

TELHADOS VERDES COMO POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS PARA O MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA – RJ

GREEN ROOFS AS ENVIRONMENTAL PUBLIC POLICIES FOR VOLTA REDONDA CITY – RIO DE JANEIRO STATE

BRUNO ROCHA SILVA SETTA

Biólogo pela Universidade Federal Fluminense (UFF); mestrando em Engenharia Urbana e Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

E- mail: brunosetta@hotmail.com

RESUMO

As infraestruturas cinzas, a prioridade em transportes individuais em detrimento dos coletivos e não motorizados e a falta de planejamento integrado prevalecem e provocam mudanças significativas na paisagem urbana, como a construção de viadutos, canalização de rios e rodovias. Estas mudanças potencializam a ocorrência de sérios problemas ambientais, tais como: formação de ilhas de calor, inundações, aumento da poluição do ar, entre outros. Neste sentido, os telhados verdes se inserem como infraestrutura verde capaz de mitigar os efeitos desta urbanização. O Município de Volta Redonda, localizado na Região Sul do Estado do Rio de Janeiro, se enquadra na temática apresentada, por apresentar a poluição atmosférica como o principal problema ambiental, devido à intensa industrialização e ao crescente fluxo de veículos. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre temas como telhados verdes, políticas públicas, a apresentação de casos empíricos das políticas públicas acerca dos telhados verdes em nível mundial e nacional, para verificar a viabilidade deste instrumento como políticas públicas para minimizar os efeitos da poluição atmosférica neste município. Conclui-se que a implantação de telhados verdes, apesar de ser um incentivo incipiente, poderia mitigar os efeitos negativos da poluição atmosférica, melhorando, assim, a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Telhados verdes; políticas públicas ambientais; Volta Redonda.

ABSTRACT

The gray infrastructure, the priority for individual transport to the detriment of collective and non-motorized vehicles as well as the lack of integrated planning prevail, causing significant changes in the urban landscape, such as the construction of viaducts, channeling of rivers and highways. These changes enhance the occurrence of serious environmental problems, such as the formation of heat islands, floods and increase of air pollution, among others. In this respect, the green roofs are inserted as green infrastructure able to mitigate the urbanization effects. Volta Redonda City, located in the South Region of Rio de Janeiro State, is in line with this theme since it presents air pollution, as the main environmental problem due to the intense industrialization, and the increasing traffic of vehicles. For this purpose, a bibliographic revision was carried out on topics such as green roofs, public policies, presentation of empirical cases of public policies on green roofs at the world and national spheres, aiming to analyze the feasibility of this instrument as public policies to minimize the effects of pollution in that city. Despite being an incipient incentive, it was concluded that the implementation of green roofs could mitigate the negative effects of atmospheric pollution, improving the quality of life of the population.

Keywords: *green roofs; environmental public policies; Volta Redonda*

INTRODUÇÃO

A carência de áreas verdes nas cidades em diversos países é resultado do descaso com a questão ambiental ao longo do processo de urbanização. Observa-se uma generalizada perda da qualidade de vida, seja para a população humana ou para a biodiversidade, com surtos frequentes de doenças (até mesmo daquelas já estabelecidas como erradicadas), contaminação de corpos hídricos pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, queima excessiva de combustíveis fósseis que emanam para a atmosfera gases intensificadores do efeito estufa, fragmentação de habitats naturais e desmatamentos.

O uso da vegetação como uma infraestrutura complementar é uma das alternativas para que as construções convencionais (asfalto e concreto) tornem-se menos agressivas ao meio ambiente, proporcione serviços ecossistêmicos e aumente a resiliência das cidades. Dentre os benefícios gerados pela vegetação estão: os estéticos, de lazer, social, econômico e ambiental.

Outro fator positivo do uso da vegetação está relacionado ao sentimento de biofilia, ou seja, os efeitos psicológicos proporcionados pelo contato do homem com a natureza. Segundo Ulrich (1993) e Berto (2005), este contato desperta sentimentos de relaxamento, paz, redução de estresse e sentimentos negativos, tais como a agressividade e o medo.

A infraestrutura verde serve, neste contexto, como uma ferramenta essencial para a melhoria da qualidade de vida urbana e da manutenção e funcionamento dos fluxos naturais. É uma alternativa em planejamentos sustentáveis de longo prazo, já incorporada em várias cidades de muitos países, que se consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem (HERZOG & ROSA, 2010). A arborização urbana, jardins verticais, calçadas verdes, telhados verdes e jardins filtrantes (*wetlands*) são exemplos de infraestrutura verde.

O telhado verde, foco deste estudo, é um sistema construtivo de cobertura vegetal feito com grama ou plantas e que pode ser instalado em lajes ou sobre telhados convencionais (RANGEL *et al.*, 2015). Podem ser de dois tipos de sistemas: intensivos e extensivos. Segundo Correa (2001), o primeiro tipo exige maior monitoramento, pois, geralmente, utiliza-se vegetação de maior porte e servem como espaços de lazer, enquanto o segundo exige pouca monitoração, já que sua funcionalidade é por razões estéticas e ecológicas.

A utilização de telhados verdes proporciona serviços ecossistêmicos semelhantes à arborização urbana, tais como: o conforto térmico, a retenção das águas das chuvas, o sequestro de carbono e a atração da fauna urbana. A retenção das águas das chuvas também auxilia na retenção de poluentes, como pesticidas e resíduos de petróleo, uma vez que os telhados verdes diminuem o escoamento superficial, armazenando a água durante eventos de chuvas e retornando a precipitação para a atmosfera através da evapotranspiração (METENS *et al.*, 2005).

Alguns autores ressaltam como maior benefício dos telhados verdes o seu desempenho térmico. De acordo com Araújo (2007), como o entorno dos telhados verdes tende a ficar mais diverso ao longo do tempo, o teor de umidade do ar também tende a aumentar. Estima-se que após a instalação de cobertura verde em uma laje, a temperatura da superfície reduz cerca de 15°C (SPANGENBERG, 2004 *apud* RANGEL *et al.*, 2015).

Os custos da implantação de telhados verdes é uma desvantagem em relação a materiais convencionais da construção civil, pois são mais caros. Oliveira (2009) orçou um custo de R\$ 102,59/m², para a implantação de telhados verdes na Comunidade da Vila Cascatinha, em Vargem Grande no Rio de Janeiro. Por outro lado, Neto (2014) verificou o custo de R\$ 60,00/m² para a implantação de telhados com material de cerâmica no Município de São José dos Campos, localizado no interior do Estado de São Paulo.

O principal fator que eleva o custo da implantação de telhados verdes, quando comparado com materiais convencionais, é o aumento do peso na estrutura de suporte do telhado verde (SAVI, 2012). Segundo Costa et al. (2012), cálculos de suportes de resistência (pilares, vigas e lajes) são necessários para assegurar a estabilidade da estrutura da edificação, pois muitas habitações apresentam projetos iniciais sem a previsão do peso adicional da vegetação e de seus redutores de escoamento. Deve-se também analisar as cargas sobre o telhado, quando este encontra-se seco e saturado, calculando o peso da drenagem, substrato e cobertura vegetal (SAVI, 2012). Ou seja, é fundamental que haja um planejamento técnico inicial antes da implantação do telhado verde, tanto para estruturas já existentes quanto para futuras construções.

Outra desvantagem da utilização de telhados verdes está relacionada aos problemas advindos da qualidade do substrato utilizado. Por serem úteis na retenção de águas pluviais, algumas pesquisas demonstram, no entanto, que o escoamento através dos telhados verdes inclui o aumento dos níveis de nitrogênio e fósforo, devido à lixiviação do substrato (DUNNETT & KINSBURY, 2004; MORAN *et al.*, 2005).

A adoção destes sistemas de naturezação, assim como as plantas, podem assimilar poluentes atmosféricos (ROLA, 2005 *apud* SILVA, 2011). Para tanto, a área estudo escolhida é o Município de Volta Redonda, localizado na região sul do Estado do Rio de Janeiro, que se enquadra na temática apresentada por apresentar a poluição atmosférica como o principal problema ambiental. Para demonstrar a eficácia da sua adoção, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre temas como telhados verdes, políticas públicas ambientais voltadas para telhados verdes, a apresentação de casos empíricos das políticas públicas acerca dos telhados verdes em nível internacional e nacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Criado pela Lei nº 2185 de 17 de julho de 1954, o Município de Volta Redonda está localizado no trecho médio do vale do rio Paraíba do Sul, entre as serras do Mar e da Mantiqueira, entre os paralelos 22°24'11" e 22° 38' de latitude sul e os meridianos 44°9'25" e 44° 25' de longitude oeste, segundo Greenwich (FEEMA, 1990). Possui uma área de 182,5 km², sendo composta por 52 bairros, cerca de 262.970 mil habitantes e densidade demográfica de 1.412,75 habitantes/km² (IBGE, 2015).

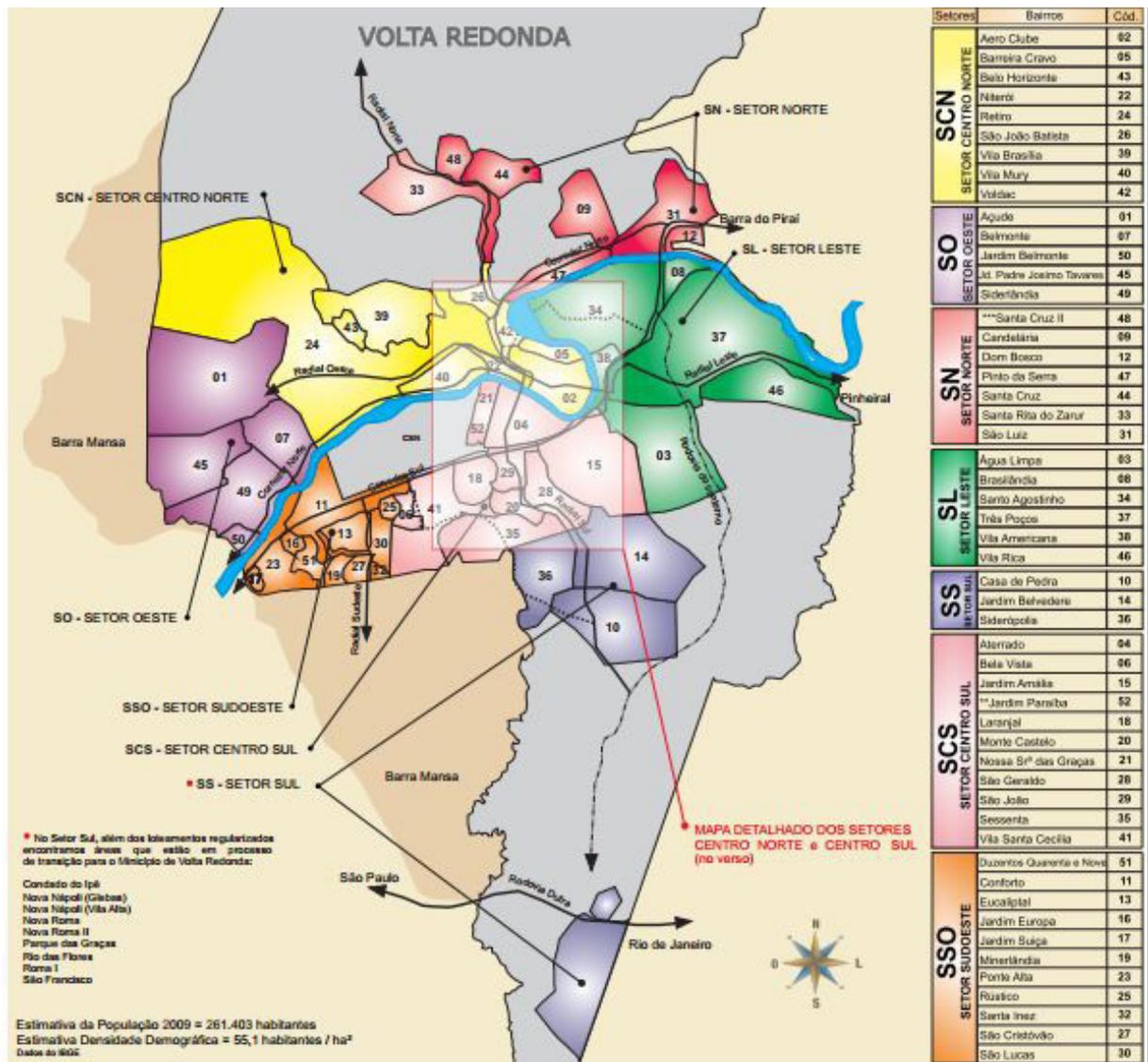


Figura 1 – Mapa da cidade e limites dos bairros.

Fonte: Portal da Prefeitura de Volta Redonda, 2017.

Por estar estrategicamente localizado no eixo das principais capitais brasileiras, São Paulo e Rio de Janeiro, o que facilitaria o deslocamento de produtos, serviços e pessoas, o Município de Volta Redonda foi designado a receber a maior siderurgia da América Latina, a CSN (Companhia Siderúrgica Nacional). Durante o Governo de Getúlio Vargas, através do Decreto-Lei n° 3.002, de 30 de janeiro de 1941, foi aprovado o plano da instalação da usina, elaborado por Atilio Correia Lima e seus associados, o qual só iria efetivamente ser executado em abril do mesmo ano, ficando, assim, conhecida como a “Cidade do Aço”.

A instalação da CSN, com seus 5,1 km de extensão, atraiu muitos residentes de municípios vizinhos e, principalmente, de outros estados, como Minas Gerais e São Paulo, migraram para Volta Redonda em busca de melhores empregos e condições de vida. Com a chegada destes novos moradores, o setor de serviço e comércio começou a apresentar sinais de crescimento logo nos primeiros anos de operação da CSN. Contudo, em 1993, após a privatização da siderúrgica, a instalação da grave crise econômica e social fez com que a cidade procurasse novos rumos, com menor dependência da CSN.

O crescimento urbano de Volta Redonda se deu a partir da CSN e das margens do rio Paraíba do Sul, o principal corpo hídrico responsável pelo abastecimento público do município e das atividades da siderúrgica. Os setores localizados próximos à CSN possuem áreas já consolidadas e urbanizadas, mas o Setor Sul, que era uma área predominantemente rural, tem correspondido a um dos principais eixos de crescimento da cidade nos últimos anos, recebendo novos loteamentos e vias de acesso (PINTO *et al.*, 2006)



Figura 2 – Mapa com características urbanas de Volta Redonda – RJ.
Fonte: Próprio autor.

De acordo com Paulo Biajoni, presidente da Câmara de Dirigentes Lojistas de Volta Redonda (CDLVR), o município tornou-se um pólo de prestação de serviços para a região, na área de saúde e na área de educação, com inúmeras universidades. Segundo dados da CDLVR, o comércio de bens e serviços emprega 40 mil pessoas na cidade (VOLTA REDONDA TEMA, 2013 *apud* MAGALHÃES & RODRIGUES, 2015).

No entanto, o crescimento urbano provocou impactos significativos ao meio ambiente, principalmente devido às consequências geradas pela industrialização, pois não incorporou a preservação e a manutenção dos recursos naturais. Hoje, a poluição atmosférica, sem dúvida, é o principal problema ambiental no município, devido à presença da siderurgia e metalurgia, que liberam gases tóxicos para a atmosfera. Por volta de 35 mil toneladas/ano de poluentes são lançados na atmosfera e a maior fonte de emissão é de compostos aromáticos, provenientes da produção do coque (GIODA, 2004; BENTES, 2008 *apud* CETEM, 2017).

É considerado o segundo município com o maior potencial poluidor do Estado do Rio de Janeiro, ficando apenas atrás da capital (SOR *et al.*, 2008). Outro problema em crescimento, que potencializa a poluição atmosférica, é o intenso tráfego de veículos que tem ocasionado em diversas internações por doenças respiratórias, grande parte pela exposição dos indivíduos ao monóxido de carbono (PAIVA, 2014).



Figura 3 – Imagem da paisagem urbana de Volta Redonda do bairro Bela Vista.
Fonte: Próprio autor.

A cobertura vegetal é baixa no Município de Volta Redonda. A ausência de áreas verdes expressivas e de poucas unidades de conservação (UCs) contribui para a baixa qualidade do ar no meio urbano. Há apenas duas UCs que estão distantes das áreas urbanas e de difícil acesso para a população, em termos de mobilidade. AARIE Floresta da Cicuta, criada pelo Decreto nº 90.792, de 09 de janeiro de 1985, após a privatização em abril de 1996 da Usina Presidente Vargas, e o Parque Natural Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá, criado através do Decreto Municipal nº 10.468 de 18 de novembro de 2005. De acordo com a Lei Federal nº 9.985/00 (Lei do S.N.U.C.), elas se classificam em unidades de uso sustentável e de proteção integral, respectivamente.

Aplicação metodológica

Este trabalho fundamentou-se metodologicamente em uma pesquisa qualitativa, empírica e bibliográfica, enfatizando, conjuntamente, alguns casos de efetiva instalação de telhados verdes, em âmbitos nacional e internacional, além da utilização de livros, artigos e legislação pertinente ao objeto do artigo.

Além disso, as técnicas de SIG (Sistema de Informações Geográficas) foram utilizadas para possibilitar uma melhor interpretação da área de estudo e para analisar detalhadamente as formas de uso e ocupação do solo. Concomitantemente com o levantamento bibliográfico e de fotos do município, foi possível obter informações acerca de quais áreas demandariam maior utilização de telhados verdes e como estes poderiam minimizar os problemas ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Políticas públicas ambientais voltadas para telhados verdes

Há uma busca incessante por formas de desenvolvimento, planejamento e de tecnologias que assegurem o crescimento das cidades com a garantia de qualidade de vida à população e ao meio ambiente. Tais ações começaram a instigar o surgimento de novas orientações e diretrizes de políticas públicas ambientais em diversos países.

Este tipo de política é o “conjunto de objetivos, diretrizes e instrumentos de ação que o poder público dispõe para produzir efeitos desejáveis sobre o meio ambiente” (BAR-

BIERI, 2007). Têm-se como exemplos as linhas especiais de financiamento, políticas públicas fiscais e tributárias e certificações ambientais.

De acordo com Cunha (2008),

“O Estado passa a pensar em alocação de recursos e em emprego estratégico de instrumentos econômicos destinados a promover práticas ecológicas e a inviabilizar comportamentos predatórios, incluindo o estímulo a novas formas de manejo dos recursos naturais e a promoção dos instrumentos de parceria entre poder público e a sociedade civil.”

As políticas indutoras para o estímulo da instalação de telhados verdes são ações que buscam (SHARMAN, 2014 *apud* RANGEL *et al.*, 2015):

- Incentivos diretos, tais como subsídios e subvenções;
- Incentivos financeiros indiretos, como redução de taxas e gratificações;
- Regulamentos e normas de incentivo;
- Incentivos intangíveis, como: a pesquisa, a educação, prêmios, programas específicos e orientação técnica.

As primeiras políticas públicas implantadas e voltadas para telhados verdes se iniciaram na Europa, na segunda metade do século XX. Na Alemanha, por exemplo, artistas como Hundertwasser defendiam o uso deste revestimento como uma estratégia para a construção de edifícios ecológicos (KÖHLER, 2008). Outras cidades como Copenhague, na Dinamarca, Nashville, Chicago e Nova Iorque, nos Estados Unidos, e Toronto, no Canadá, implantaram, nas últimas décadas, políticas com incentivo ao uso de telhados verdes, como forma para aumentar áreas verdes em seus territórios (SHARP, 2008).

A Tabela 1 mostra com detalhes a descrição de algumas políticas implantadas nestes países supracitados e em outros.

Tabela 1 – Políticas públicas de telhados verdes implantadas internacionalmente.

País	Cidade	Descrição da política
Canadá	Toronto	Apresenta como necessária a cobertura verde para novas construções acima de 200 m ² . Desde quando foi aprovada na Câmara Municipal, resultou mais de 1,2 milhões de metros quadrados verdes em diferentes tipos de construções, assim como na economia de energia de mais de 1,5 milhões de kWh por ano para os proprietários dessas edificações.
Alemanha	-	Foi o primeiro país a adotar a política de telhados verdes em padrões nacionais na década de 1970. Em 2001, a área de telhados verdes na Alemanha já chegava a 13,5 milhões de metros quadrados, chegando a cobrir 14% de todos os telhados do país.
Estados Unidos	Nashville	Uma medida prevê redução de US\$ 10 nas taxas de esgoto para cada metro quadrado de telhado verde.
	Nova Iorque	A Lei Estadual concede crédito fiscal de um ano de US\$ 4,50/m ² para quem tem telhado verde em pelo menos 50% da cobertura.
	Chicago	Oferece até 50% do custo ou até US\$ 100.000 para o desenvolvimento de telhados verdes que cubram 50% ou mais do espaço na cobertura.
Holanda	Amsterdã	As leis, benefícios e/ou incentivos fiscais são reguladas pelos próprios municípios. Na média, o subsídio fica entre €25 e €50 por m ² , sendo limitado, na maioria dos casos, a metade do custo total de sua implantação. O objetivo da cidade é ter um total de 800.000 m ² de telhados verdes até o ano de 2030.
Dinamarca	Copenhague	Estabeleceu como meta para ser neutra em carbono até 2050 e vê os telhados verdes como uma ferramenta chave para atingir esta meta. Todos os novos telhados com menos de 30 graus de inclinação necessitam ter telhados verdes.

Fonte: Kist, 2015; Rangel *et al.*, 2015; Mendonça, 2015.



Figura 4 – Telhados verdes em residências na Austrália. Fonte: Wilson, 2007 *apud* Rosseti, 2009.



Figura 5 – Telhado verde na sede da Prefeitura de São Paulo. Fonte: Capelas Júnior, 2015.

No cenário nacional, as políticas públicas voltadas para a implantação de telhados verdes ocorreram décadas após os países desenvolvidos, mais precisamente no final da primeira década do século XXI. A Tabela 2 mostra algumas cidades com suas respectivas descrições.

Tabela 2 - Políticas públicas de telhados verdes implantadas no Brasil.

Cidade	Descrição da política
Santa Catarina	A Lei Estadual nº 14.243/2007 criou o Programa Estadual de Incentivo à Adoção de Telhados Verdes em espaços urbanos densamente povoados, que definiu em seu art. 2º que para fazer parte do programa, a implantação dos sistemas vegetados não poderia ser inferior a 40% da área total do imóvel, responsabilizando o Poder Executivo, no art. 3º, a criar parcerias, incentivos fiscais e financeiros aos municípios partícipes do Programa.
São Paulo (SP)	Aprovado o projeto lei nº 115/09, extensivo a todos os prédios com mais de três andares, porém, e até o presente momento, este não voltou a ser apreciado pelos parlamentares.
Rio de Janeiro	A Lei Estadual nº 6.349/2012 torna a obrigatoriedade de instalação de telhados verdes nos prédios públicos, autarquias e fundações do Estado do Rio de Janeiro, para prédios que fossem projetados a partir da promulgação da lei.
Niterói (RJ)	Aprovado o projeto de Lei nº 090/2013 que dispõe sobre a instalação de telhados verdes em projetos de edificações residenciais ou não, que tiverem mais de três andares agrupados verticalmente, e os respectivos incentivos fiscais e financeiros aos que adotarem o telhado verde.

Recife (PE)	Foi aprovada a lei nº18.112/15, que exige aos projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais com mais de 400m ² de área de cobertura, a implantação de “Telhado Verde” para sua aprovação.
Paraíba	Lei Estadual, nº 10.047/13, dispõe a obrigatoriedade aos projetos de condomínios edificadas, residenciais ou não, com mais de 3 (três) unidades agrupadas verticalmente, a implantação de telhados verdes.

Fonte: Kist, 2015; Rangel *et al.*, 2015; Mendonça, 2015; Paraíba, 2013; Recife, 2015.

No Município de Volta Redonda não há qualquer legislação que obrigue ou incentive a utilização de telhados verdes em edificações ou em qualquer outro tipo de construção. Provavelmente, por se tratar de um tema recente e pouco discutido no território nacional, ainda é bastante desconhecido por pequenos e médios municípios, como é o caso do município. No entanto, observa-se maior conhecimento deste tema nos grandes centros urbanos do país

Há também políticas gerais de incentivo à implementação de infraestrutura verde, como o Fator Verde Seattle (EUA), o *Green Plot Ratio (GnPR)* de Cingapura e o Programa QUALIVERDE do município do Rio de Janeiro. Os dois programas internacionais mencionados foram criados dentro um cenário de alerta sobre o aquecimento global, divulgado em 2007 pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), o qual estimulou diversos países a repensarem nas suas formas de desenvolvimento e a criar novas políticas ambientais. Já o programa QUALIVERDE do Rio de Janeiro foi criado em 2012, mesmo ano em se realizou na cidade a Rio+20, a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável.

O Fator Verde, criado em 2007, prevê ações para o desenvolvimento de uma floresta sustentável na cidade de Seattle (EUA), em um período de 30 anos, para atingir a meta de cobertura geral de 30%, sendo atualmente de 18% (ROTERMUND, 2012). Já o *Green Plot Ratio* foi projetado em 2009 por membros do Conselho de Parques Nacionais de Cingapura, em parceria com outras instituições internacionais, o qual permite uma quantificação tridimensional da vegetação de uma área através da utilização do *Leaf Area Index (LAI)*, atribuindo valores a plantas específicas com base na área de superfície de vegetação, fornecendo, assim, informações úteis para novos projetos urbanos sustentáveis (IRES/NUS, 2017).

O programa QUALIVERDE do Rio de Janeiro, criado pelo Decreto Estadual nº. 35.745/2012, possui um modelo próprio de certificação de empreendimentos sustentáveis e dentre suas ações qualificadoras está incluído o uso de telhados verdes. Vale ressaltar que esta qualificação é opcional e aplicável aos projetos de novas edificações e edificações existentes, de uso residencial, comercial, misto ou institucional (KIST, 2015).

Análise de estudos sobre telhados verdes e suas possíveis aplicações em Volta Redonda

Primeiramente, deve-se atentar ao tipo e tamanho da planta a ser escolhida. Dentre as principais características que a planta deve possuir estão: alta resistência à falta de água, crescimento moderado e porte pequeno para não haver necessidade de poda, diminuindo assim os custos de manutenção, e que sejam tolerantes a altas concentrações de poluentes atmosféricos. Neste sentido, as plantas mais indicadas e que apresentam estas características são as gramíneas (MELLO *et al.*, 2010). Na Figura 6 pode ser visto um exemplo de corte esquemático de telhado verde.

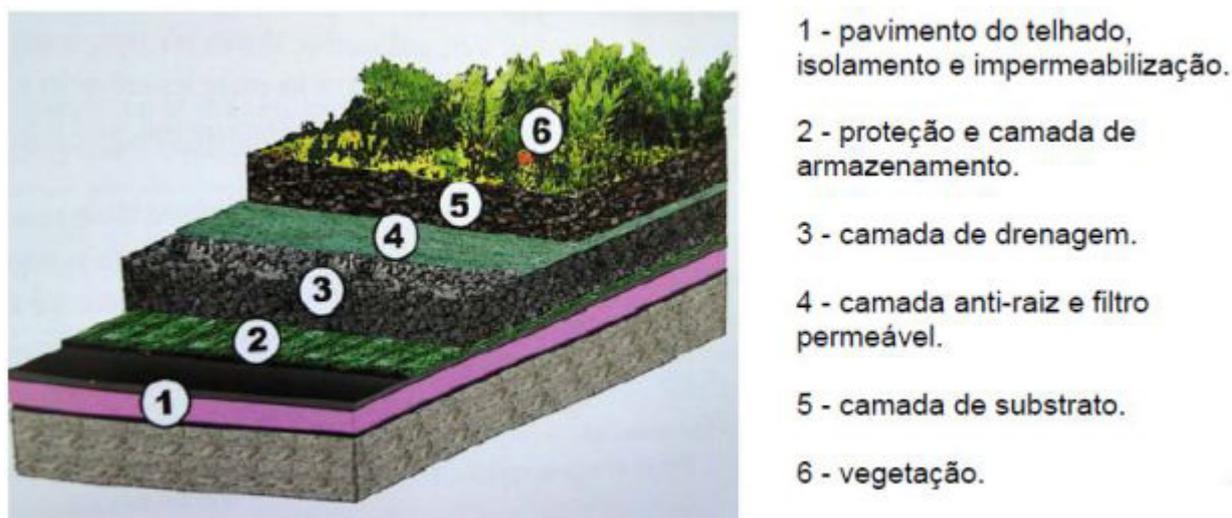


Figura 6 – Corte esquemático de um telhado verde. Fonte: Baldessar, 2012.

Para que a qualidade do substrato utilizado não sirva como fonte de poluição para águas superficiais, Oberndorfer *et al.* (2007) sugerem pesquisas sobre substratos inertes e sistemas integrados de reutilização das águas das chuvas para a mitigação deste efeito. Estes autores também recomendam a redução da adubação da vege-

tação no telhado verde, pois deve melhorar a qualidade da água de escoamento. Contudo, ressaltam que esta prática pode reduzir o crescimento das plantas ou a sobrevivência delas.

Como o Município de Volta Redonda sofre bastante com os problemas advindos da poluição atmosférica, este trabalho busca analisar experiências já realizadas com telhados verdes no enfrentamento deste problema, em nível nacional e internacional, para entendê-las e poder aplicá-las neste município. Logo, este trabalho pretende demonstrar, a partir de uma revisão bibliográfica, como a utilização de telhados verdes poderia melhorar a qualidade de vida da população, diminuindo, desta forma, os efeitos da poluição atmosférica.

Em nível nacional, não foram encontrados estudos ou trabalhos publicados em plataformas de pesquisas, como o Google Acadêmico, Scielo ou Periódicos Capes, que demonstram a eficiência da utilização de telhados verdes no combate à poluição atmosférica. Por outro lado, verificou-se um número significativo de estudos publicados em nível internacional, contra este mesmo problema ambiental, como os trabalhos de Yang et al. (2008), Currie & Bass (2008), Getter et al. (2009), Speak et al. (2012), que serão melhor abordados a seguir.

Currie & Bass (2008) investigaram o efeito de diferentes combinações de vegetação através da manipulação de quantidades de árvores, arbustos, telhados verdes e paredes verdes sobre a poluição atmosférica em Toronto, no Canadá. Os efeitos destas manipulações foram simulados com o modelo Efeito de Floresta Urbana (UFORE – *Urban Forest Effect*), desenvolvido pela Estação Regional do Nordeste do Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, que quantifica os níveis de poluição do ar para contaminantes, tais como NO₂, SO₂, CO, MP10 e ozônio.

Estes autores constataram que a grama em telhados (telhados verdes extensos) poderia aumentar o efeito de árvores e arbustos na mitigação da poluição do ar, colocando arbustos em um telhado (telhados verdes intensivos) teria um impacto mais significativo. Estimam que um aumento de 10-20% na área de superfície de telhados verdes em prédios do centro contribuiria significativamente para a saúde social, financeira e ambiental da população.

Speak et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de quantificar a eficácia de quatro espécies de gramíneas em telhados verdes - *Agrostis stolonifera*, *Festuca*

rubra, *Plantago lanceolata* e *Sedum album* - em capturar partículas menores do que 10 μm (MP10) no centro da cidade de Manchester, no Reino Unido. As espécies foram instaladas em dois pontos do centro, um numa área com intenso tráfego de veículos e outro no entorno do centro da cidade. Eles observaram diferenças na captura de MP10 entre as espécies provenientes da micro e macromorfologia e da superfície de biomassa. A partir disto, verificaram que *Agrostis stolonifera* e *Festuca rubra* são mais eficazes do que *P. lanceolata* e *S. album* na captura de MP10, com remediação de 2,3% ($\pm 0,1\%$) de 9,18 toneladas para a área de 325 ha no cenário de quantificação calculado.

Apesar das espécies vegetais analisadas no trabalho de Speak et al. (2012) não serem encontradas no Brasil (JBUTAD, 2016), exemplares da mesma família são encontrados em diferentes regiões do Brasil (SILVA, 2001; RIBEIRO et al., 2005). Sendo assim, estudos e pesquisas poderiam ser realizados para testar a viabilidade de membros desta família no sequestro de poluentes atmosféricos nas cidades brasileiras.

Getter et al. (2009) conduziram dois estudos com o objetivo de quantificar o potencial de armazenamento de carbono em sistemas extensivos de telhados verdes nas cidades de Michigan e Maryland, nos Estados Unidos. Utilizaram espécies do gênero *Sedum* e substrato de matéria orgânica. Os autores verificaram que ao longo de dois anos, o armazenamento de carbono variou entre as espécies que se encontravam acima do solo e abaixo do solo, e que em todo o sistema foi sequestrado 375g C/m².

Yang et al. (2008) quantificaram a remoção da poluição do ar da cidade de Chicago, nos Estados Unidos, através de um modelo de disposição seca ao longo de um ano. Os resultados mostraram que um total de 1675 kg de poluentes do ar foram removidos por 19,8 ha de telhados verdes, contabilizados em 52% de O₃, 27% de NO₂, 14% de MP10 e 7% de SO₂. Além disto, estimaram que a quantidade de poluentes removidos aumentaria para 2046.89 toneladas, se todos os telhados em Chicago fossem cobertos por telhados verdes intensivos.

Analisando os resultados dos trabalhos destes autores, pode-se afirmar que a implantação de telhados verdes no Município de Volta Redonda serviria como instrumento de defesa contra a poluição atmosférica, uma vez que as cidades estudadas por estes autores apresentam fontes poluidoras semelhantes à área estudada. Dentre estas fontes podemos citar, por exemplo, a forte presença de atividades industriais e de automóveis.

A partir do estudo realizado por Peiter & Tobar (1998), que identificaram os bairros críticos em relação à poluição atmosférica de Volta Redonda, foi possível constatar que os bairros na porção noroeste, majoritariamente compostos por grupos de baixa renda, são os mais vulneráveis devido à proximidade com a CSN e à posição geográfica desfavorável em relação à dispersão dos poluentes. Por outro lado, os bairros mais sul são formados por grupos de maior renda e sofrem menos com a dispersão dos poluentes. A Figura 7 mostra os resultados encontrados pelos autores.

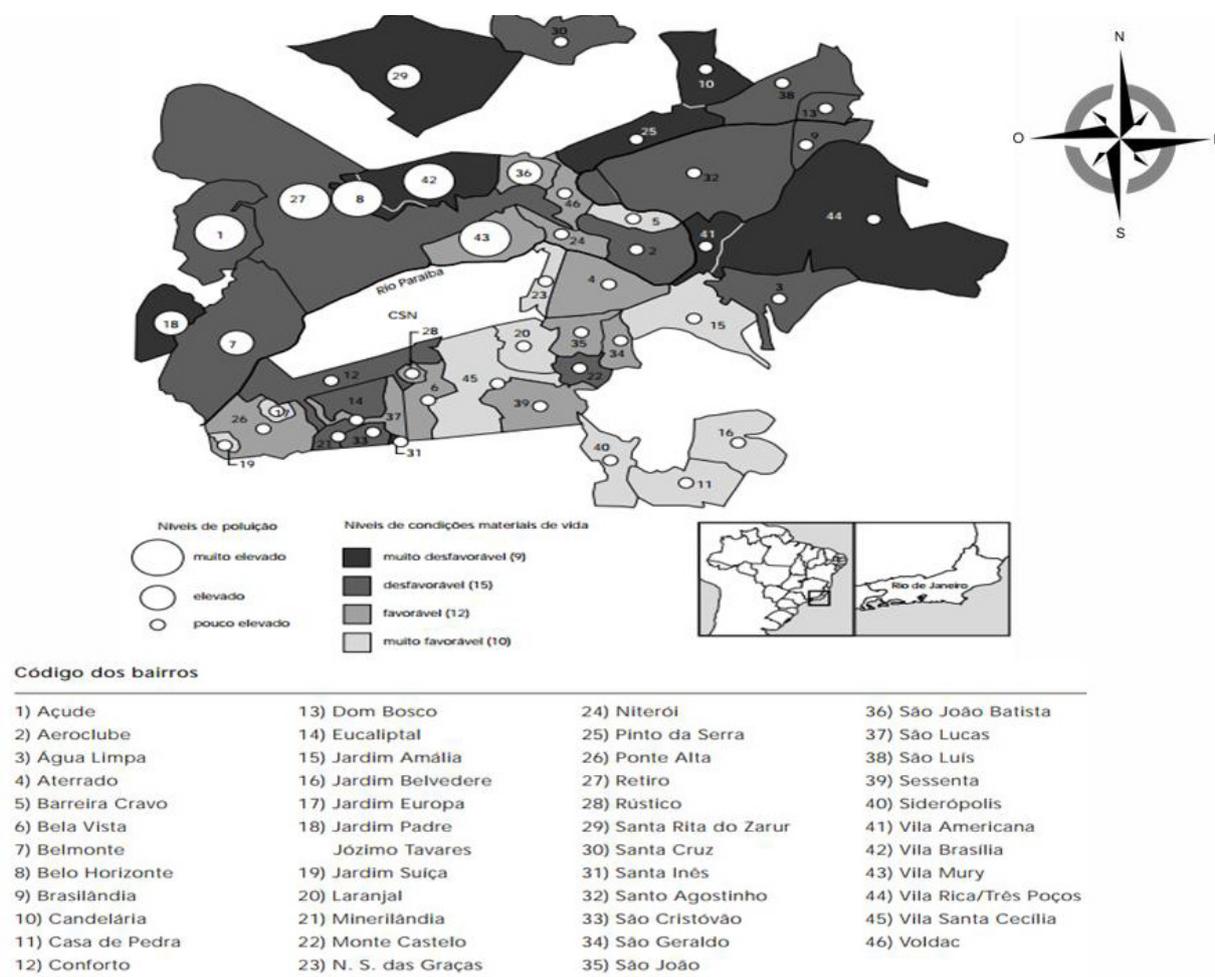


Figura 7 – Níveis de poluição em bairros de Volta Redonda. Fonte: Adaptado de Peiter & Tobar, 1998.

Em relação à Figura 7, os bairros localizados mais ao norte do município estão mais vulneráveis à poluição e dentre estes bairros podemos citar o Retiro, que é o mais populoso e que apresenta uma economia bastante representativa na área de comércio e serviços. Além disto, por se desenvolver sem planejamento adequado e de forma desordenada, não apresenta áreas verdes expressivas, conforme a Figura 8.

Diferentemente do bairro Retiro, o bairro de Vila Santa Cecília (Figura 9), encontrado mais ao sul do município, apresenta níveis de poluição pouco elevados (Figura 7). É um bairro que foi planejado para receber a classe de técnicos que atuavam na CSN, logo a urbanização não ocorreu de forma tão desordenada. Próximo às áreas comerciais deste bairro percorre o córrego Cachoeirinha, o qual apresenta arborização ao longo de suas margens que, de certa forma, contribui para a qualidade do ar no bairro e para a amenização do clima.



Figura 8 – Imagem do bairro Retiro de Volta Redonda. Fonte: Portal VR, 2016.

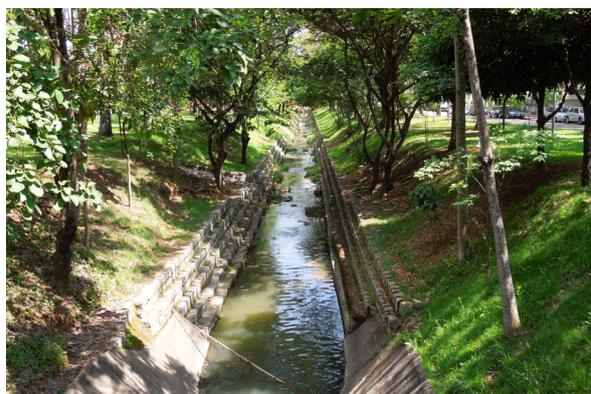


Figura 9 – Imagem do bairro de Vila Santa Cecília de Volta Redonda. Fonte: Próprio autor.

Além de melhorar esteticamente o município, a adoção de telhados verdes melhoraria a qualidade do ar e, conseqüentemente, diminuiria as internações de pessoas com doenças respiratórias. O sentimento de biofilia também poderia estar mais presente, melhorando, desta forma, a qualidade de vida da população. A porção noroeste do município seria bastante beneficiada, já que sofre mais com a dispersão dos poluentes.

Vale ressaltar também que, com a utilização de telhados verdes, o grave problema do ruído provocado pela frota crescente de veículos no município também poderia ser reduzido ao longo do tempo. Segundo Dunnett & Kingsbury (2004), os telhados verdes também podem reduzir a poluição sonora através da absorção de ondas sonoras no exterior de edifícios e prevenir a transmissão para dentro dos mesmos. Neste sentido, tanto a porção sul quanto a noroeste seriam beneficiadas, já que são áreas que apresentam importantes pólos geradores de tráfego, com centros de comércio e serviços.

CONCLUSÃO

A liberação de gases tóxicos provenientes tanto das atividades da siderurgia e metalurgia quanto da crescente frota de veículos em circulação e a ausência de áreas verdes representativas nas áreas urbanas potencializam os efeitos da poluição atmosférica no município estudado. Logo, novas medidas e políticas ambientais devem ser aplicadas para minimizar os efeitos adversos da poluição sobre a saúde pública e ao meio ambiente do município.

A instalação de telhados verdes, apesar de ser mais cara que de telhados convencionais, poderia ser justificada em longo prazo, se os benefícios ambientais fossem considerados. Espera-se que no Município de Volta Redonda esta prática se torne popular, para que além de melhorar a qualidade ambiental, seja sustentável, proporcione ambientes esteticamente agradáveis, melhore a qualidade do ar, principalmente nas áreas mais poluídas encontradas a noroeste, e possa reduzir as demandas dos sistemas convencionais de drenagem urbana, o que representaria uma economia nos custos de funcionamento e de possíveis inundações.

Já que o Município de Volta Redonda ainda apresenta espaços livres disponíveis, sobretudo nas regiões norte e sul, para a instalação de futuros empreendimentos, recomenda-se como política pública ambiental para o município a combinação dos conteúdos abordados nas leis ambientais do Município de Niterói (RJ) e de Nashville, nos Estados Unidos. Assim, novos empreendimentos, que tiverem mais de três andares agrupados verticalmente, seriam obrigados a instalar telhados verdes, e aqueles já existentes que queiram adotar esta prática também receberiam benefícios fiscais e financeiros, como, por exemplo, a redução em taxas de esgoto, energia elétrica ou até mesmo de IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano).

Devido à escassez de trabalhos publicados com este tema e ao grande número de cidades brasileiras que enfrentam problemas relacionados à poluição atmosférica, sugerem-se futuras pesquisas na seleção de espécies vegetais para telhados verdes, com foco em espécies nativas da região, sobretudo com as gramíneas, pois estas estão mais adaptadas às condições ambientais originais do local. É necessário também maior investimento em programas de educação ambiental, conscientizando e informando a população sobre novas práticas, atitudes e tecnologias que agredem menos o meio ambiente, como as infraestruturas verdes, e os benefícios que elas podem proporcionar à qualidade de vida da população.

Tais práticas poderiam estimular futuros projetos urbanísticos ou empreendimentos, como condomínios residenciais, a implantar telhados verdes. Além de proporcionar benefícios fiscais aos empreendimentos e ambientais ao município, possibilitariam uma nova paisagem urbana.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. R. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. Monografia em Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, p.28, 2007.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 125, 2012.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: **Saraiva**, 2007.

BERTO, R. Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. **Journal of Environmental Psychology**, London, v.25, n.3, p. 249-259, 2005.

CAPELAS JUNIOR, A. **Telhados Verdes funcionam mesmo**. In: Planeta Sustentável, 2014. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/sustentavel-na-pratica/telhados-verdes-funcionam-mesmo/>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL – CETEM. **Volta Redonda (RJ) convive com efeitos cumulativos de 71 anos de atividade siderúrgica**. Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=135>. Acesso em: 03/04/2017.

COSTA, J.; COSTA, A.; POLETO, C. **Telhado verde: redução e retardo do escoamento superficial**. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 50-56, 2012.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. **Política e Gestão Ambiental**. In: Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (Orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

CURRIE, B. A. & BASS, B. Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. **Urban Ecosystems**, vol. 11, Issue 4, pp. 409–422, 2008.

DUNNETT, N. P. & KINGSBURY, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. Portland (OR) Timber Press, 2004.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - FEEMA. **Perfil Ambiental Município de Volta Redonda**. Volta Redonda, p.98, 1990.

GETTER, K. L.; ROWE, D. B.; ROBERTSON, G. P.; CREGG, B. M.; ANDRESEN, J. A. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. **Environmental Science & Technology**, 43 (19), pp. 7564–7570, 2009.

GUILHERME, F. A.; RESSEL, K. A. I. L. A. Biologia floral e sistema de reprodução de *Merostachys riedeliana* (Poaceae: Bambusoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, 24.2 (2001): 205-211.

HERZOG, C. P. & ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista LABVERDE**, v.1, n.1, p.92-115, 2010.

INSTITUTE OF REAL ESTATE STUDIES/NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE. **To Develop Landscape Guidelines for Application of Green Plot Ratio in Singapore**. Disponível em: <http://www.ires.nus.edu.sg/newsletter2014/Issue1/issue1content.pdf>. Acesso em: 04/03/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Volta Redonda**. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/painel/fotos.php?lang=_PT&codmun=330630&search=%7Cvoltaredond. Acesso em: 28/11/2015.

JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO - JBUTAD. **Espécie**. Disponível em: <http://jb.utad.pt/especie/>. Acesso em: 25/06/2016.

KIST, T. **Direito urbanístico e políticas públicas: estímulos legais e fiscais para a adoção de técnicas sustentáveis na construção civil, quanto à implantação de telhados verdes**. Monografia apresentada ao curso de graduação em Direito, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, p.78, 2015.

KÖHLER, M. Green Façades: a view back and some visions. **Urban Ecosystems**, London, v. 11, n. 4, p. 423-436, 2008.

MAGALHÃES, C. H.; RODRIGUES, M. I. Volta Redonda pós-privatização da CIA. Siderúrgica Nacional: a crise de uma cidade monoindustrial em busca de uma nova identidade econômica. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 11, n. 2, p. 359-378, mai-ago/2015, Taubaté, SP, Brasil.

MELLO, G. B. P.; COSTA, M. D. P.; ALBERTI, M. S.; FILHO, R. D. G. F. Estudo da implantação de um telhado verde na Faculdade de Engenharia Mecânica. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, v.6, n.2, dez. 2010.

MENDONÇA, T. N. M. **Telhado verde extensivo em pré-moldado de concreto EVA (acetato etil vanila)**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p.234, 2015.

MENTENS, J.; RAES, D.; HERMY, M. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?. **Landscape and Urban Planning**, 77:21–226, 2005.

MORAN, A.; HUNT, B.; SMITH, J. **Hydrologic and water quality performance from greenroofs in Goldsboro and Raleigh, North Carolina**. Paper presented at the Third Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show; 4–6 May 2005, Washington, DC.

NETO, A. C. O. **Cobertura verde: estudo de caso no Município de São José dos Campos – SP**. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, p.93, 2014.

OLIVEIRA, E. W. N. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.87, 2009.

OBERNDORFER, E.; LUNDHOLM, J.; BRASS, B.; COFFMAN, R. R.; DOSHI, H.; DUNNETT, N.; GAFFIN, S.; KÖHLER, M.; LIU, K. K. Y.; ROWE, B. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. **Bioscience**, v.57, n.10, p. 823-833, 2007.

PAIVA, R.F.P.S. Morbidade hospitalar por doenças associadas à poluição do ar na cidade de Volta Redonda, Rio de Janeiro: casos e custo econômico. **Caderno Saúde Coletiva**, v.22, n.2, 2014.

PARAÍBA. Lei n.º 10.047, de 09 de julho de 2013. **Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do “Telhado Verde” nos locais que especifica, e dá outras providências**. Disponível em: <http://201.65.213.154:8080/sapl/sapl_documentos/norma_juridica/10763_texto_integral>.

PEITER, P. & TOBAR, C. Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 14(3):473-485, jul-set, 1998.

PINTO, S. T.; PEIXOTO, M. N.; MELLO, E. V.; MOURA, J. R. **Análise temporal de feições erosivas e escorregamentos no Município de Volta Redonda – RJ**. In: Anais do Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia – GO, n.6, 2006.

PORTAL VR. **Turismo: bairro Retiro**. Disponível em: http://www.portalvr.com/turismo/mod/centro_comercial/. Acesso em: 23/03/2016.

PORTAL VR. **Mapa da Cidade de Volta Redonda**. Disponível em: http://www.portalvr.com/ippu/mod/informacoes/mapa_cidade.php. Acesso em: 03/03/2017.

RANGEL, A. C. L. C.; ARANHA, K. C.; SILVA, M. C. B. C. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para sustentabilidade. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.35, p.397-409, dez.2015.

RECIFE. Lei n.º 18.112/2015. **Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do “telhado verde”, e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências**. Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Lei-telhado-verde-Recife-2015.pdf>.

RIBEIRO, K. T.; et al. Ocupação por *Brachiaria* spp.(Poaceae) no Parque Nacional da Serra do Cipó e infestação decorrente da obra de pavimentação da rodovia MG-010, na APA Morro da Pedreira, Minas Gerais. **Anais...** Brasília – DF, p.1-17, 2005.

ROSSETI, K. A. C. **Estudo do desempenho de coberturas verdes como estratégia passiva de condicionamento térmico dos edifícios na cidade de Cuiabá, MT.** Dissertação de Mestrado em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, p. 130, 2009.

ROTERMUND, R. M. **Análise e planejamento da floresta urbana enquanto elemento da infraestrutura verde: estudo aplicado à bacia do córrego Judas/Maria Joaquina, São Paulo, SP.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, p.158, 2012.

SAVI, A. C. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura.** Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.128, 2012.

SHARP, R. J. **Introduction to Green Walls: technology, benefits & design.** Toronto: Green Roofs for Healthy Cities, 2008.

SILVA, N. C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental.** Monografia de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, p. 63, 2011.

SPEAK, A. F.; ROTHWELL, J. J.; LINDLEY, S. J.; SMITH, C. L. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city. **Atmospheric Environment**, vol.61, pp. 283-293, 2012.

SOR, J. L.; CLEVELÁRIO JÚNIOR, J.; GUIMARÃES, L. T.; MORENO, R. A. M. **Relatório piloto com aplicação da metodologia IPPS ao estado do Rio de Janeiro: uma estimativa do potencial de poluição industrial do ar.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008.

ULRICH, R. S. **Biophilia and Natural Landscapes.** In: Kellert, S.R.; Wilson, E. (Ed.). *The Biophilia Hypothesis.* Washington, DC: Island: Shearwater Books. p.73-137, 1993.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. **Atmospheric Environment**, v.42, 31, pp. 7266–7273, 2008.