na temperatura da Terra, globalmente, na casa de 3 a 4 graus centígrados, bem como a visível desertificação de áreas antes verdes, e o degelo de calotas polares, tanto no Norte quanto no Sul, em um ritmo anormal.

Governos de quase todos os países do mundo, através da ONU, vêm se debruçando sobre tal fato, buscando respostas e soluções.

*“Dentre os esforços desses Governos através da ONU, temos o Protocolo de Kyoto de 1997, e mais atualmente o Acordo de Paris durante a COP21, em 2015 que aprovou um documento “legalmente vinculante”, assinado por 195 Nações, propondo uma meta de redução da temperatura global. Para tanto, os países mais ricos, se comprometeram a gastarem “US\$ 100 bilhões por ano para frear o aumento de temperatura até o limite de 1,5°C”. (ESTADÃO, 2015).*

Em escala bem menor, volta-se para o passado, onde as casas tinham seus telhados cobertos, não com madeira ou telhas, mas com vegetação. Tais construções visavam essencialmente a manutenção do calor interno das casas: em locais muito frios, como nas Ilhas Faro, pertencentes à Suécia, era e ainda é comum a utilização de telhados com cobertura vegetal para a manutenção da temperatura.

Tal prática, hoje, se tornou uma ferramenta de engenharia e arquitetura para a construção de residências, edifícios e até mesmo fábricas, como elemento para não só a manutenção da temperatura interna – o que faria com que a utilização de mecanismos como aquecedores e/ou ar condicionado fossem, senão completamente banidos, reduzidos.

As formas de uso de coberturas verdes produzem vários benefícios, e trazem consigo a ideia de recomposição de vegetação original retirada do solo, de forma a recuperar suas propriedades superficiais originais. Para isto, tal tecnologia utiliza a cobertura das

residências e edificações, onde são implantadas camadas de vegetação, substrato, drenagem e impermeabilização, de forma a simular uma superfície de solo vegetado. (GARRIDO NETO, 2012).

Em certo sentido, as coberturas verdes podem ainda ser entendidas como uma forma de realocação da vegetação do solo retirada para a implantação do edifício.

Outros elementos extremamente benéficos passaram a ser também visados com a utilização dos telhados verdes, tais como: a redução da temperatura ambiente ao redor da construção, como será demonstrado nesse artigo. Também há uma eficiente forma de permeabilização dos telhados, que com vegetação, consegue absorver mais água das chuvas em um tempo menor, do que o simples telhado que as joga em calhas, das calhas para as ruas, etc., com inevitáveis, em determinadas cidades, inundações.

Ainda como benefício do uso dos telhados verdes, temos a melhoria na poluição sonora, que é parcialmente absorvida pela vegetação, recuperação de áreas verdes para uma maior biodiversidade, crescimento da melhoria das condições do ar, do próprio oxigênio, uma vez que a vegetação funciona como um filtro natural para poluentes, bem como aumenta a fotossíntese.

O Artigo apresenta alguns dos benefícios da utilização desse tipo de técnica, como uma solução compensatória e sustentável para as grandes cidades. Tal artigo, também, busca elencar os benefícios econômicos para os usuários.

A empresa mineira de Belo Horizonte TELHADO VERDE BH, criada em 2014 pelo empresário Alexandre Barbosa Gontijo, foi uma das fontes de informação sobre a aplicação desta tecnologia.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A utilização de coberturas vegetais, sob a forma de jardins ou de telhados, atualmente comumente chamados de Telhados Verdes, não é um fenômeno dos dias atuais. (SILVA, 2011).

Há relatos históricos da sua utilização como cobertura para residências e como jardins suspensos, na Mesopotâmia 600 a.C, que eram chamados de Zigurates, existindo ainda, nas ruínas da cidade de Ur, uma dessas construções; o Zigurate de Nanna, como mostra abaixo na Figura. 01.

Tal tipo de terraço como jardim, voltou a ser utilizado, como demonstra o terraço da

prefeitura de Chicago, Estados Unidos, como forma de exemplo para que a cidade passasse a ser considerada a mais verde dos Estados Unidos, logo a seguir na Figura. 02.



Figura 01: Zigurate de Nanna, nas ruínas da cidade de Ur. Fonte:  
<http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/estruturas/ur.htm>

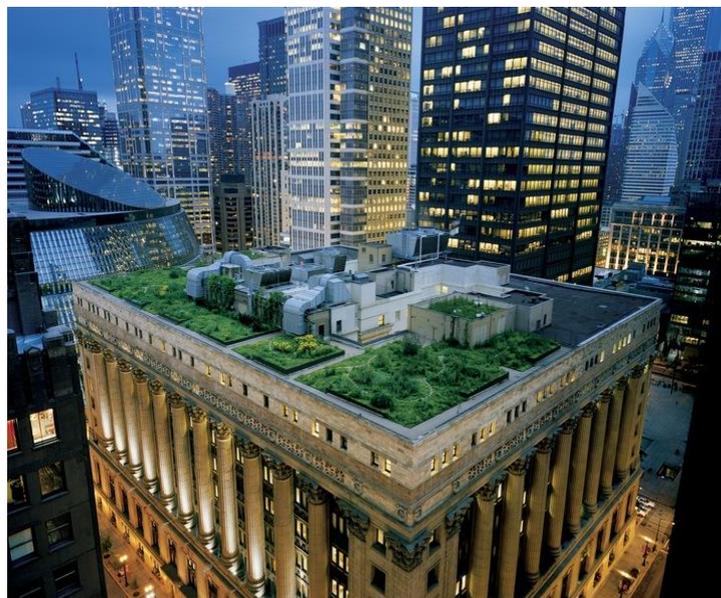


Figura 02: Jardins sobre a Prefeitura de Chicago, EUA.  
Fonte:<http://viajeaquil.abril.com.br/materias/telhado-jardins-suspensos>

Um dos mais famosos jardins suspensos que se tem notícia, ainda que possa ser só um

relato não histórico, seriam Os Jardins Suspensos da Babilônia. Em todo caso, a prática de se utilizar a laje das residências como jardins, ou os telhados tendo como coberturas vegetação, não é um fenômeno atual, mas que, passou a ser muito utilizado na última década como forma de ornamentação, e principalmente como forma de redução dos impactos gerados pelas construções nas cidades.

Na Ilha de Faro, pertencente à Suécia, localizada bem ao norte do mar Báltico, habitada por cerca de 600 pessoas, se tem um exemplo de tal técnica de utilização de telhados com cobertura de grama ou algum tipo de vegetação, a fim de preservar o calor interno das casas, há mais de 1.000 anos, devido ao clima local, uma vez que a pequena Ilha fica situada em elevada latitude e é assolada pelos ventos vindos do Ártico.

Essa utilização como cobertura térmica barata, é com certeza a mais óbvia explicação para sua utilização ao longo da história: a busca pela manutenção do clima interno mais ameno do que o externo, seja pelo externo ser por demais quente ou frio, de acordo com as Figuras. 03 e 04.



Figura 03: Típicas residências das Ilhas Faro com seus telhados gramados. Fonte:

<http://edition.cnn.com/2014/08/05/travel/faroe-islands-grass-roofs/>



Figura 04: Típicas residências das Ilhas Faro com seus telhados gramados, 2. Fonte: <http://edition.cnn.com/2014/08/05/travel/faroe-islands-grass-roofs/>

Porém, fatos atuais, totalmente ligados às atividades do homem no meio ambiente, têm aumentado a utilização desse tipo de cobertura, seja como jardins ou como cobertura vegetal dos telhados.

Como fato predominante das intervenções humanas geradoras de impactos no ecossistema, temos a Revolução Industrial iniciada no século XVIII e culminada no século XIX.

A máquina tomou lugar da manufatura e da força motriz – humana, animal, eólica (os moinhos de vento principalmente na Holanda), etc. -, com os motores a vapor, muito mais potentes e eficientes. Produtos, até então só fabricados em escala artesanal e conseqüentemente com preços elevados – destinados somente à monarquia e sua corte – passaram também a ser consumidos por uma parcela maior da população, uma vez que a produção em maior escala, possibilitava a redução dos custos de produção e os custos de venda.

Porém, as máquinas a vapor, a grande força por traz da Revolução Industrial, eram sedentas por combustível, no caso, o carvão vegetal e mineral, que em sua queima, é uma grande fonte poluidora a qual a sociedade ainda desconhecia.

Ao longo dos séculos, com a substituição da máquina a vapor pelos motores de combustão, com a descoberta do petróleo como fonte energética, a produção passou a ser considerada industrial e destinada ao maior número de consumidores possíveis, com cada vez mais produtos criados que iam se tornando essenciais para a vida em sociedade: cria-

se aqui produtos que se destinam a criar necessidades, e não a necessidade de um produto que geraria a criação de tal produto.

Podemos e devemos fazer uma clara divisão de fases quanto ao crescimento populacional, onde teremos não só os dados do crescimento, mas, os motivos e as consequências de tal crescimento.

A primeira fase, chamada por ele de crescimento lento, se deu no século XVIII, início da Revolução Industrial, onde, mesmo com uma taxa de natalidade elevada – em comparação aos séculos anteriores -, as condições de vida, tais como, a baixa qualidade nutritiva dos alimentos, a fome em determinadas épocas, onde a agricultura ainda era completamente dependente de técnicas primárias (sem as modernas técnicas de plantio, adubação, melhoria do solo, etc.), às precárias condições de higiene causando doenças e as guerras, mantinham também, elevada taxa de mortalidade, que fazia a curva de crescimento populacional não gerar grandes impactos para o ecossistema como um todo. O mundo crescia, mas em um ritmo infinitamente mais lento do que nos últimos 100 anos, e com isso, o ritmo de agressões ao meio ambiente – com destaque aos poluentes lançados na atmosfera e mais atualmente, um maior aquecimento da atmosfera decorrente da emissão desses gases poluentes – não era um problema. (ARNALDO, 2013).

A segunda fase, ou fase do crescimento rápido, pós século XVIII, principalmente pós 2ª Guerra Mundial, temos um crescimento demográfico nunca antes visto na história da humanidade. (ARNALDO, 2013).

Fatores como o grande desenvolvimento decorrente das duas Grandes Guerras, em todas às áreas do conhecimento humano, levaram a prosperidade aos campos, com técnicas de plantio e insumos para a terra, melhoria genética nos alimentos plantados. Crucial, também, o desenvolvimento da medicina nessa fase da história humana, e dos conceitos e descobertas de fatores que causavam doenças, que hoje são facilmente debilitadas. Outros N fatores podem ser levados em questão, para que essa segunda fase se tornasse um problema para a humanidade: há gente demais no mundo, e esse mundo de hoje, já desde o século XX não estava e não está ainda, mesmo no século XXI, preparado para lidar com esse crescimento e suas consequências.

Esse crescimento mundial na taxa de natalidade com o decréscimo na taxa de mortalidade gera efeitos colaterais nocivos, diretos e indiretos para a população como um todo.

Podemos listar 4 pontos fundamentais transformadores e causadores de problemas ao meio ambiente, decorrentes desse crescimento demográfico e conseqüente crescimento da

economia e dos meios de produção:

- a) Aumento da temperatura mundial, decorrente da emissão de gases de efeito estufa (GEE), tais como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozônio ( $\text{O}_3$ ), clorofluorcarbonos (CFCs), etc.;
- b) Aumento do nível dos mares, decorrente de um degelo acelerado de partes onde haviam geleiras e áreas congeladas durante a maior parte do ano;
- c) Redução da área verde, com vastas áreas devastadas, para gerarem áreas para pasto, áreas de cultivo, áreas de exploração mineral e vegetal e a expansão das cidades, com uma maior impermeabilização do solo.
- d) Aumento das partículas de poluentes – fato esse que já era sentido com a Revolução Industrial, onde o carvão mineral e vegetal era o combustível – e hodiernamente, devido às emissões da queima de combustíveis derivados do petróleo, em fábricas e em veículos.

Quanto a esses pontos:

Um dos problemas gerados pelo crescimento da população mundial, que tem um impacto global, é o aumento da temperatura média. Conforme o autor, os grandes vilões desse aquecimento global ao longo dos anos têm como foco a utilização do petróleo, gás, carvão mineral e vegetal. (ROJA, 2011).

A utilização dessas fontes de energias naturais – petróleo, carvão mineral e vegetal, gás natural – em um consumo cada vez maior, liberam gases GEE, principalmente o  $\text{CO}_2$  que aumentam a temperatura global. (ROJA, 2011).

Dois outros fatores, menos divulgados, é o aumento do rebanho bovino, cujo processo digestivo libera  $\text{CH}_4$  em grandes quantidades na atmosfera, bem como a liberação do  $\text{CH}_4$  produzido pela decomposição do C (Carbono) em ambiente anaeróbico, como se dá em pântanos, mas em especial, nos gigantescos reservatórios construídos artificialmente para servirem de energia potencial para as usinas hidroelétricas: grandes áreas de vegetação são inundadas, e com isso, sofrem a decomposição natural. (CONTI, 2011).

Com o aumento das temperaturas, principalmente em cidades dos países desenvolvidos, já se tornou algo presente, desde a concepção do projeto de casas e edifícios e até fábricas, a utilização do ar condicionado.

Cada vez mais, mais horas por dia, quando não durante 24 horas ininterruptas, o uso do ar condicionado é uma das consequências do crescimento demográfico, que gerou esse aquecimento global nas temperaturas. Mais e mais energia, é necessária para se manter

funcionando tais equipamentos, o que no final, gera um ciclo vicioso: para se manter ambientes resfriados, a uma temperatura média de 20 a 23°C (célsius), mais e mais se utiliza o ar condicionado e com isso, se necessita produzir mais energia elétrica, que é gerada, em grande parte no mundo, através da queima de combustíveis fósseis que irão gerar mais e mais GEE.

Tal aquecimento na temperatura média global, tem duas consequências imediatas: a redução das áreas congeladas da terra liberando mais água nos mares, e um aumento na quantidade de água na atmosfera, que entra no ciclo das chuvas.

Mais água derretida de grandes geleiras, em especial latitudes superiores à 50°S e 50°N, bem como nas montanhas mais altas, e mais água na atmosfera, desequilibra o frágil equilíbrio hídrico mundial, gerando grandes tempestades e o efeito *El Niño*. Há mais água na atmosfera, sob a forma de nuvens, que irão retornar para a terra, sob a forma de chuvas intensas em meses do ano diversos do que eram antes, bem como uma maior concentração de furacões, com uma periodicidade também atípica, e uma violência cada vez maior.

Exemplo típico e atual desse desequilíbrio no ciclo das águas na atmosfera, foi o violento furacão Katrina, em Nova Orleans, EUA (Estados Unidos da América) em 2005, que até os dias atuais, ainda tem rastros de destruição pela região. (KATES, COLTEN e LASKA, 2006).

Furacões se formam no mar, sendo nutridos pelo aquecimento do ar na alta atmosfera, se alimentando cada vez mais da energia da água do mar, que pelo desequilíbrio térmico, está mais aquecida.

A massiva destruição na região, se deu pela força do furacão, que chegou ao ponto máximo na escala no mar e chegando quase ao nível máximo da escala quando tocou a terra. O prejuízo estimado foi de mais de 81 bilhões de dólares, e o número de mortes acima de 1.000. (KATES, COLTEN e LASKA, 2006).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) da ONU (Organização das Nações Unidas), em seu relatório de 2007, previu que o aumento médio ao longo desse século, seria de cerca de 60 cm (centímetros). O que por si só, ainda que para os leigos seja quase nada, já seria o suficiente para alagar partes consideráveis de regiões costeiras, e ir além, invadir rios causando o efeito de salinidade dos mesmos. (SHUKAMAN, 2014).

Porém, outros cientistas reunidos na Dinamarca realizaram um estudo paralelo no qual afirmam que o IPCC de 2007 foi subdimensionado. Para esses cientistas, não foi incluído no estudo do IPCC o derretimento polar e do gelo se quebrando. Com tais novos fatores, o

aumento no nível do mar seria de mais de 1 metro, o que seria uma catástrofe mundial, uma vez que países insulares, como as Ilhas Salomão, no Pacífico, simplesmente seriam engolidas, por terem uma baixa altitude, além de afetar mundialmente as regiões costeiras, observe as Figuras. 05 e 06. (SHUKAMAN, 2014).

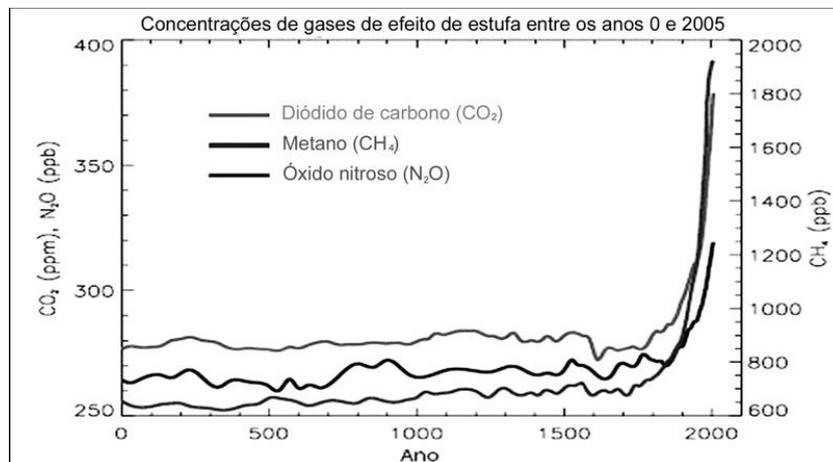


Figura 05: Concentração de GEE entre os dois primeiros milénios. Fonte: SHUKAMAN (2014).

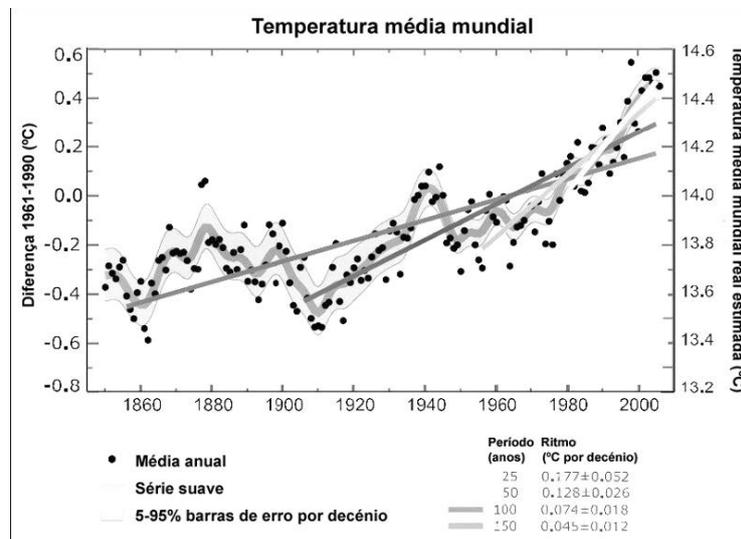


Figura 06: Aumento da Temperatura Mundial ao longo dos séculos XIX e XX. Fonte: SHUKAMAN (2014).

Outro grande efeito nocivo do aumento da taxa de natalidade, sobre a Terra, sobre as cidades, e principalmente nas grandes cidades do mundo, é a redução da área verde por desmatamento para utilização das áreas para plantio, criação animal, utilização da madeira (sem o devido replantio) e em menor escala, o aumento das cidades.

Áreas antes verdes, com o solo coberto por vegetação nativa, recebiam as águas pluviais e tinham seu equilíbrio quanto à absorção: a quantidade de água recebida era absorvida de forma equilibrada, quando nos casos de regiões como o Pantanal brasileiro, os Pântanos da região da Flórida, nos EUA, tinham seu regime de enchente equilibrados, sem causar danos ao meio ambiente e em última instância, ao próprio homem. Porém, muitas regiões de florestas, pântanos, etc. nativos, foram alteradas pelo homem, em busca de áreas para pasto e produção agrícola.

Áreas verdes que antes eram expostas aos elementos naturais, passaram a ser ocupadas por cidades, cada vez maiores. Espalhadas por todo o mundo, em especial nos continentes Americano, Asiático e Europeu, cada vez mais existem cidades que abrigam milhões de pessoas: cada vez mais o solo antes nu, que recebia as águas das chuvas, foi sendo impermeabilizado. Aliados ao desequilíbrio do ritmo das chuvas – em especial ao efeito do El Niño -, temos tempestades cada vez maiores com um volume expressivo de água caindo sobre um solo incapaz de absorver em tempo, todo esse volume, causando enchentes devastadoras.

Como agravante dessas águas que chegam em um volume muito maior em tempo muito menor, com a alteração crescente do ciclo das águas nos últimos 100 anos, as cidades não estão preparadas para receber esse volume de água, uma vez que suas galerias pluviais foram dimensionadas para  $X$  e agora são obrigadas a receber  $X^2$ , quando não  $X^3$ . Com cada vez menos área verde no solo, e com o regime de chuvas sendo ano após ano alterado, para um volume maior de águas em um período menor de tempo, chegamos a equação que leva as grandes enchentes.

Outro efeito direto desse aumento da taxa de natalidade sem as devidas políticas públicas para conter seus efeitos nocivos, é a maior emissão de poluentes na atmosfera, provindos de indústrias – que em sua grande maioria no mundo, ainda não utilizam filtros – e da frota de automóveis, que de acordo com o (ESTADÃO) em 2014, ultrapassava a casa de 1 bilhão de veículos.

Ainda que, nos dias atuais, a indústria automotiva tenha evoluído para veículos capazes de lançarem menos poluentes no ar, ainda assim, o número de veículos na casa do bilhão é um grande problema para o meio ambiente.

Tais poluentes liberados na atmosfera, sobem até altas altitudes, e depois precipitam sobre a terra, sobre os solos, sobre as cidades, por vezes gerando efeitos como a chuva ácida.

A falta de áreas verdes, de árvores para servirem de “filtros” naturais, é mais um

problema enfrentado pelo homem, pois a contaminação da atmosfera em altitude cobre por completo cidades inteiras, deixando o ar contaminado por partículas, principalmente as compostas de enxofre, forçando populações inteiras a tentarem se prevenir ao saírem nas ruas, em Pequim, China, onde em grande parte do ano, o ar é altamente poluído como retrata a Figura. 07.



Figura 07: Chineses na Praça Tiananmen, o coração de Pequim, ao mesmo tempo em que perigosos níveis de poluição atmosférica encobrem a beleza da paisagem. Fonte:

[http://www.brasil247.com/pt/247/revista\\_oasis/146824/China-a-grande-poluidora-Nuvens-espessas-de-polui%C3%A7%C3%A3o-abafam-os-c%C3%A9us-chineses.htm](http://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/146824/China-a-grande-poluidora-Nuvens-espessas-de-polui%C3%A7%C3%A3o-abafam-os-c%C3%A9us-chineses.htm)

Nesse ponto, entramos de vez no que chamamos de equação de crescimento demográfico versus a incapacidade da área permeabilizada em absorver o volume derramado de águas de grandes chuvas e de tempestades, decorrente do desequilíbrio que o clima mundial passa nos últimos 150 anos.

A História não retrocede, assim como o Tempo, de acordo com a teoria da relatividade de Albert Einstein – a marcha da História é para frente.

A população continua crescendo a um nível extremamente perigoso. Saltamos de 1 bilhão de pessoas no ano de 1800, para 7 bilhões em 2011, com uma expectativa – se a curva populacional continuar nesse nível, para em 2100, 10 bilhões de pessoas, como apresenta a Figura. 08 abaixo.

Esse seria o número que a terra como organismo, e nós como espécie, poderíamos suportar. (WILSON, 2015).

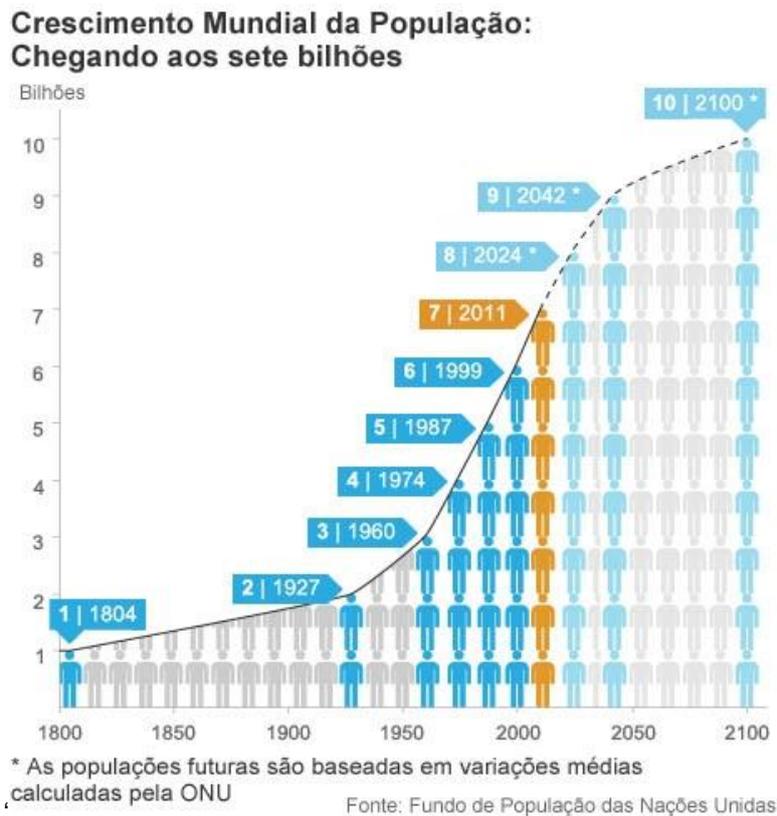


Figura 08: Crescimento Mundial da População desde os séculos XIX, com projeção até o ano de 2100.

Fonte: WILSON, Edward. “Análise. Dez bilhões é o limite a que devemos nos ater.”

Para alimentar uma população de 10 bilhões de pessoas, em sua maioria, como indica os estudos, majoritariamente concentrada em grandes centros, longe dos campos, a humanidade necessitaria produzir mais alimentos, mais produtos para o vestuário, mais produtos de subsistência, e com isso, seguir em seu crescente aumento de emissão de GEE, em especial, o gás carbônico o grande responsável pelo efeito estufa. E com isso, um maior volume de águas caindo sobre o solo já extremamente impermeabilizado das cidades. Os resultados serão as enchentes, bem como o aumento de furacões e tornados, em países como os EUA.

A meta do acordo de Paris é extremamente audaciosa, e irá requerer que os países mais ricos arquem com um volume enorme de dinheiro, para que se consiga atingir a meta de limitar o aumento da temperatura média global em um nível abaixo de 2°C (centígrados), em relação aos níveis atuais. (ESTADÃO, 2015).

Segue o documento aprovado pela COP21, buscando assegurar que o aquecimento global se estabeleça e em uma fase posterior ou concomitantemente, se crie mecanismos para resfriar a atmosfera, como o plantio de florestas em áreas devastadas, ou com a

captura de carbono.

Uma das soluções imediatas para alcançar essas metas, para a melhoria da qualidade do ar, bem como para a redução do impacto das tempestades sobre as cidades, é o aumento da área verde das mesmas. É preciso repensar a forma como as cidades são ordenadas, tendo um planejamento o mais próximo possível do ideal, ainda que em cidades já existentes e com sua infraestrutura instaladas.

Mais áreas verdes e infiltração de água no solo são medidas urgentes a serem adotadas, a fim de possibilitar a absorção das águas das tempestades e das chuvas, bem como a redução da temperatura ambiente nas cidades.

Uma forma, menos cara do que reorganizar toda uma cidade e sua infraestrutura é a utilização dos telhados verdes, seja em residências, seja em edifícios comerciais e em indústrias.

Tal prática, como já foi dita no artigo, é comum em certos pontos do mundo, em vilarejos como os da Ilha Faro, buscando reter o calor interno das residências.

Desta forma, o uso dos telhados verdes seria uma alternativa para manter a temperatura ambiente dentro das casas, edifícios, etc..., mais agradável do que a temperatura exterior, dispensando o uso de ar condicionado e todo o ciclo já explicado aqui: gasto de energia elétrica, maior produção de energia elétrica, etc.

Inúmeros benefícios são gerados pela aplicação dos telhados verdes, dentre eles, a redução da temperatura em ilhas de calor, como demonstra a Figura. 09 logo abaixo. Outra função dos telhados verdes é a “devolução” da superfície pavimentada utilizada para a construção das residências, uma vez que todo o telhado passa a ser um jardim, captando as águas da chuva e liberando de forma mais lenta, do que o simples escoamento pelo telhado e pelas calhas e tubulações. (SILVA, 2011).

Outro grande benefício dos telhados verdes é a captação pela vegetação, das partículas de poluição, reduzindo, na área, os níveis de poluentes e fuligem, sendo um fator a mais para a melhoria da saúde das pessoas.

Lista também o aumento da biodiversidade nas cidades, uma vez que os telhados verdes passam a ser um micro habitat para pássaros, insetos, etc. (SILVA, 2011).

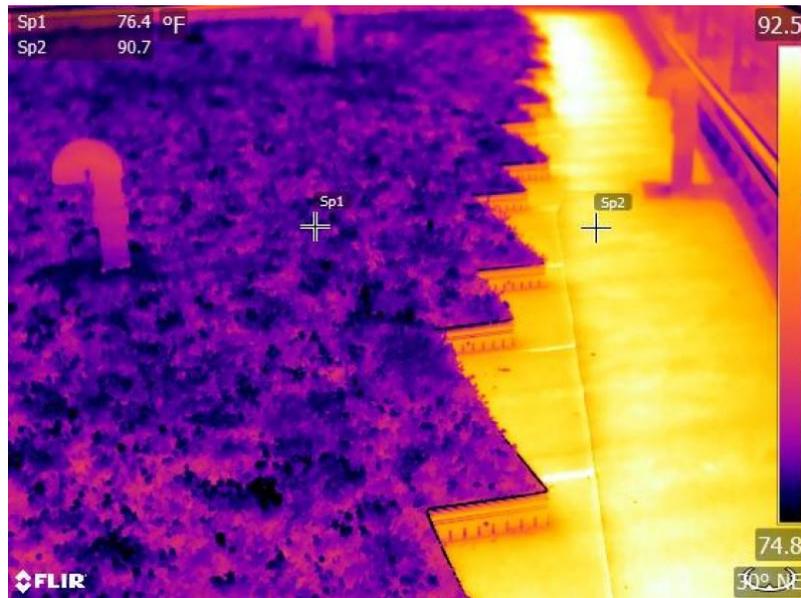


Figura 09: Foto térmica demonstrando a diferença de temperatura entre uma área pavimentada e um jardim.  
(dados em Fahrenheit: conversão: 23°C/33°C). Fonte: SILVA, 2011.

Toda intervenção humana, gera algum dano à natureza, até mesmo uma intervenção que tenha função de preservar ou recuperar áreas, como os telhados verdes.

Alguns pontos, são negativos, ao menos de dificuldade em fazer uso de tal técnica, observe também a Figura. 10 a seguir. (SUSTENTARQUI, 2014).

- Manutenção dos telhados: torna-se necessário a contratação de jardineiros de telhados, pois é necessário o mesmo cuidado com o telhado verde que se tem com os jardins comuns;
- Ainda é um investimento elevado, com um custo de implantação em construções já prontas, ainda mais alto do que em construções que já têm em seu projeto de origem;
- Nem todo tipo de telhado pode receber telhados verdes: há que existir a possibilidade técnica de se instalar nos telhados uma estrutura para recebê-los;
- Obviamente, mão de obra especializada é o ideal, uma vez que, para a instalação dos telhados verdes, é preciso uma série de procedimentos de engenharia, como a impermeabilização do telhado, sistema de irrigação, sistema de implantação de estruturas que irão receber a vegetação que será utilizada.

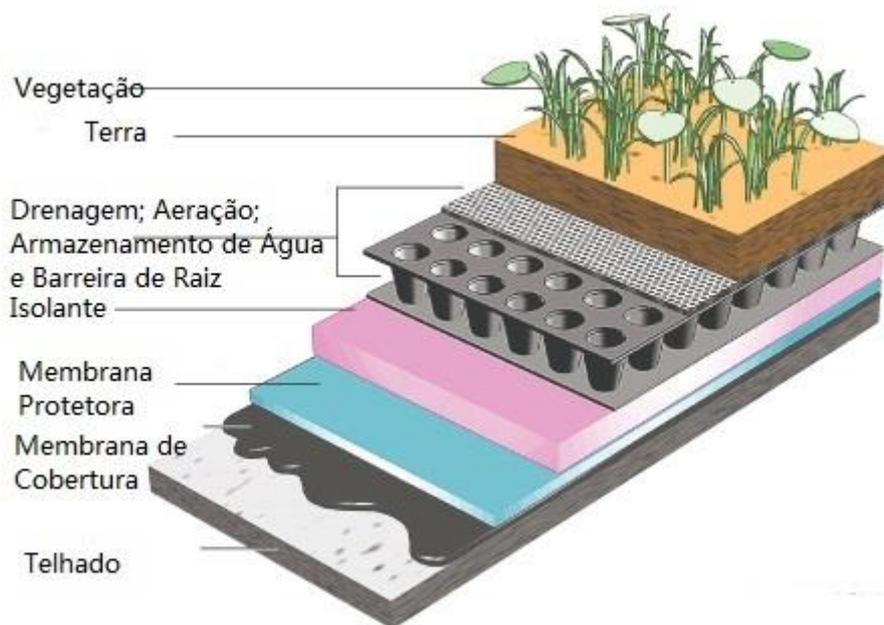


Figura10: Composição das camadas/estruturas de um Telhado Verde. Fonte: <https://artividade.wordpress.com/2012/10/05/telhado-verde/>

- Há que se criar um sistema de captação das águas pluviais, com um reservatório no solo, ou mesmo ao lado da caixa d'água de uso normal, para que essa água seja utilizada para regar o telhado verde: isso acarreta um custo, não pequeno, com toda essa estrutura, bem como, obviamente, a implantação do jardim sobre o telhado.
- Há a possibilidade de, caso for mal instalado, haver infiltração.

### 3. METODOLOGIA / COLETA DE DADOS

Este Artigo teve como foco a viabilidade econômica e ambiental da implantação de telhados verdes em residências.

Busca-se com tal artigo, demonstrar que a utilização de telhados verdes em residências gera enormes benefícios para a estrutura que o irá receber, bem como se utilizado por um número maior de residências, benefícios que irão influenciar de modo positivo, a microrregião onde se encontra essas residências com esse tipo de cobertura viva.

Apresenta-se nesse artigo não a simples definição do que vem a ser telhado verde e sua utilização, benefício, e desvantagens, mas a demonstração, através dos autores e

textos citados, do porquê da utilização desse tipo de construção para se conseguir os benefícios já listados, evitando o excesso de calor, o excesso de poluentes, dentre outros problemas.

Como base prática, foi utilizada a empresa Telhado Verde BH, localizada na cidade de Belo Horizonte, criada em 2014.

Com acesso à dados fornecidos por seu proprietário, esse artigo além de contar com a pesquisa de autores, buscou a pesquisa descritiva, coletando e cruzando dados técnicos e financeiros quanto à utilização do telhado verde.

Visitas técnicas ao local, com entrevistas e análises dos procedimentos realizados pela empresa, foram feitas durante o período de março e abril de 2016.

De posse desses dados, foram feitos cruzamentos de dados coletados na empresa e através de outras literaturas, com o objetivo de estabelecer o custo-benefício desse tipo de técnica.

#### **4. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Constatou-se que, para a implantação de um telhado verde, em uma residência/edifício já existente, o custo será maior, pois o que irá ser construído, terá toda a estrutura necessária para o telhado verde projetada, o valor está entre R\$ 100,00 a R\$ 150,00/m<sup>2</sup>, de acordo com Telhado Verde.

Para esse artigo, não foi realizado um estudo empírico sobre a permeabilidade, retenção de partículas poluentes, redução da ilha de calor ao redor da residência, nem a medida de redução ou manutenção da temperatura interna da residência.

Porém, utilizando dados na área de Engenharia Civil, com foco em Área de Construção, com o tema “Telhado Verde e sua Contribuição na Redução da Vazão da Água Pluvial Escuada”, da Engenharia Civil, podemos apontar que a medição de escoamento, em um período de 3 meses, em uma construção destinada ao experimento, com a utilização do software GreenRoof, comprovou a utilização do telhado verde na redução do escoamento de água de chuva. Tal escoamento, em face ao telhado comum de barro, foi mais eficaz, permitindo que menos água chegasse diretamente ao solo. Em números exatos, a pesquisa da Dissertação foi de apenas 30,7% da água, será escoada para o solo e 69,3%, será absorvida pelo telhado coberto por vegetação. Já no telhado de telhas de barro comum, 77,3% da água, será escoada para o solo e 22,7%, será absorvida pelo telhado. Tais

números apontam para a eficácia do sistema de telhado verde, que permite um escoamento das águas das chuvas em uma taxa mais lenta. Porém, é necessário ressaltar que tais resultados são fruto de um experimento realizado na cidade de Curitiba, PR, onde há uma evapotranspiração diferente para o Estado de MG, bem como variação elevada de temperatura entre os dois estados. Mas, a bem de ilustração, optou-se por apresentar tal dado. (BALDESSAR, 2012).

Segundo o autor, em sua monografia apresenta dados conclusivos de sua pesquisa quanto à retenção da quantidade de água e seu escoamento em face do tempo. De acordo com seus dados, colhidos, em dois tipos distintos de telhados verdes – uma cobertura de grama, e outra de cactos, pelo experimento ter sido realizado em uma região de semiárido, Pernambuco – encontrou-se quase os mesmos resultados: tanto a grama, como os cactos possuem uma capacidade superior de retenção das águas das chuvas sobre os telhados, retardando seu escoamento para a solo face ao telhado de cobertura de barro tradicional. (SANTOS, SANTOS, MONTENEGRO, 2013).

Apresentando dados de comparação entre a técnica do telhado verde e o convencional, dados esses colhidos de uma experiência realizada em Portland, nos Estados Unidos, demonstra de forma cabal a grande vantagem dos telhados verdes em relação aos telhados de barro, conforme Tabela. 01. (FERREIRA e MORUZZI, 2010).

Tabela 01: Comparação entre características ambientais do telhado verde e convencional baseada na experiência de Portland-EUA. Extraído de Liptam e Streecker (SD).

<b>Assunto</b>	<b>Telhado Verde</b>	<b>Telhado Convencional</b>
Retenção do Volume da Água de chuva	10-35% durante a época chuvosa; 65 – 100% durante a época de seca.	Nenhuma
Controle da Vazão de Pico	Redução dos picos de escoamento de chuvas intensas.	Nenhuma
Mitigação da Temperatura	Todas as chuvas.	Nenhuma
Melhoria da qualidade do ar	Retém a deposição atmosférica e retarda a degradação dos materiais que compõem o telhado, menores volumes, menor carreamento de poluentes.	Não
Qualidade do Ar	Filtra o ar, previne o aumento da temperatura, armazena carbono.	Nenhuma
Conservação de energia	Isolamento das construções, redução dos impactos das Ilhas de Calor Urbanas.	Nenhuma
Vegetação	Permite evapotranspiração sazonal, promove a fotossíntese, o oxigênio, o balanço do carbono hídrico.	Nenhuma
Espaço Verde	Realoca espaços verdes perdidos com as edificações, no entanto, não equivale a uma floresta.	Nenhuma
Custos Compensáveis	Redução dos equipamentos de água de chuva, economia de energia, aumento do valor do aluguel e da propriedade, redução da necessidade de materiais isolantes, redução de esgoto, criação de indústrias e empregos.	Nenhum

Fonte: (FERREIRA e MORUZZI, 2010). (Adaptada pela autora do artigo, 2016).

## 5. CONCLUSÃO

O artigo buscou demonstrar a eficiência do sistema de telhados verdes, com uma revisão bibliográfica sobre o assunto, dos diversos autores citados nas Referências, uma vez que, não foi possível a criação de um experimento prático.

Porém, ainda que uma revisão bibliográfica, o artigo demonstrou a eficiência do tipo de telhado, tanto na questão de manutenção e/ou redução da temperatura interna das residências/edifícios, bem como a melhora da chamada ilha de calor.

Já na introdução desse artigo, buscou-se demonstrar que a utilização do telhado verde como nova forma de urbanização, é uma técnica que propicia inúmeros benefícios para os que utilizam, e mesmo para as residências, edifícios, que são vizinhos, uma vez que reduz a ilha de calor nas cidades.

Tecnologia existente há mais de 1.000 anos, a utilização de vegetação para a cobertura de telhados e para a criação de jardins em lajes, passou a ser uma forma de solução de diversos problemas causados pelo exponencial crescimento da população mundial: a emissão de partículas poluidoras derivadas da queima de combustíveis fósseis – em especial os hidrocarbonetos -, a redução drástica nas cidades – particularmente nas grandes cidades e megalópoles – de áreas verdes capazes de receber as águas das chuvas, a alteração da temperatura externa e interna nas residências, indústrias, estabelecimentos comerciais, etc.

Com a utilização de telhados verdes, seremos capazes de amenizar um dos maiores problemas que, começamos a enfrentar: o Efeito Estufa e suas consequências, como a alteração do ritmo das chuvas, com enchentes cada vez maiores, secas, e a elevação da temperatura a nível global.

Se pudessem tornar cada cidade em um jardim suspenso – fato esse que seria necessário a intervenção do poder Público para legislar quanto à obrigatoriedade de novas residências/fábricas terem telhados verdes, bem como incentivos fiscais a fim de baratear os custos da implantação -, poderíamos encontrar, talvez, uma saída barata para um problema que ano após ano se mostra maior: o aquecimento global e suas consequências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNALDO. Disponível em: “Crescimento Populacional”.

<<http://slideplayer.com.br/slide/389319/>>. Consultado em 13 maio 2016.

BALDESSAR, Sílvia Maria Nogueira. “Telhado Verde e sua Contribuição na redução da vazão da água escoada”. <<http://www.prppg.ufpr.br:8080/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0168.pdf>>. Consultado em 03/07/2016.

CARVALHO, Mariana Bulhões de. “Poluição Atmosférica e Mudanças Climáticas”.

<[http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio\\_resumo2009/relatorio/dir/mariana\\_carvalho.pdf](http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio_resumo2009/relatorio/dir/mariana_carvalho.pdf)>. Em 03/07/2016.

CONTI, José Bueno. “Considerações sobre as mudanças climáticas globais”. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/download/47286/51022>>. Consultado em 2 de maio 2016.

DA COSTA SILVA, Neusiane. “Telhado Verde: Sistema Construtivo de Maior Eficiência e Menor Impacto Ambiental”. Monografia: Especialização em Engenharia Civil. UFMG, 2011, 63p. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QsWj-JaDUCAJ:pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/73.pdf+&cd=8&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b>>. Consultado em 03 maio 2016.

ESTADÃO. “195 países aprovam o Acordo de Paris, primeiro marco universal para o clima”. Disponível em: <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,195-paises-aprovam-o-acordo-de-paris--primeiro-marco-universal-para-o-clima,10000004678>>. Consultado em 13 maio 2016.

\_\_\_\_\_ “Frota de mundial de veículos atinge a marca de 1 bi de unidades”. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,frota-mundial-de-veiculos-atinge-a-marca-de-1-bi-de-unidades,135284>>. Consultado em 12 maio 2016.

FERREIRA, César Argentieri, MORUZZI, Rodrigo Braga. “Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de ‘aproveitamento para fins não potáveis’”. Rio Claro: UNESP, (2010), 10p. Disponível em:

<[https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5&q=c%C3%89SAR+ARGENTIERI+FERREIRA](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0,5&q=c%C3%89SAR+ARGENTIERI+FERREIRA)>. Consultado em 02 maio 2016.

GARRIDO NETO, Pedro de Sousa. “Telhados Verdes Associados com Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva: Projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil”. <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004589.pdf>>. Em 04/07/2016.

KATES, R. W; COLTEN, C. E; LASKA, S. et al. Disponível em: < “Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: A research perspective”.

<http://www.pnas.org/content/103/40/14653.full>>. Consultado em 05 maio 2016.

SANTOS, Pedro Tyaquiça da Silva; SANTOS, Sylvana Melo dos Santos; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico lima, et al. “Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na

redução do escoamento”. <<https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=Telhado+verde%3A+desempenho+do+sistema+construtivo+na+redu%C3%A7%C3%A3o+do+escoamento&btnG=&lr=.>>. Em 08/06/2016.

SHUKAMAN, David. “Cientistas preveem aumento o nível do mar maior do que o esperado”. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/03/090310\\_nivelmares.shtml.](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/03/090310_nivelmares.shtml.)>. Consultado em 15 maio 2016.

Telhado Verde. Disponível em: <<http://www.telhadoverdebh.com.br/telhado-verde-bh.html.>>. Consultado em 02 maio 2016.

“Um desastre anunciado: O aquecimento Global: Causas, Efeitos e Perspectiva”. Disponível em: <<http://www.paginavermelha.org/artigos/111107-aquecimento-global-causas-efeitos-e-perspectiva.htm.>>. Consultado em 13 maio 2016.

“Vantagens e desvantagens de um telhado verde. Veja exemplos” <<http://sustentarqui.com.br/dicas/vantagens-e-desvantagens-de-um-telhado-verde.>>. Consultado em 02 maio 2016.

WILSON, Edward. “Análise. Dez bilhões e o limite que devemos nos ater”. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2011/10/111026\\_analise\\_populacao\\_ebc\\_rc.shtml.](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2011/10/111026_analise_populacao_ebc_rc.shtml.)>. Consultado em 05 maio 2016.