

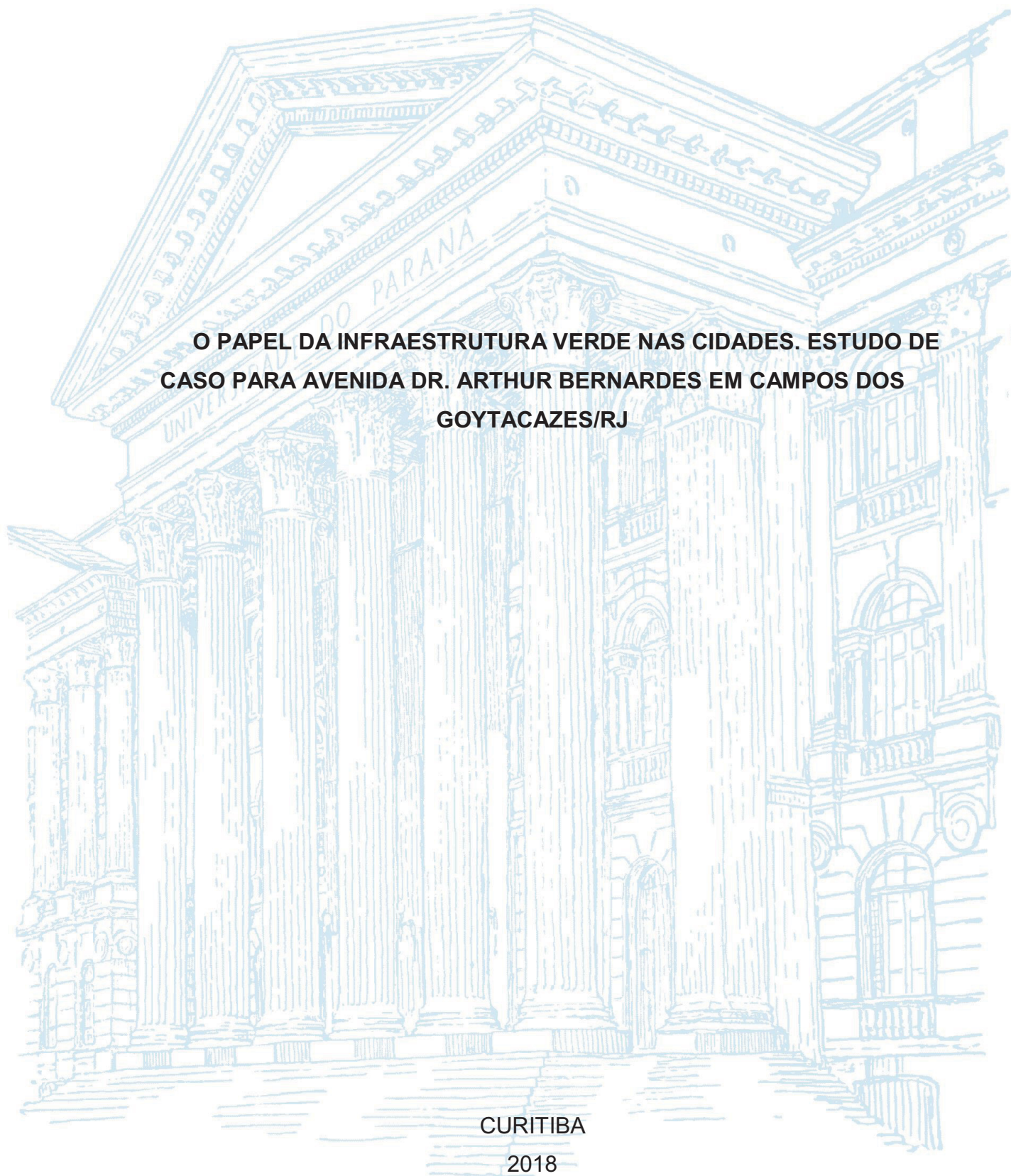
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BETÂNIA DE OLIVEIRA SANTANA

**O PAPEL DA INFRAESTRUTURA VERDE NAS CIDADES. ESTUDO DE
CASO PARA AVENIDA DR. ARTHUR BERNARDES EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES/RJ**

CURITIBA

2018



BETÂNIA DE OLIVEIRA SANTANA

**O PAPEL DA INFRAESTRUTURA VERDE NAS CIDADES. ESTUDO DE
CASO PARA AVENIDA DR. ARTHUR BERNARDES EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES/RJ**

Trabalho apresentado como requisito parcial à conclusão do Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, para obtenção do título de especialista.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a).
Greyce Charllyne Benedt Mass

CURITIBA

2018

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	05
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	07
2.1 Resiliência urbana e mudanças climáticas.....	08
2.2 Políticas públicas.....	09
2.3 Infraestrutura verde.....	11
2.4 Tipos Infraestrutura verde.....	12
2.5 Estudo de caso 1: Projetos de infraestrutura verde em Portland.....	15
2.6 Estudo de caso 2: Projetos de infraestrutura verde Yokohama, Japão.....	16
2.7 Estudo de caso 3: Projetos da cidade do México.....	17
2.8 Estudo de caso 4: Os ecoterritórios de Montreal.....	17
2.9 Estudo de caso 5: Políticas urbanas verdes em Montpellier.....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Problemas encontrados.....	20
4.2 Soluções propostas.....	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

O papel da Infraestrutura verde nas cidades. Estudo de caso para Avenida Dr. Arthur Bernardes em Campos dos Goytacazes/RJ

BETÂNIA DE OLIVEIRA SANTANA

RESUMO

O processo de industrialização desencadeou em padrão de urbanização acelerado e sem planejamento priorizando, o uso do carro em detrimento do pedestre, o que acarretou em grandes problemas socioambientais urbanos, aumentando a vulnerabilidade das cidades diante dos fenômenos causados pelas mudanças climáticas, exigindo medidas mitigadoras e de adaptação. Este trabalho ressaltava a importância da resiliência das cidades para o enfrentamento dos impactos gerados pelas mudanças climáticas e propõe-se o uso da infraestrutura verde como medida mitigadora e de adaptação. A abordagem constituirá no levantamento de referencial bibliográfico e de um diagnóstico realizado sobre a infraestrutura verde presente ao longo de um trecho da Avenida Dr. Arthur Bernardes, compreendido entre a Avenida Governador Mário Covas até Rua José Ildelfonso Evangelista Campos, localizada na Cidade de Campos dos Goytacazes/RJ. O estudo pretende contribuir com a comunidade acadêmica, a sociedade civil e também para os gestores e planejadores urbanos, que em função dos resultados poderão estabelecer princípios norteadores para um planejamento urbano e paisagístico que englobe a infraestrutura verde. Pode-se concluir por meio do diagnóstico realizado a necessidade de se estabelecer parâmetros projetuais para o projeto paisagístico das calçadas visando a implantação da infraestrutura verde.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, mudanças climáticas e resiliência urbana

ABSTRACT

The process of industrialization triggered a pattern of accelerated urbanization without prioritizing the use of the car in detriment of the pedestrian, which led to major urban socio-environmental problems, increasing the vulnerability of cities to the phenomena caused by climate change, requiring mitigating measures and adaptation. This work underscores the importance of city resilience in coping with the impacts of climate change and proposes the use of green infrastructure as a mitigating and adaptive measure. The approach will be based on a bibliographical reference and a diagnosis made on the green infrastructure present along a stretch of Avenida Dr. Arthur Bernardes, between Avenida Governador Mário Covas and Jose Ildefonso Evangelista Campos Street, located in Campos City. Goytacazes / RJ. The study intends to contribute to the academic community, civil society and also to urban planners and managers, who, depending on the results, will be able to establish guiding principles for urban and landscape planning that encompasses the green infrastructure. It can be concluded through the diagnosis made the need to establish project parameters for the landscape design of the sidewalks aiming the implantation of the green infrastructure.

Keywords: Vulnerability, climate change and urban resilience

1 INTRODUÇÃO

O conceito de infraestrutura verde é interdisciplinar abarcando diversas áreas do conhecimento como a do planejamento urbano, do sistema de transporte, do paisagismo, da biologia, da geografia, da conservação do patrimônio e da ecologia, entre outros, essa forma, engloba ações e escalas diversificadas dando margem a várias interpretações de acordo com o contexto de estudo. Pode ser definido como sendo uma teia de áreas naturais e áreas abertas responsáveis pela manutenção do equilíbrio ecológico do meio, dessa forma promovendo a preservação dos ecossistemas naturais, da vida selvagem, para a qualidade do ar e da água e para a qualidade de vida dos cidadãos (BENEDICT; MACMAHON, 2006).

A Comissão Europeia conceitua infraestrutura verde como sendo um instrumento que permite obter benefícios ecológicos, econômicos e sociais utilizando soluções baseadas na natureza, como forma de sensibilizar para as suas vantagens do uso e mobilizar investimentos. Pode-se entender como uma rede de zonas naturais e seminaturais que integra as áreas verdes e presta serviços ecossistêmicos, em que se baseiam o bem-estar e a qualidade de vida humanos (EEA, 2015).

Para Herzog (2010), o conceito pode ser entendido como um sistema de conexões que considera os elementos naturais ou projetados e que visa o equilíbrio e a conservação dos processos da paisagem, promovendo benefícios econômicos, culturais e sociais. São projetos de baixo impacto e alto desempenho e deverão ser o suporte dos ecossistemas da paisagem urbana, provedores de biodiversidade e fornecedores de abrigo para fauna e flora, exercendo múltiplas funções na sociedade (FARR, 2013).

O processo de industrialização além de ter gerado um grande incremento nas emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera impulsionou também a rápida migração do campo para as cidades resultando em um padrão de urbanização acelerado em todo o mundo cuja a falta de planejamento gerou grandes problemas socioambientais urbanos (GOBBI, 2018).

Estima-se que mais de 50% da população mundial está concentrada nas cidades (UNRIC, 2018) no Brasil esse número cresce para 84,36% (IBGE, 2010) que por sua vez concentra os ativos construídos e as atividades econômicas o que torna a um ambiente altamente vulnerável às mudanças climáticas.

A grande parte das cidades brasileiras já apresentam problemas ambientais relacionados aos padrões uso e ocupação urbana. O aumento das alterações, no ciclo hidrológico ocasionadas pelo aquecimento global tendem a intensificar os riscos existentes, tais como inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e limitações de fornecimento de água potável (PBMC, 2016).

O urbanismo tradicional foca na infraestrutura cinza direcionada para o uso do automóvel em que as ruas são projetadas para a circulação dos veículos; os sistemas de drenagem visam escoar a água de forma rápida, substituindo as áreas verdes por áreas impermeabilizadas. Essa “infraestrutura cinza” interfere e bloqueia as dinâmicas naturais, gerando vários impactos como as inundações, deslizamentos, supressão de vegetação de áreas naturais alagadas/alagáveis que prestam serviços ecológicos insubstituíveis em áreas urbanas (HERZOG, 2010; FARR, 2013; MARUYAMA; FRANCO, 2016).

O crescimento urbano mal planejado desencadeia a supressão de ecossistemas que comprometerá a resiliência das cidades às mudanças climáticas deixando-as vulneráveis a problemas tais como o aumento das ilhas de calor, poluição do ar e inundações (PBMC, 2016).

O planejamento da infraestrutura verde promove a inserção, da natureza na cidade, tornando-a mais sustentável e contribuindo para a mitigação de impactos ambientais urbanos e a adaptação, para o enfrentamento de problemas ocasionados por alterações climáticas, tais como: as chuvas mais frequentes e intensas e, incremento das temperaturas (ilhas de calor), desertificação, aniquilamento da biodiversidade (HERZOG, 2010; BRASIL, 2014).

A adoção da infraestrutura verde constitui uma forte aliada na promoção da resiliência urbana e na redução dos impactos por eventos climáticos causados pelas mudanças climáticas, constituindo uma forte estratégia mitigadora e de adaptação as mudanças climáticas.

Dentre os benefícios gerados pela sua adoção pode-se destacar o aumento da inércia térmica, pela absorção de energia sob a forma de calor, contribuindo para o conforto térmico urbano e das edificações através da redução das ilhas de calor, promoção de sombreamento, resfriamento, redução do gasto energético e aumento da vitalidade e segurança dos espaços públicos (BRASIL, 2014; HERGOZ, 2010; EPA, 2017).

Outros benefícios estão associados ao controle de enchentes, inundações e alívio da rede de coleta de águas pluviais convencional, redução da poluição das águas e na manutenção de lençol freático (BRASIL, 2014; HERGOZ, 2010; EPA, 2017).

Além dos benefícios citados anteriormente um outro relevante papel da infraestrutura verde nas cidades está no sequestro de carbono propiciado pela vegetação, ajudando a reduzir o impacto das emissões de GEE's (BRASIL, 2014; HERGOZ, 2010; EPA, 2017).

A falta de informação sobre a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pela infraestrutura verde pode levar a decisões equivocadas que envolvem perdas significativas de capital natural. Vale destacar que os custos de restauração são muito mais altos do que aqueles relacionados à preservação (PBMC, 2016).

Este artigo visou elaborar um diagnóstico qualitativo sobre a infraestrutura verde presente em um trecho da Avenida Dr. Arthur Bernardes, compreendido entre a Avenida Governador Mário Covas até Rua José Ildfonso Evangelista Campos, localizada na Cidade de Campos dos Goytacazes/RJ e as propostas de intervenção urbanística objetivando a implantação da infraestrutura verde na avenida supracitada.

Inicia-se com a discussão sobre a relação entre resiliência urbana, vulnerabilidade, os problemas socioambientais urbanos e o papel das políticas públicas e quais as estratégias relacionadas a infraestrutura verde que podem ser utilizadas para aumentar a resiliência das cidades. Em seguida em seguida, são discutidos os benefícios que a infraestrutura verde pode agregar ao ambiente urbano.

O diagnóstico contribuirá para o avanço e disseminação do conhecimento sobre a Infraestrutura verde, para a comunidade acadêmica, a sociedade civil e também para os gestores e planejadores urbanos, que em função dos resultados estabelecerão princípios norteadores para um planejamento urbano voltado para a infraestrutura verde.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Estudando o processo de urbanização ocorrido no Brasil, nas últimas décadas, observou-se uma expansão urbana direcionada para o uso de automóveis cuja principal consequência é a impermeabilização excessiva do solo resultando em problemas ambientais urbanos, como redução de áreas verdes, enchentes e deslizamentos, contaminação dos mananciais, congestionamentos de trânsito, alto consumo de energético, emissão de gases de efeito estufa (GEE), etc. (OJIMA e MARANDOLA, 2013; HERZOG, 2010).

Grande parte das cidades brasileiras já apresenta problemas socioambientais associados a padrões de desenvolvimento e transformação do espaço. A mudança do clima tende a acentuar os riscos relacionados aos perigos já existentes, como as inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e limitações no suprimento de água doce (PBMC,2016).

2.1 Resiliência urbana e mudanças climáticas

O conceito de resiliência é bem abrangente sendo utilizado em diversos campos do conhecimento e se refere à propriedade de retornar à forma original após uma deformação elástica pode ser entendido como uma capacidade adaptativa de retornar ou se adaptar as mudanças ou situações, podendo-se ser também empregada como o inverso de vulnerabilidade (LINDOSO, 2017).

FIGURA 1 – TRIÂNGULO DO RISCO



FONTE: Adaptado de Roaf; Crichton, Nicol (2009) p. 81

A redução de áreas de ecossistemas, ocasionado pela ocupação urbana sem planejamento, é um dos principais fatores que comprometem a resiliência das cidades, deixando-as mais vulneráveis aos problemas atuais e futuros, que poderão ser realçados (PBMC, 2016).

Diante do cenário das mudanças climáticas e a sua imprevisibilidade, todos estão expostos ao risco, o diferencial será o grau de vulnerabilidade ao qual os indivíduos estarão expostos (ROAF; CRICHTON; NICOL, 2009).

Segundo Ojima e Marandola (2013) a segurança das cidades brasileiras está relacionada a capacidade de mitigar os riscos através de seu planejamento levando-se em consideração três fatores: o mapeamento de ameaças, a vulnerabilidade existente e o histórico de fenômenos climáticos para a região.

Segundo a epa (2017) a resiliência urbana está baseada nas estratégias, listadas abaixo e estão relacionadas a infraestrutura verde:

-Gerenciamento de inundações: adoção de práticas e tecnologias baseadas na infiltração pelo solo, manejo da superfície de inundação.

-Enfrentamento da seca: a infiltração da água precipitada é um importante aliado no reabastecimento das reservas subterrâneas, aliviando o estresse hídrico.

-Redução das ilhas de calor urbano: através do paisagismo com ruas verdes e telhados verdes.

-Aumento da eficiência energética dos edifícios: estratégias de proteção solar das fachadas das edificações utilizando-se a infraestrutura verde.

-Redução do gasto energético para o tratamento de efluentes domésticos: captação e reuso de água de chuvas em sistemas combinados com infraestruturas verdes.

A drenagem pluvial constitui a principal causa de poluição das águas na área urbana além de gerar vulnerabilidade para as cidades no caso de um evento climático, pois em território onde as infraestruturas cinzas predominam essa água acaba não sendo absorvida e filtrada pelo solo e pelas plantas, assim como acontece em ambiente natural, tendendo a escoar pelo sistema de drenagem pluvial (EPA, 2017).

2.2 Políticas públicas

Em relação as políticas públicas no Brasil sobre as mudanças climáticas, o Ministério das Cidades tem estabelecido o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima-Estratégia de Cidades cuja a missão é a de melhorar a elaboração, implementação e gestão de políticas públicas voltadas para o recorte territorial urbano. Por meio de seus programas e ações busca tornar as cidades mais

humanas, social e economicamente justas, e ambientalmente sustentáveis, num processo participativo de gestão democrática e integração de políticas públicas de planejamento urbano, habitação, saneamento, mobilidade urbana, acessibilidade e trânsito de forma articulada com os entes federados e a sociedade (PBMC, 2016).

As políticas de desenvolvimento urbano, no Brasil, que favorecem a adaptação das cidades estão focadas no combate a segregação espacial incumbindo o Ministério das Cidades a responsabilidade em apoiar estados e municípios na formulação de um novo modelo de desenvolvimento urbano que engloba habitação, saneamento, mobilidade, acessibilidade e programas urbanos. No âmbito nacional, o Ministério das Cidades atua em cinco grandes áreas que contribuem diretamente para a redução da vulnerabilidade atual e indiretamente para a redução da vulnerabilidade futura em um cenário de mudança do clima (PBMC, 2016).

QUADRO 1 – Políticas públicas e ameaças

Política pública	Ameaça
1-Planejamento urbano e à implementação do Estatuto das Cidades, O Plano Diretor Municipal instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.	Vulnerabilidades existentes e riscos associados à ocorrência de eventos climáticos extremos no meio urbano.
2-Habitação social hoje três instrumentos: 1) urbanização de assentamentos precários (Programa de Aceleração do Crescimento – PAC); 2) a produção de habitação social em escala (Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV)); 3) regularização fundiária de interesse social.	Moradias precárias em áreas de risco sujeitas a enchente e deslizamentos. Ocupação de áreas de proteção ambiental. Outra preocupação quanto às edificações diz respeito à resistência da infraestrutura urbana diante do aquecimento global e conforto térmico, que pode impactar na a saúde da população urbana. poluentes na atmosfera), infartos, derrames, desidratações e até óbitos causados pela elevação da temperatura.
3-Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab: intervenções incluem obras e projetos de drenagem urbana sustentável, dirigidos à redução das enchentes e inundações e à melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental dos municípios; implantação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento.	Eventos climáticos extremos podem aumentar o risco de alagamento de estações de tratamento de efluentes, principalmente naquelas mais próximas aos corpos receptores, como também gerar sobrecarga na rede de esgotos e drenagem. Os sistemas formais e informais de esgotamento sanitário respondem de forma diferente ao stress dos impactos das mudanças climáticas.
4-Gestão de riscos e resposta a desastres, por meio do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres: prevenção ao risco, por meio do apoio a obras de contenção de encostas, drenagem urbana e controle de inundações, construção	Os estresses climáticos poderão desencadear em efeitos cascata nos diversos sistemas urbanos de infraestrutura, que são interdependentes entre si, como os setores de água, saneamento, energia e transporte. A vulnerabilidade desses setores às mudanças

de sistemas de captação, distribuição e armazenamento de água potável nas regiões do semiárido para enfrentamento aos efeitos da seca.	climáticas varia de acordo com seu grau de desenvolvimento, resiliência e adaptabilidade.
5-Mobilidade urbana: Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU): busca proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando o transporte coletivo e os não motorizados.	Emissão de gases de efeito estufa que ocasionam o aquecimento global que impactará no conforto térmico das cidades e na saúde e qualidade de vida das pessoas.

FONTE: PBMC (2016), adaptado pelo autor

2.3 Infraestrutura verde

O conceito de infraestrutura verde segundo Benedict; McMahon (2006) pode ser definido como sendo uma teia de áreas naturais e áreas abertas responsáveis pela manutenção do equilíbrio ecológico do meio, dessa forma promovendo a preservação dos ecossistemas naturais, da vida selvagem, para a qualidade do ar e da água e para a qualidade de vida dos cidadãos. No entanto o conceito é interdisciplinar abarcando diversas do conhecimento como a do planejamento urbano, do sistema de transporte, do paisagismo, da biologia, da geografia, da conservação, do patrimônio e da ecologia, entre outros, dessa forma engloba ações e escalas diversificadas dando margem a várias interpretações de acordo com o contexto de estudo (BENEDICT; MCMAHON, 2006).

A Comissão Europeia conceitua como sendo um instrumento que permite obter benefícios ecológicos, econômicos e sociais utilizando soluções baseadas na natureza, como forma de sensibilizar para as vantagens do uso e mobilizar investimentos. Pode-se entender como uma rede de zonas naturais e seminaturais, que integram as áreas verdes e presta serviços ecossistêmicos, em que se baseiam o bem-estar e a qualidade de vida humanos (EEA, 2015).

Para Herzog (2010) o conceito pode ser entendido como um sistema de conexões que considera os elementos naturais ou projetados e que visa o equilíbrio e a conservação dos processos da paisagem, promovendo benefícios econômicos, culturais e sociais.

O planejamento de uma infraestrutura verde propicia a integração da natureza na cidade, de modo a que venha ser mais sustentável. Favorece também a mitigação de impactos ambientais e a adaptação para enfrentar os problemas causados pelas alterações climáticas, como por exemplo: chuvas mais intensas e frequentes, aumento das temperaturas

(ilhas de calor), desertificação, perda de biodiversidade, só para citar alguns. (HERZOG, 2010 p.4)

São projetos de baixo impacto e alto desempenho e deverão ser o suporte dos ecossistemas da paisagem urbana, provedores de biodiversidade e fornecedores de abrigo para fauna e flora, exercendo múltiplas funções na sociedade (HERZOG, 2010; FARR, 2013).

A infraestrutura verde pode atuar removendo poluentes atmosféricos, reduzindo a descarga de poluentes nas águas receptoras e ainda contribuir para aumentar a eficiência energética em edificações. Um outro importante papel da infraestrutura verde está em conferir resiliência para as cidades preparando-as para o enfrentamento dos efeitos ocasionados pelos impactos das mudanças climáticas (EPA, 2017).

2.4 Tipos de Infraestrutura verde

A infraestrutura verde utiliza técnicas que fazem uso da vegetação, solos e outros elementos visando a restauração de alguns dos processos naturais para promover a drenagem urbana. Dentre as infraestruturas verdes tem-se:

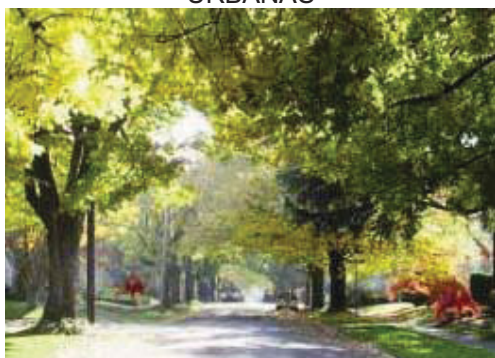
- **Canteiro pluvial:** são semelhantes aos jardins de chuva, porém mais compactos sendo muito utilizados no sistema de escoamento de edificações, localizando-se ao redor delas (INFRAVERDE, 2017; HERZOG, 2010).
- **Biovaleta** ou valetas de biorretenção vegetada: são depressões lineares cobertas por vegetação e camadas compostas por solo e elementos filtrantes que promovem uma limpeza da água da chuva ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento. Devido a essa característica é sempre associada a jardins de chuva, cuja função é facilitar o escoamento da água, enquanto as biovaletas promovem a filtração dos poluentes trazidos pelo escoamento superficial. A biovaleta retém os poluentes (INFRAVERDE, 2017; HERZOG, 2010).
- **Pavimentação permeável:** é construída com material que permite a infiltração de água por todo o passeio, principalmente pelos espaços entre os blocos, realizando a filtração, e diminuindo o escoamento superficial e ainda podem armazenar a água caso sejam projetados para tal. Esses pisos podem ser feitos de betão permeável, asfalto poroso, blocos intertravados, brita e pedriscos ou pavimentos interligados permeáveis. Podem ser usados em calçadas, vias, estacionamentos, pátios e

quintais residenciais, parques e praças, entre outros (INFRAVERDE, 2017; EPA, 2017; HERZOG, 2010).

-**Canopy de árvores urbanas** (figura 2): promovem a redução e o retardo da precipitação das águas pluviais nas folhas e ramos, além de outros benefícios, como a melhoria do microclima e na composição da paisagem e sombreamento (EPA, 2017; HERZOG, 2010).

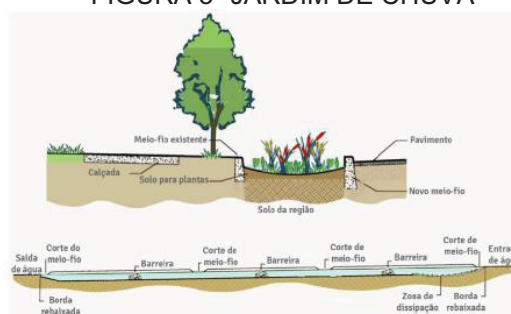
-**Jardim de chuva** é um tipo de infraestrutura verde simples e versátil que pode ser aplicada tanto para residências (coletando a água de telhados, pátios e passeios) como no meio urbano (em jardins junto às calçadas). Consiste num canteiro com plantas, formado com o rebaixamento do solo, que coletará as águas pluviais através de aberturas delimitadas em seu contorno, conforme a Figura 3.

FIGURA 2- CANOPY DE ÁRVORES URBANAS



Fonte: EPA, 2017

FIGURA 3- JARDIM DE CHUVA



Fonte: ABCP, 2018

- **Lagoa pluvial**: o princípio de funcionamento é de uma bacia de retenção de grandes volumes de água e há sempre uma quantidade mesmo que mínima de água sendo um alagado artificial. Caso se tenha um controle de adequado dessa água em relação a condições sanitárias pode ser utilizada para recreação ou de hábitat (INFRAVERDE, 2017; HERZOG, 2010).

- **Telhado e parede verde**: O telhado verde (figura 4) consiste em uma cobertura vegetal plantada sobre o telhado que contribui para a melhoria da eficiência energética da edificação, devido à baixa inercia térmica, e reduz os efeitos das ilhas de calor no ambiente urbano. Essa tecnologia pode ainda ser combinada com o sistema de captação de água de chuva para reuso. A “parede verde” (figura 5) pode ser utilizada para o sombreamento ou inclusive em projetos com pouca área

disponível para vegetação (INFRAVERDE, 2017, 2017; EPA, 2017; HERZOG, 2010).

FIGURA 4-TELHADO VERDE



Fonte: Site ecoeficientes

FIGURA 5-PAREDE VERDE EDIFICAÇÃO EM SANTIAGO DO CHILE



Fonte: o autor 2017

-Ruas verdes: trata-se de ruas onde a infraestrutura verde é incorporada ao paisagismo (figuras 6 e 7), visando além da composição da paisagem os benefícios da infraestrutura verde para armazenar, infiltrar e evapotranspirar águas pluviais. Dentre os elementos incorporados estão o pavimento permeável, biovaletas, caixas de canteiros e árvores dessa forma as ruas verdes combinam mais de uma característica para capturar e tratar águas pluviais (EPA, 2017).

FIGURA 6 RUA VERDE



Fonte: EPA, 2017

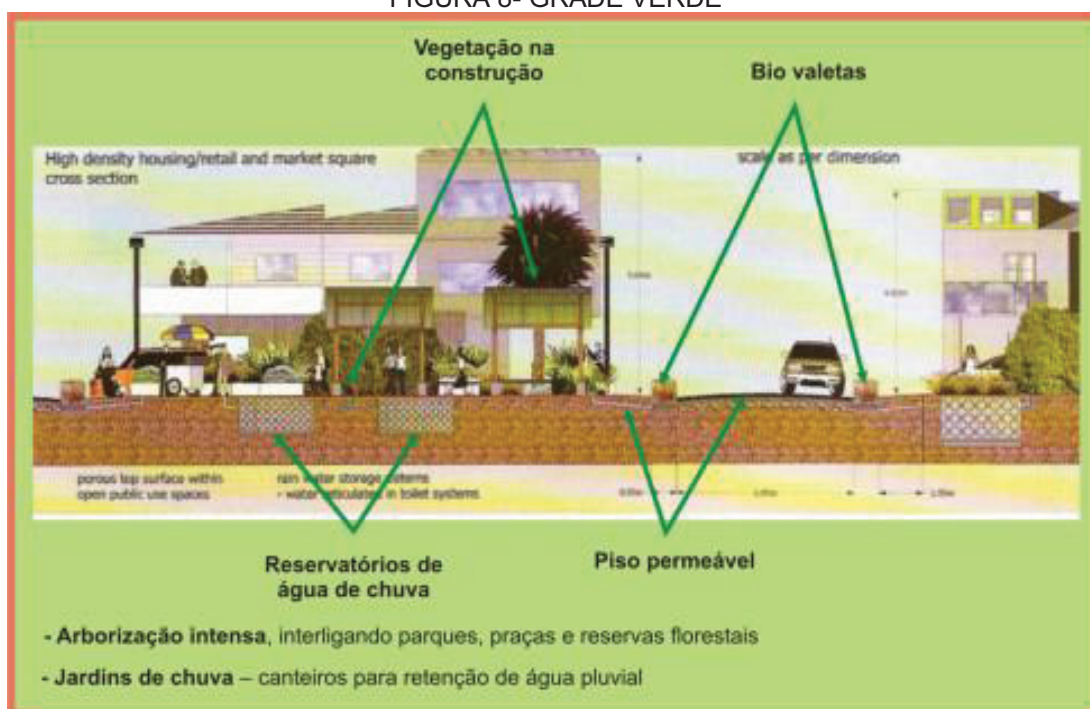
FIGURA 7- RUA EM SANTIAGO DO CHILE ÁREAS VERDES E PISO PERMEÁVEL



Fonte: o autor 2017

- Grade verde: é a combinação entre essas diferentes tipologias de infraestrutura verde, em arranjos múltiplos, como redes criadas objetivando resultados mais efetivos e eficientes, a partir da adaptação de cada conjunto de tipologias às características locais encontradas (INFRAVERDE, 2017).

FIGURA 8- GRADE VERDE



Fonte: Inverde, 2017

O planejamento da infraestrutura verde está focado em intervenções de baixo impacto na paisagem e alto desempenho construindo espaços multifuncionais e flexíveis ao contrário da infraestrutura cinza que cria espaços monofuncionais priorizando os carros, ela integra transportes alternativos, e incentiva caminhabilidade e a promoção da vitalidade dos espaços públicos, melhorando a qualidade de vida das pessoas (HERZOG, 2010; FARR, 2013).

Além disso, as infraestruturas verdes são os principais agentes sequestrantes de gás carbono no ar sendo uma importante estratégia ambiental para o combate as mudanças climáticas.

2.5 Estudo de caso 1: Projetos de infraestrutura verde em Portland

A cidade de Portland, nos estados Unidos, já foi considerada uma das cidades mais poluídas do país, atualmente é conhecida como “cidade verde”, conta com um eficiente sistema de transporte público.

Há mais de uma década a cidade de Portland (EUA) tem o planejamento voltado para a implantação da infraestrutura verde, através da fusão de políticas públicas, educação e projetos locais visando agregar as funções naturais já existente da cidade a infraestrutura verde, desfrutando dos inúmeros benefícios

trazidos por ela, usando diferentes tipologias de intervenções: jardim de chuva, canteiro pluvial, biovaleta, pavimentação permeável, lagoa pluvial, telhado verde, grade verde (ABCP, 2018).

Portland desenvolveu diversos programas focadas na implantação e manutenção das infraestruturas verdes, listados a seguir: green streets (ruas verdes) que atua no âmbito da drenagem associada a infraestruturas verdes; o Ecoroofs Program (programa telhados verdes): Além das exigências para instalações públicas, este Programa oferece subsídios de até U\$ 55 por metro quadrado de telhado verde instalado em edificações privadas que incentiva a instalações de telhado verde (ABCP, 2018).

Já o programa Green Street Stewards funciona através do voluntariado para remover o lixo e fazer a manutenção das plantas dos locais onde a infraestruturas verdes estão implantadas, evitando o entupimento do sistema; Programa de desconexão de calhas (ABCP, 2018).

O Prêmio rio limpo (o proprietário que realizar o manejo do escoamento superficial gerado pelo seu lote, poderá abater em até 100% a taxa de drenagem cobrada pelo município para a prestação dos serviços de manejo e gestão das águas pluviais) (ABCP, 2018).

Avaliando os resultados após 10 anos de implantação da infraestrutura verde, observou-se que o fluxo de picos de chuva reduziu em 85%, o volume das tempestades em 60% e a poluição medida no final da tarde entre 80 e 95%. No ano de 2006, a taxa de infiltração era muito baixa e o volume de água das chuvas que chegavam à superfície já era de 95% (ABCP, 2018).

2.6 Estudo de caso 2: Projetos de infraestrutura verde Yokohama, Japão

No ano de 2007, o distrito administrativo de Yokohama, no Japão emitiu quase 20 milhões de toneladas de CO₂. Ao longo dos anos a cidade foi sendo degradada e convertendo seus bosques e terras agrícolas em áreas urbanizadas.

O aumento em construções e superfícies pavimentadas aumentou a capacidade de absorção de calor da cidade e aumentou o seu calor reflexivo, elevando, assim, as temperaturas. Simultaneamente, a redução na área florestal e agrícola reduziu a evapotranspiração, retardando o resfriamento (BRASIL, 2014).

Uma iniciativa de proteger a biodiversidade para estabilizar o clima local, a cidade introduziu um novo sistema tributário e um mecanismo para usar a receita para conservar áreas verdes privadas, e ampliar as áreas verdes usando paredes e telhados vegetados e trabalhar com os cidadãos para reduzir as emissões residenciais de CO₂. Finalmente, criou uma meta mínima para evapotranspiração efetiva, em 30% do território total da cidade (BRASIL, 2014).

2.7 Estudo de caso 3: Projetos da cidade do México

A Cidade do México foi a primeira cidade latino-americana a implementar um Programa de Ação para o Clima. O programa geral estabelece três ações:

(1) o Programa de Telhados Verdes cuja meta é a criação de 10 mil metros quadrados de novos telhados verdes por ano (BRASIL, 2014).

(2) Programa de Recuperação dos Rios Magdalena e Eslava está melhorando as condições ambientais em dois importantes tributários e nos bairros adjacentes. Recursos financeiros adicionais

(3) Programa de Restauração de Ecossistemas e Compensação pela manutenção de Serviços Ecossistêmicos gratifica os proprietários de terra nessa área por protegerem recursos naturais essenciais e por restaurarem ecossistemas degradados. Além disso, também incentiva as comunidades a protegerem e restaurarem ecossistemas naturais ativamente (BRASIL, 2014).

2.8 Estudo de caso 4: Os ecoterritórios de Montreal

Em 2004, na cidade de Montreal foi criado o “ecoterritório” objetivando o controle da perda florestal anual. O programa contou com a participação da sociedade cível e identificou 10 áreas acima de 15 hectares, onde priorizaria a proteção e melhoria dos espaços naturais os “ecoterritórios”. Num processo participativo, proprietários de terra, podem doar suas terras para a cidade trocá-las por áreas públicas degradadas, ou conferir status de proteção a elas por um período de 30 anos (BRASIL, 2014).

2.9 Estudo de caso 5: Políticas urbanas verdes em Montpellier

A cidade de Montpellier, na França, utilizou como estratégia o uso das políticas verde urbanas para atrair investimentos em desenvolvimento e tecnologias sustentáveis. Montpellier conta com uma ampla “rede verde” de áreas protegidas que conectam os ecossistemas da cidade.

O investimento na biodiversidade trouxe dividendos para a cidade: em 2011, Montpellier foi aclamada como Capital Europeia e Francesa da Biodiversidade. A partir de da imagem criada passou a atrair empresas verdes e até organizações científicas internacionais (BRASIL, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo será dividido em três etapas sendo a primeira a revisão de literatura sobre a temática, norteando e subsidiando a elaboração do diagnóstico e das propostas de intervenção urbana a serem desenvolvidas para a Avenida Arthur Bernardes, localizada na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ.

A Avenida supracitada tem uma grande importância no anel viário da cidade conectando vários bairros e reduzindo distâncias além de ser um eixo de comércio e serviços, o que contribui muito para a sua vitalidade embora ainda pouco presente nos trechos mais novos da mesma.

Na revisão de literatura buscou-se por referências sobre infraestrutura verde, resiliência urbana, mudanças climáticas e urbanismo sustentável. As pesquisas foram realizadas em base de dados Sistema integrado de biblioteca da Universidade de São Paulo (SIBI)-Revista Labverde, Universidade do Rio de Janeiro (UERJ)-Revista direito a cidade, e publicações nos órgãos oficiais, Ministério do meio ambiente, Agência europeia do ambiente, painel brasileiro de mudança do clima (PBMC) e Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA)nacionais e internacionais além de livros, artigos científicos, trabalhos técnicos e sites confiáveis.

A segunda etapa foi a realização de um diagnóstico qualitativo da infraestrutura verde presente na Avenida Dr. Arthur Bernardes, (figura 9) no trecho entre a Avenida Governador Mário Covas e a Rua José Ildefonso Evangelista Campos, na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ.

FIGURA -9 ÁREA TOTAL DE ESTUDO



Fonte: Adaptado do Google Earth 2017

A pesquisa de campo incluiu um levantamento fotográfico e análise sobre a infraestrutura verde, presente na Av. Arthur Bernardes, baseadas nas principais referências que fundamentam essa pesquisa.

A área de estudo foi dividida em cinco setores, conforme mostrado na figura 10. O objetivo foi analisar a infraestrutura verde presentes nestes setores levando-se em consideração aspectos relevantes associados a arborização e áreas permeáveis afim de reunir informações pertinentes a elaboração do diagnóstico.

FIGURA -10 ÁREA TOTAL SETORIZADA



Fonte: Adaptado do Google Earth 2017

A terceira etapa será a discussão sobre as possíveis propostas de intervenção e princípios norteadores para a implantação da infraestrutura verde, na área de

estudo, de modo que sirva como um piloto que possa ser ampliado ao longo de toda a avenida e também para outras Avenidas da cidade.

QUADRO 2 – RESUMO DA SETORIZAÇÃO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Setorização	Extensão (km)	Uso e ocupação
Setor 1	0.78	Área de expansão urbana, lazer (caminhadas, esportes e ciclismo) e como via expressa.
Setor 2	1.1	Área de expansão urbana, lazer (caminhadas, esportes e ciclismo) e como via expressa.
Setor 3	0.85	Área residencial, lazer (caminhadas, esportes e ciclismo), via expressa, eixo de comércio e serviços como predomínio do setor de gastronomia e como via expressa.
Setor 4	0.72	Área residencial, lazer (caminhadas, esportes e ciclismo), via expressa, eixo de comércio e serviços variados e como via expressa.
Setor 5	0.72	Área residencial, lazer (caminhadas, esportes e ciclismo), via expressa, eixo de comércio e serviços variados e como via expressa.

FONTE: o autor 2018

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na pesquisa de campo realizada foi elaborado um diagnóstico sobre a infraestrutura verde presente, na área de estudo, e suas potencialidades melhoria.

A Avenida Dr. Arthur Bernardes sofreu obras de prolongamento de sua extensão, no ano de 2010, apresentando trechos antigos onde se localiza o setor 4 e trechos novos que abrangem os setores um, dois, três e cinco. Juntamente com as obras de prolongamento, foi implantada uma ciclovia, no canteiro central, que também é utilizada como pista de caminhada.

4.1 Problemas encontrados

A primeira discussão será sobre os setores um e dois por suas semelhanças projetuais. Na figura 11, o primeiro setor, localizado entre a Rodovia Governador Mário Covas (BR-101) e o primeiro retorno da Avenida Dr. Arthur Bernardes, já o segundo setor (figura 12) está compreendido entre o primeiro retorno e a Avenida José Alves de Azevedo esses setores estão localizados em uma área de expansão urbana, tratando-se de um vazio urbano.

FIGURA -11 PRIMEIRO SETOR



Fonte: Adaptado do Google Earth 2017

FIGURA -12 SEGUNDO SETOR



Fonte: Adaptado do Google Earth 2017

Nesses dois trechos a arborização segue uma padronização com uso de grupos de palmeiras intercaladas nas laterais do canteiro central e a ciclovia/pista de caminhada está centralizada como mostram as figuras 13, 14 já nas calçadas adjacentes utilizou-se ipê amarelo (figura 15).

Nas figuras 13, 14 e 15 observou-se que o paisagismo não foi pensado para priorizar o sombreamento utilizando espécies que não geram muita sombra como as palmeiras, devido a seu formato de copa, e o uso de espécies caducifólias, como o ipê amarelo, que alteram a área sombreada em função da estação climática devido a perda de sua folhagem. O canteiro central apresenta uma largura superior a 1,5 m e embora o uso de palmeiras não seja descartado a utilização de árvores de porte médio a grande seria recomendada em função do clima da cidade para propiciar um maior sombreamento (PIVETTA E SILVA FILHO, 2002; GOMES, 2012).

FIGURA 13



FIGURA 14



ARBORIZAÇÃO DOS SETORES 1 E 2

FIGURA 15



Fonte: o autor 2017

A área sombreada depende do formato da copa da árvore e seu porte podendo ocorrer mudanças no sombreamento ao longo das estações climáticas caso a árvore seja uma caducifólia é recomendável que 2/3 da área de circulação de pedestres, praças, recreação infantil e estacionamentos seja sombreado durante o verão (MASCARÓ e MASCARÓ, 2002).

Uma outra questão observada no setor 1 (figura 16) é que a drenagem pluviométrica na ciclovia/pista de caminhada é direcionada para o leito carroçável e posteriormente para a rede de drenagem convencional, não propiciando a drenagem por infiltração no solo pela área vegetada presente nas laterais do canteiro central. Vale destacar ainda que não há uma padronização de projeto e nos demais trechos a drenagem ocorre para a parte vegetada do canteiro central

FIGURA 16 DRENAGEM DA CICLOVIA



Fonte: o autor 2017

Nas figuras 17 e 18 observa-se que a arborização utilizando um alinhamento de palmeiras confere efeito estético de imponência e realça a perspectiva sem, no entanto, contribuir para a ambiência urbana e no sombreamento, diferente do que acontece com copas de árvores formando um canyon que minimizam o efeito geométrico além de gerar mais sombra (MASCARÓ e MASCARÓ 2002).

FIGURA -17 ARBORIZAÇÃO COM USO DE PALMEIRAS

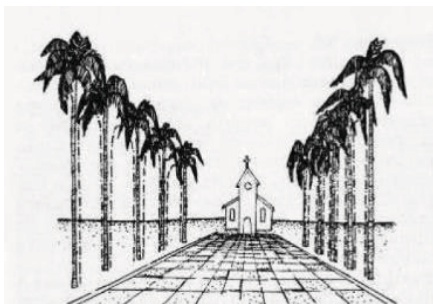
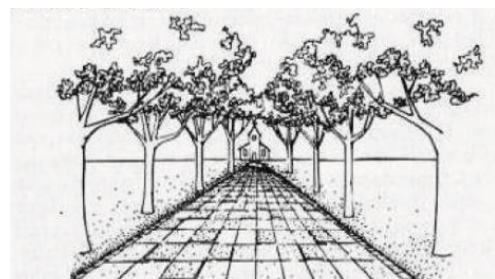


FIGURA -18 ARBORIZAÇÃO COM USO DE ÁRVORES



Fonte: Mascaró e Mascaró (2002)

Em relação ao paisagismo observa-se uma monotonia na escolha das espécies e canteiros pouco atraentes nos setores 1 e 2 (figuras 19 e 20)

FIGURAS 19 E 20 PAISAGISMO MONÓTONO



Fonte: o autor 2017

A escolha de uma única espécie tem suas vantagens, tais como facilitar o acompanhamento do seu desenvolvimento, sua manutenção e enfatizar características estéticas, (GOMES, 2012). Segundo Mascaró e Mascaró (2002), a uniformidade na escolha da espécie enfatiza as características paisagísticas tais com cor, forma, textura, perfume, no entanto do ponto de vista do conforto ambiental, em um maciço homogêneo as copas de mesma altura fornecem sombreamento e temperatura uniformes em função da espécie escolhida, já o maciço heterogêneo contribui para a biodiversidade, variação de temperatura e como barreira de vento, sendo que esse último pode ser trabalhado no projeto paisagístico para que se que se tenha a passagem da brisa fresca e sombreamento no verão, além da possibilidade do uso combinado do de espécies perenes e caducifólias para regular a insolação na estação de inverno onde uma maior insolação pode ser desejável, mas sem perder o sombreamento (MASCARÓ e MASCARÓ, 2002).

O uso de espécies homogêneas para uma mesma quadra ou ruas é recomendável podendo-se utilizar até mesmo duas espécies, sendo que uma única espécie não deve ultrapassar o limite de 10 a 15% do total da quantidade de árvores existentes em um mesmo bairro ou região, sendo recomendável um número mínimo entre 10 e 20 espécies para utilização em um plano de arborização (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002; GOMES, 2012). “Diversidade de espécies: atualmente recomenda-se como regra básica procurar densidades que não ultrapassem 30% de uma única família de árvores, 20% de um único gênero e 10% de uma única espécie” (CEMIG, 2011 p.42).

A diversificação das espécies utilizadas na arborização de ruas e avenidas visa quebrar a monotonia e criar pontos de interesse diversificados, dentro da malha urbana, além de evitar pragas e doenças (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002).

O plantio de uma só espécie ao longo de uma via ou uma área pode ser interessante, pois facilita o planejamento das intervenções na arborização, cria um belo efeito paisagístico e torna-se uma referência valiosa para a comunidade. No entanto, a diversidade é importante no planejamento global e diminui os riscos de perda da vegetação por ataque intenso de pragas ou doenças. Portanto, se a área de plantio for expressiva, o ideal é tentar atender a ambos os objetivos, alternando espécies, porém formando conjuntos. Em áreas muito expressivas devem ser previstos maciços de espécies diferentes, mesclando inclusive palmeiras e árvores, distribuídas de forma aleatória, criando efeito de bosque, com efeito paisagístico mais “natural”. Outra proposta interessante é o emprego de “coleções de plantas”, de uma mesma família, por exemplo, em um determinado espaço (CEMIG, 2011 p.43).

Em relação a controle da poluição a vegetação urbana exerce um importante papel na remoção de partículas e gases poluentes, em ruas e avenidas é recomendável uma maior densidade da vegetação, em função da queima de gases poluentes (MASCARÓ e MASCARÓ, 2002).

A arborização urbana é um elemento fundamental na composição da paisagem onde devem ser inseridas em cenários adequados e para tal escolha além dos atributos estéticos são levadas em consideração também outros fatores dentre eles o clima, características morfológicas das espécies parâmetros projetuais que irão interferir na ventilação urbana e iluminação (MASCARÓ e MASCARÓ, 2002).

O setor 3 (figura 21) localiza-se entre a Avenida José Alves de Azevedo e a rua Doutor Beda e o uso e ocupação do entorno é composto por residências e apresenta uma expressiva rede de comércio voltada para a gastronomia.

Neste trecho a arborização é diversificada, com espécies ainda em crescimento no canteiro central de árvores e palmeiras e nas calçadas adjacentes (figura 22). algumas árvores adultas. Em relação a arborização o projeto segue com as mesmas semelhanças dos setores 1 e 2.

FIGURA -21 SETOR 3



FIGURA -22 ARBORIZAÇÃO NO SETOR 3



Fonte: o autor 2017

O setor 4 (figura 23) situa-se entre a ruas Doutor Beda e Doutor João Maria e o entorno é composto por residências, prédios e uma rede de comércio. Esse é um trecho mais antigo, da avenida, apresentando uma arborização com espécies mais velhas e de porte médio a alto (figura 24 e 25).

FIGURA -23 SETOR 4



Fonte: Adaptado do Google Earth 2017

FIGURAS -24 E 25 ARBORIZAÇÃO DO SETOR 4



Fonte: o autor 2017

Dentre os problemas encontrados observa-se o espaço inadequado para as raízes das árvores e o uso de espécies com raízes não pivotantes (figuras 26, 27 e 28) tanto no canteiro central tanto nas calçadas, sendo prejudicial as espécies, que sofrerão inibição do crescimento e afloramento superficial de suas raízes que por sua vez interferirá no processo de absorção de água e nutrientes e

consequentemente em sua atividade biológica, (CEMIG, 2011; SEITZ, 1996) e causando danos como o levantamento e a destruição de das calçadas.

FIGURA -26 PASSEIO DANIFICADO E AUSÊNCIA DE ÁREA DE CRESCIMENTO.



FIGURAS -27 E 28 ÁRVORES COM RAÍZES NÃO PIVOTANTES



Fonte: o autor 2017

Uma outra questão está relacionada a compactação do solo que reduz os espaços disponíveis para a circulação de ar e água no solo, dificultando, portanto, o crescimento das raízes. Camadas impermeabilizantes na superfície do solo (asfalto, calçadas de cimento etc.) impedem a entrada de água no solo e dificultam as trocas gasosas, prejudicando o desenvolvimento da microfauna e da microflora (CEMIG, 2011)

O afloramento de raízes, quando não é uma característica inerente da espécie, é motivado pela redução da aeração da camada superficial do solo, quer pela impermeabilização ou compactação, quer pela existência de lençol freático alto, entre outros motivos (SANTOS NETO, 2018)

A área livre de pavimentação ao redor da muda, ou simplesmente, área de crescimento, deve ser de no mínimo de 1m², sendo desejável canteiros maiores para evitar futuros problemas com as raízes (PIVETTA E SILVA FILHO, 2002; GOMES, 2012). “as áreas permeáveis na base das árvores (canteiro) devem ser proporcionais ao porte das árvores. As recomendações de canteiros devem ser apresentadas de acordo com as características das ruas do município (GOMES, 2012 p.11)”.

Plantio de árvore próximo a bueiros (figura 29) causando obstrução por folhas e o risco de causar danos a rede convencional de coleta de águas pluviais.

FIGURA -29 PLANTIO PRÓXIMO A BUEIROS



Fonte: o autor 2017

Nas figuras 30 e 31 pode-se observar um exemplo de manejo inadequado, evidenciado por podas severas nas árvores, em especial nas árvores mais antigas e de copas mais altas e densas, localizadas no canteiro central.

FIGURA -30 EXEMPLO DE MANEJO INADEQUADO



Fonte: o autor 2017

FIGURA31 EXEMPLO DE MANEJO INADEQUADO



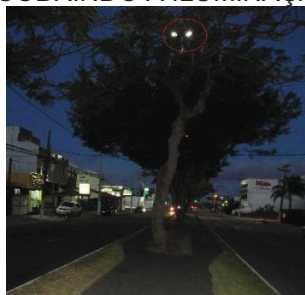
Fonte: o autor 2017

As podas severas podem gerar consequências para as árvores tais como a compartimentalização incompleta, que causa problemas de estabilidade da árvore e ainda podem induzir uma profusão de brotos epicórmicos, alterando a arquitetura da copa e por consequência alterando também o sombreamento gerado pela mesma (SÃO PAULO, 2012).

Na figura 32, observa-se a interferência das copas das árvores, mais altas e antigas do canteiro central, na iluminação.

No entanto os postes de iluminação altos e com fiação subterrânea possibilitam a utilização de espécies de copa, mais densa, desde que com planejamento adequado, levando-se em consideração o tipo de raízes, a arquitetura da copa e o espaçamento entre os indivíduos para a locação adequada dos postes para não causar deficiência de iluminação devido a locação inadequada do poste como ocorre na figura 33.

FIGURA-32 COPA DA ÁRVORE ENCOBRINDO A ILUMINAÇÃO



Fonte: o autor 2017

FIGURA- 33 LOCAÇÃO INADEQUADA DO PÓSTE



Fonte: o autor 2017

O setor 5 (figura 34) é caracterizado pela existência de longos trechos com áreas totalmente desprovidas de sombreamento e sem nenhuma arborização. figuras 35 e 36. Vale destacar que essa área aparentou ser pouco frequentada por pedestres e ciclistas se comparada com os demais setores.

FIGURA -34 SETOR 5



Fonte: Adaptado do Google Earth 2017 2017

FIGURA -35 AUSÊNCIA DE ARBORIZAÇÃO



Fonte: o autor 2017

FIGURA- 36 AUSÊNCIA DE ARBORIZAÇÃO



Fonte: o autor 2017

A importância e influência, da composição paisagística, para a ambiência urbana é explorada por Mascaró e Mascaró, (2002) ao realizar um comparativo entre ruas sem vegetação e ruas com vegetação. Nas ruas sem vegetação os muros estreitam o espaço, ao passo que as ruas com vegetação protegem o muro ampliando psicologicamente os espaços, contribuindo para a melhoria da ambiência urbana.

A presença da vegetação, dependendo do seu porte em relação a edificação, pode criar planos que organizem e dominem o espaço urbano através da unificação, ou tornar uma cobertura aconchegante para quem passa por suas copas (MASCARÓ e MASCARÓ, 2002 p.23).

Em uma análise geral observou-se ao longo da avenida a impermeabilização do solo, nas vias, ciclovia e calçadas com pelo uso de pisos não drenantes e que a infraestrutura verde presente não foi bem planejada.

Uma outra questão é o conflito entre pedestres e bicicletas por dividirem o mesmo espaço, em trechos onde se tem uma faixa única, no canteiro central que a princípio foi projetado para abrigar a ciclovia.

Embora obras de saneamento foram realizadas durante a abertura dos novos trechos da Avenida Arthur Bernardes no ano de 2010 como visto na figura 37 a questão ainda se mostra vulnerável como fica evidenciado na figura 38 onde chuvas mais intensas geram alguns alagamentos como ocorrido em 14/03/2017 trecho entre rua Dr. Beda até a Avenida Dr. Arthur Bernardes.

FIGURA 37 OBRAS DE SANEAMENTO



Fonte: Site Prefeitura municipal de Campos dos Goytacazes

FIGURA 38 ALAGAMENTOS

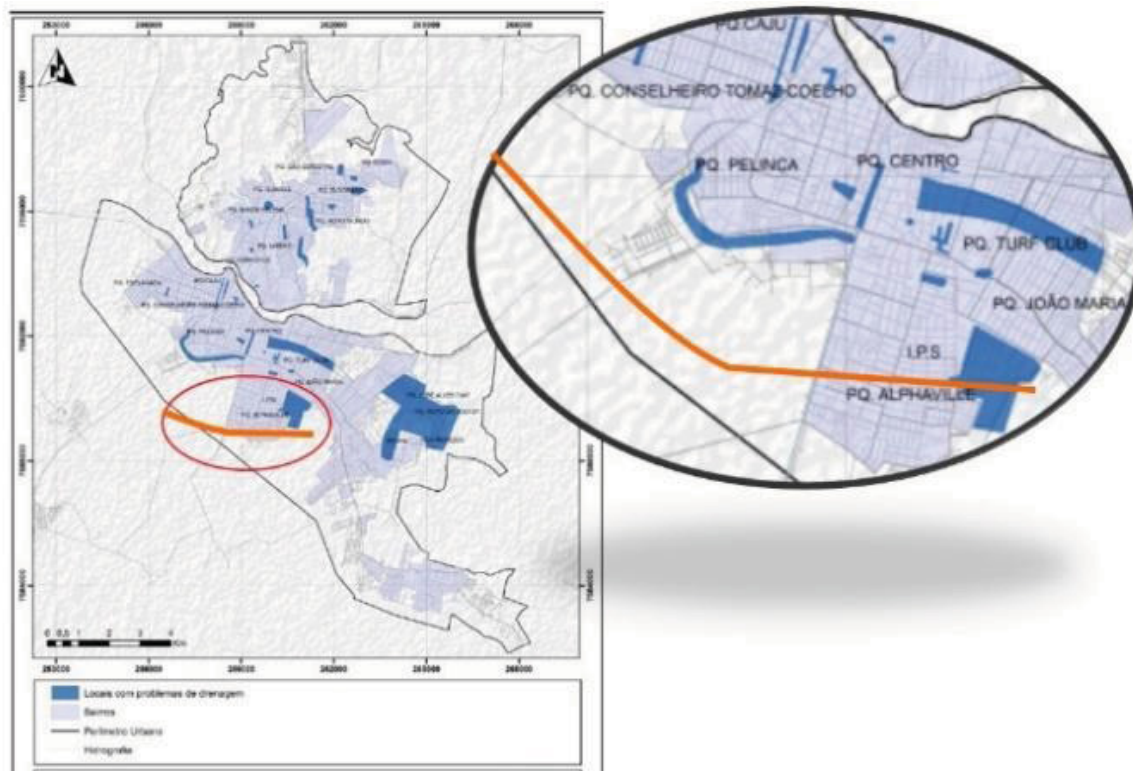


Fonte: site sFn noticias

No caso da cidade de Campos o sistema de drenagem ocorre através de microbacias, localizadas na área urbana e nos distritos, controlado por um sistema de comportas. A vulnerabilidade ocorre no caso de maiores vazões ocasionados por

chuvas mais intensas causando alagamento sem pontos já mapeados (figura 39) pela cidade.

FIGURA 39– MAPA DE ALAGAMENTO DA CIDADE DE CAMPOS DOS GOYTACAZES



Fonte: CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

A cidade de Campos dos Goytacazes/RJ não possui um PDAU (Plano diretor municipal na Seção II que fala da criação, proteção e recuperação de áreas verdes, em seu artigo 56 que trata das ações e medidas de planejamento e dentre elas no item VIII está a elaboração do plano diretor de arborização e de áreas verdes urbanas para todo o município. Esse seria um importante instrumento de planejamento e gestão de infraestruturas verdes e de arborização urbana, seu conteúdo devendo constar de um inventário da arborização com detalhada de aspectos biológicos e morfológicos das espécies, porte, poda, manutenção (PLANO DIRETOR DE CAMPOS DOS GOYTACAZES).

O reconhecimento da necessidade de gerenciar nossos ativos naturais - árvores, solos, água e habitats - como parte de nossa infraestrutura verde é vital para a criação de lugares habitáveis e paisagens saudáveis. Mas as decisões de gestão de terras sobre como criar planos, onde investir dinheiro e como tirar o máximo desses investimentos são complexas, influenciadas por diferentes paisagens, metas e partes interessadas (HERZOG, 2010 p.4)

4.2 Soluções propostas

Um modelo de layout paisagístico que seria ideal para a área de estudo seria o mostrado na figura 40 com árvores e área verde centralizadas no canteiro central com ciclovias nas laterais e borda vegetada.

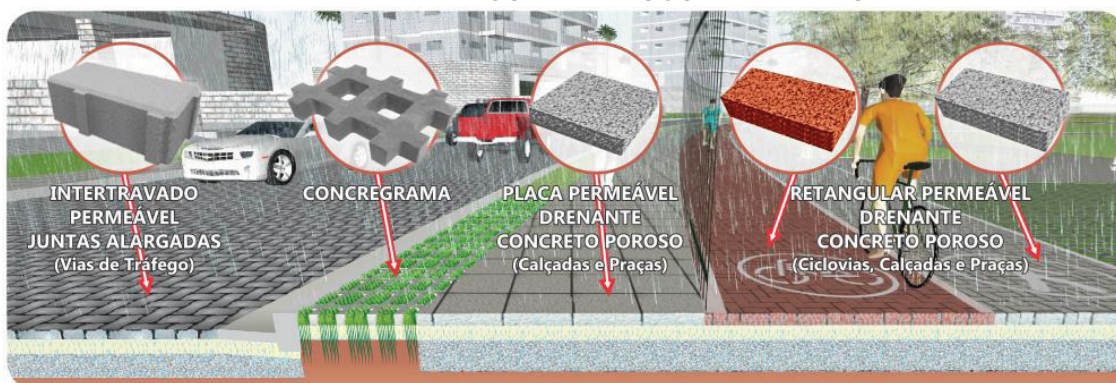
FIGURA -40 PAISAGISMO DA AV. CERRO AZUL, MARINGÁ-PR



Fonte: site Maringá post 2017

Propor-se substituição os pisos não drenantes por pisos drenantes na ciclovia e calçadas, nas próximas intervenções urbanísticas tais como o concregrama, intertravado permeável, placa drenante ou concreto permeável (figura 41).

FIGURA -41 PISOS DRENANTES



Fonte: Adriaarq.blogspot, 2014

O uso de pisos drenantes se comparado ao plantio de grama se mostra ecologicamente mais correto por eliminar o consumo de água, que seria demandada nas irrigações, evitando emissões de gases que seriam liberados no transporte de água e nas manutenções pelo uso de máquinas de corte

A pesar da evidência de um melhor desempenho, o paisagismo que conserva energia adota o critério de minimizar as áreas gramadas. O maior problema energético dos gramados é que eles consomem combustíveis fósseis nas máquinas de corte e água em grandes quantidades e nem sempre disponíveis.

Um outro problema ocasionado pelos grandes gramados, do ponto de vista energético, é que não protegem as fachadas dos edifícios, nem os usuários dos espaços públicos tão pouco seus carros (MASCARÓ e MASCARÓ ,2002 p.107).

Propõe-se diversificação das espécies pelo uso de maciços heterogêneos devido aos seus benefícios ambientais e paisagísticos.

Em áreas muito expressivas devem ser previstos maciços de espécies diferentes, mesclando inclusive palmeiras e árvores, distribuídas de forma aleatória, criando efeito de bosque, com efeito paisagístico mais “natural”. Outra proposta interessante é o emprego de “coleções de plantas”, de uma mesma família, por exemplo, em um determinado espaço (CEMIG, 2011, p.43).

Para a escolha das espécies vegetais deve-se considerar os seguintes parâmetros ((MASCARÓ e MASCARÓ, 2002; SÃO PAULO, 2012.:

1. A estrutura radicular, preferindo-se pivotantes, cujo crescimento ocorre perpendicular ao solo “buscando a profundidade” o que garante que não serão causados danos a parte pavimentada.
2. O porte, no caso o canteiro central permite a utilização de portes maiores, de médio e o grande, pois a rede elétrica é subterrânea não havendo problemas de incompatibilidade e os devidos cuidados com a rede subterrânea sejam respeitados. E ainda atentar para o espaçamento adequado entre os indivíduos para não causar problemas de iluminação e sinalização. Em relação ao porte, folhagem e espaçamento a proposta é mesclar tipologias de forma harmônica, no projeto paisagístico, para obter áreas ensolaradas e sombreadas, diversificando espécies, em vez de usar uma única espécie, como estratégia projetual para conferir pontos de interesse e contemplação e quebrar a monotonia. O uso de espécies caducas, será utilizado com parcimônia pois aumenta os custos com varrição e a redução de sombreamento na época de sua desfolha.
3. A arquitetura da copa é fundamental, pois seus galhos não devem interferir na visualização da sinalização ou estarem em um raio de ação onde haja a possibilidade de serem atingidos por veículos, as tipologias de copa globosa e flambeliformes se mostram as como sendo as melhores escolhas.
4. Uma outra questão a ser levada em consideração é a distância de cruzamentos para não ocasionar problemas de visibilidade e comprometer a segurança.

Propõe-se ainda a inclusão de alguns mobiliários urbanos como bancos e bicicletários, que se adequados ao espaço que não tem proporções generosas.

QUADRO 3- ESPÉCIES PROPOSTAS PARA A ARBORIZAÇÃO

Espécie		Porte	Arquitetura da copa	Folhagem
Nome vulgar	Nome científico			
Pau ferro	<i>Caesaloinia férrea</i>	Grande	Globosa	Perene
Açoita cavalo	<i>Luehea divarigata</i>	Grande	Globosa	Caduca
Sibipuruna	<i>Caesalpinia peotophoroides</i>	Grande	Flambeliforme	Caduca
Ipê amarelo	<i>Tabebuia Crusotricha</i>	Médio	Globosa	Caduca
Pau cigarra	<i>Senna multijuga</i>	Médio	Flambeliforme	Perene
Urucum	<i>Bixa Orellana</i>	pequeno	Globosa	Perene
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i>	Médio	Globosa	Perene

Fonte: Site árvores do Brasil

Propõe-se diversificação das espécies pelo uso de maciços heterogêneos devido aos seus benefícios ambientais e paisagísticos.

Recomenda-se a adequação da área destinada as raízes e o uso de grades (figura 42) para proteger as raízes e garantir a passagem de pedestres e bicicletas. Há diversos modelos

FIGURA -42 GRADES



Fonte: Blog do Eusebio Pizzutti

FIGURA -43 GRADES



Fonte: Blog do Eusebio Pizzutti

Nos passeios, deve-se plantar apenas espécies com sistema radicial pivotante - as raízes devem possuir um sistema de enraizamento profundo para evitar o levantamento e a destruição de calçadas, asfaltos, muros de alicerces profundos. Ressalta-se que no meio urbano, mesmo árvores com raízes pivotantes, podem apresentar raízes superficiais devido às condições do solo ou por área livre de crescimento insuficiente (GOMES, 2012 p.10).

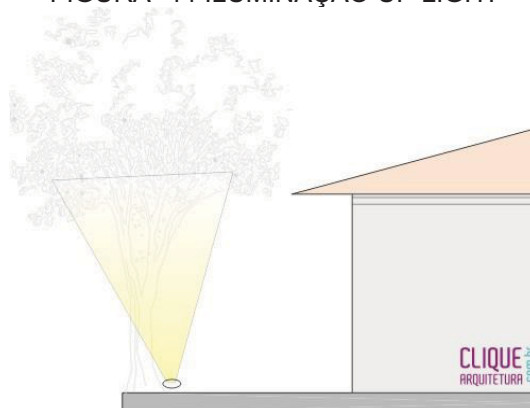
A compatibilização entre os projetos de arborização em função do levantamento topográfico, que permite distribuir o espaçamento dos indivíduos

levando-se em consideração as interferências tais como os postes de iluminação, do mobiliário urbano, afim de se evitar obstrução de bueiros por folhas e danos as redes de abastecimento de água, de coleta de esgoto e a convencional de coleta de águas pluviais. A GEMIG (2011) sugere que a locação da árvore deva ser compatível com o mobiliário urbano, bueiros, hidrantes, entradas de garagens, passagem de pedestres, entre outros e localizada à dois metros de bueiros e a 60 centímetros de tubulações subterrâneas.

Recomenda-se a distância de adequação da arborização em locais, onde a fiação é subterrânea, ou onde há rede de água esgoto é feita somente a uma distância mínima de 1 a 2m para evitar problemas. As raízes podem obstruir canalizações” (PIVETTA E SILVA FILHO, 2002; p.9).

Para melhorar a interferência da copa da árvore na iluminação propõe-se o uso e refletores em up light (figura 44) no canteiro central para resolver essa deficiência.

FIGURA -44 ILUMINAÇÃO UP LIGHT



Fonte: clique arquitetura

QUADRO 4 – RESUMO DO DIAGNÓSTICO

Problemas	Soluções	Resiliência e adaptação as mudanças climáticas (Epa, 2017)
Impermeabilização do solo pelo uso de pavimentação não drenantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de pisos drenantes. - Uso de infraestruturas verdes para aumentar a área permeável. - Criação de canteiros nas calçadas. 	Gerenciamento de inundações: adoção de práticas e tecnologias baseadas na infiltração pelo solo, manejo da superfície de inundação
Conflito entre pedestres e ciclistas em alguns trechos.	<ul style="list-style-type: none"> - Readequação do layout do canteiro central. 	Redução das ilhas de calor urbano: através do paisagismo com ruas verdes e telhados verdes.

Manejo inadequado das espécies arbóreas.	– Elaboração de um manual de arborização e plano de manejo.	Redução das ilhas de calor urbano: através do paisagismo com ruas verdes e telhados verdes
Iluminação deficitária devido a encobrimento pela copa das árvores.	– Readequação da iluminação do canteiro central.	–
Sistema de drenagem de águas pluviais em alguns trechos o escoamento está totalmente direcionado para a rede para a rede coleta convencional.	– Readequação de projeto visando utilizar também a infraestrutura verde.	Enfrentamento da seca: a infiltração da água precipitada é um importante aliado no reabastecimento das reservas subterrâneas, aliviando o estresse hídrico.
Paisagismo pouco atraente.	– Elaboração de um projeto paisagístico. – Diversificação de espécies.	Redução das ilhas de calor urbano: através do paisagismo com ruas verdes e telhados verdes

FONTE: o autor 2018

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada vez mais tem se discutido a temática relacionada as mudanças climáticas, e sua visibilidade tem aumentado por causa do incremento na frequência e intensidade dos eventos climáticos como as fortes tempestades, os ventos, as ressacas marítimas e de períodos de secas prolongadas. Tais eventos quando ocorrem em áreas urbanizadas são de alto potencial destrutivo e de grandes proporções, devido à forma como a ocupação urbana interferiu nos processos e fluxos naturais.

A infraestrutura verde pode contribuir para a adaptação de áreas urbanas para enfrentar ocorrências climáticas ao converter áreas cinzas que causam impactos ecológicos em elementos que imitem os processos naturais. Além disso, a infraestrutura verde traz benefícios reais para as pessoas, ao transformar a paisagem urbana em áreas vivas, tornando o espaço urbano mais atrativo e estimulando a caminhabilidade.

Um outro benefício que a infraestrutura verde propicia é o sequestro de carbono pela vegetação e a redução de emissões pelo uso de transportes alternativos, caminhada e ciclistas.

A Infraestrutura verde torna-se uma nova medida perante aos problemas causados pelas mudanças climáticas nas cidades, em especial aos relacionados a drenagem visando conferir uma maior resiliência para a cidade. Trata-se de uma

forte estratégia de mitigação e adaptação e está em comunhão com os princípios do urbanismo sustentável.

A área de estudo escolhida no município de Campos dos Goytacazes/RJ apresenta trechos em expansão que serão posteriormente ocupados aumentando a área impermeabilizada do solo e conseqüentemente a demanda do sistema convencional de drenagem pluvial. Desse modo, a infraestrutura verde para as calçadas é de grande importância para os problemas ambientais, em especial no que se refere a drenagem pluvial por apresentar um trecho caracterizado com problemas de drenagem, conferindo uma maior resiliência para a cidade em relação aos alagamentos.

Conclui-se que a área estudada necessita de intervenções urbanísticas e paisagísticas para adaptar a infraestrutura verde presente de modo que possa desempenhar o seu importante papel na construção da resiliência da área em questão.

A área de estudo serviu como um piloto para a elaboração do diagnóstico qualitativo e também para traçar parâmetros projetuais para calçadas e canteiro central, incorporando a infraestrutura verde. Os parâmetros traçados poderão ser aplicados aos demais trechos da avenida que não foram incluídos no estudo.

A metodologia usada no diagnóstico e as propostas de intervenção poderão ser replicadas para outras avenidas e ruas da cidade visando ampliar a infraestrutura verde.

Para os futuros trabalhos propõe-se a elaboração de um plano de arborização urbana para a cidade de Campos dos Goytacazes onde constará os parâmetros tais como a especificação das espécies arbóreas mais indicadas para cada caso e o plano de manutenção e manejo das espécies arbóreas.

No que se refere ao projeto urbanístico devem ser criados os parâmetros projetuais das calçadas e canteiro central incorporando as tipologias de infraestrutura verdes propostas pelo estudo realizado (canopy de árvores, canteiro pluvial, pisos permeáveis).

Referências

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland Programa Soluções para Cidades. **CONTROLE DE INUNDAÇÕES PROGRAMA RUAS VERDES DE PORTLAND – EUA**. Controle de inundações, 2018.

BANCO MUNDIAL. **Guia da Adaptação à Mudança Climática nas Cidades**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/planonacionaldeadaptacao>> . Acesso em 09/10/2017.

Belo Horizonte: Cemig / Fundação Biodiversitas, 2011. 112 p

BENEDICT, M; MCMAHON, E. **Green Infrastructure. Linking Landscapes and Communities**. Londres, Island Press, (2006).

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Comp.). **Panorama da Biodiversidade nas Cidades: Ações e Políticas** Avaliação global das conexões entre urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Brasil, 2014. 70 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/cidades-sustentaveis/category/138-geral>>. Acesso em: 10 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: volume 2: estratégias setoriais e temáticas: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente. --. Brasília: MMA, 2016. 2 v.

CEIVAP – **Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Plano Regional de Saneamento com base municipalizada nas modalidades água, esgoto e drenagem urbana. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/saneamento/campos/Diagnostico-Setorial-4.pdf>

CEMIG-Companhia Energética de Minas Gerais. **Manual de arborização**.

EEA. AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE: **Infraestrutura verde: viver melhor graças a soluções baseadas na natureza**. Dinamarca: Agência Europeia do Ambiente (eea), 14 dez. 2015. Trimestral. Entrevista com A Gorm Dige em Infraestrutura Verde e Os Problemas Que Enfrenta na Europa. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/pt/articles/infraestrutura-verde-viver-melhor-gracas>>. Acesso em: 10 out. 2017.

FARR, D. **Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza**. 1 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

GOBBI, Leonardo Delfim. Urbanização brasileira. **Globo.com: Educação geografia**. Rio de Janeiro. ago. 2018. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

GOMES, Paula Broering (Org). **MANUAL PARA ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA**. Paraná, 2012. Disponível em:<

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/942537>>. Acesso em 10/09/2017

HERZOG, C. P. **Guaratiba verde: subsídios para o projeto de infraestrutura verde em área de expansão urbana na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UFRJ / FAU, 2009.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. São Paulo: **Revista Labverde**, n. 1, p. 92-115, 2010. < <http://www.periodicos.usp.br/revistalabverde/article/view/61281>>. Acesso em 23 de mar de 2017.

IBGE. **Censo 2010**.< <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em 27 de ago de 2018.

IPCC, 2012: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 p. Disponível em:< https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf>. Acesso 18 Out 2017.

LINDOSO, Diego Pereira. **Vulnerabilidade e resiliência: Potenciais, convergências e limitações na pesquisa interdisciplinar**. Ambiente. soc. São Paulo, v. 20, n. 4, p. 127-144, dezembro de 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2017000400127&lng=en&nrm=iso>. acesso em 05 de jan. de 2018.

MARUYAMA, Cintia Miua; FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. PAVIMENTOS PERMEÁVEIS E INFRAESTRUTURA VERDE. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S.l.], v. 4, n. 9, dez. 2016. ISSN 2317-8604. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades_verdes/article/view/1384>. Acesso em: 18 Out. 2017.

MASCARÓ, Lucia E. A. R.; MASCARÓ, Juan Luís. **Vegetação urbana**. 1a. ed. Porto Alegre: UFRGS, FINEP, 2002. v. 1.

OJIMA, R.; MARANDOLA Jr. E. **Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social**. São Paulo: Blucher, 2013.

PBMC. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Mudanças Climáticas e Cidades: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. Rio de Janeiro: Coppe – UFRJ, 2016. 120 f. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf>. Acesso em: 18 out. 2017.

PIVETTA, Kathia Fernandes Lopes; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira da. **Arborização urbana**. Jaboticabal: Unesp, 2002. 69 p. Disponível em:<

http://www.uesb.br/flower/alunos/pdfs/arborizacao_urbana%20Khatia.pdf>. Acesso em: 18 out. 2017

Plano diretor da cidade de Campos dos Goytacazes. Disponível em:<<http://www.campos.rj.gov.br/plano-diretor.php>>. Acesso em 10/09/2017

ROAF, Sue; CRICHTON, David; NICOL, Fergus. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: Um guia de sobrevivência para o século XXI**. São Paulo: Bookman, 2009. Trad.; Alexandre Salvaterra.

SANTOS NETO, Mário Meirelles dos. **GUIA DE ORIENTAÇÃO DE PODAS EM ÁRVORES EM ÁREAS URBANA**. Catanduva: Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura, 2018. Disponível em: <<http://www.catanduva.sp.gov.br/DynamicFiles/File/DOWNLOADS/2018/guiasobrepodas.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

SÃO PAULO. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. **Manual técnico de poda de árvores**. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/manualtecnico_poda_v11_150_1354216796.pdf>. Acesso em: 22 maio 2018.

SEITZ, Rudi Arno. **A Poda de Árvores Urbanas**. In: 1º CURSO EM TREINAMENTO SOBRE PODA EM ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS E DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1996, Piracicaba. **Curso**. 1996: Ipef, 1996. p. 1 - 27. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/curso_arborizacao_urbana/cap07.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2017.

Sites consultados

[Adapta clima. http://adaptaclima.mma.gov.br/cidades-no-contexto-da-mudanca-do-clima](http://adaptaclima.mma.gov.br/cidades-no-contexto-da-mudanca-do-clima)

[Adriarq.blogspot.https://adriarq.blogspot.com/2014/11/piso-drenante-placa-drenante-pisos.html](https://adriarq.blogspot.com/2014/11/piso-drenante-placa-drenante-pisos.html)

[Arborização urbana. http://www.arborizacaourbana.com/](http://www.arborizacaourbana.com/)

[Árvores no Brasil. http://www.arvoresbrasil.com.br/](http://www.arvoresbrasil.com.br/)

[Blog do Eusébio Pizzutti.http://eusebiop.zip.net/arch2012-04-15_2012-04-21.html](http://eusebiop.zip.net/arch2012-04-15_2012-04-21.html)

[click arquitetura. http://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/efeitos-de-iluminacao.html](http://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/efeitos-de-iluminacao.html)

[Ecoeficientes. http://www.ecoeficientes.com.br/tag/telhado-verde](http://www.ecoeficientes.com.br/tag/telhado-verde)

EPA-Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos EPA. <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure>

http://www.campos.rj.gov.br/exibirNoticia.php?id_noticia=1846

<http://www.sfnoticias.com.br/temporal-provoca-alagamentos-em-varios-pontos-de-campos-2>

http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/07/AF_Inic%20Insp04%20PORTLAND%20revitalizacao%20de%20ruas_web.pdf

[https://www.eea.europa.eu.](https://www.eea.europa.eu)

Infraverde. <http://infraverde.com.br>

Inverde. <https://inverde.wordpress.com>

Island Press. <https://islandpress.org>

Maringá Post. <https://maringapost.com.br/cidade/2017/10/14/avenidas-horacio-raccanello-gastao-vidigal-e-carlos-correia-borges-terao-ciclovias/>

Centro regional de Informação das Nações Unidas - UNRIC, 2018. <https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>