

ESTUDO PRELIMINAR DO POTENCIAL DE PURIFICAÇÃO  
DA ÁGUA DE CHUVA DE DUAS ESPÉCIES DE PLANTAS  
UTILIZADAS NO TELHADO VERDE

Daniele de Andrade Villarim Lima

São Paulo, 2018.

# IMPACTOS CAUSADOS PELO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO AO MEIO AMBIENTE

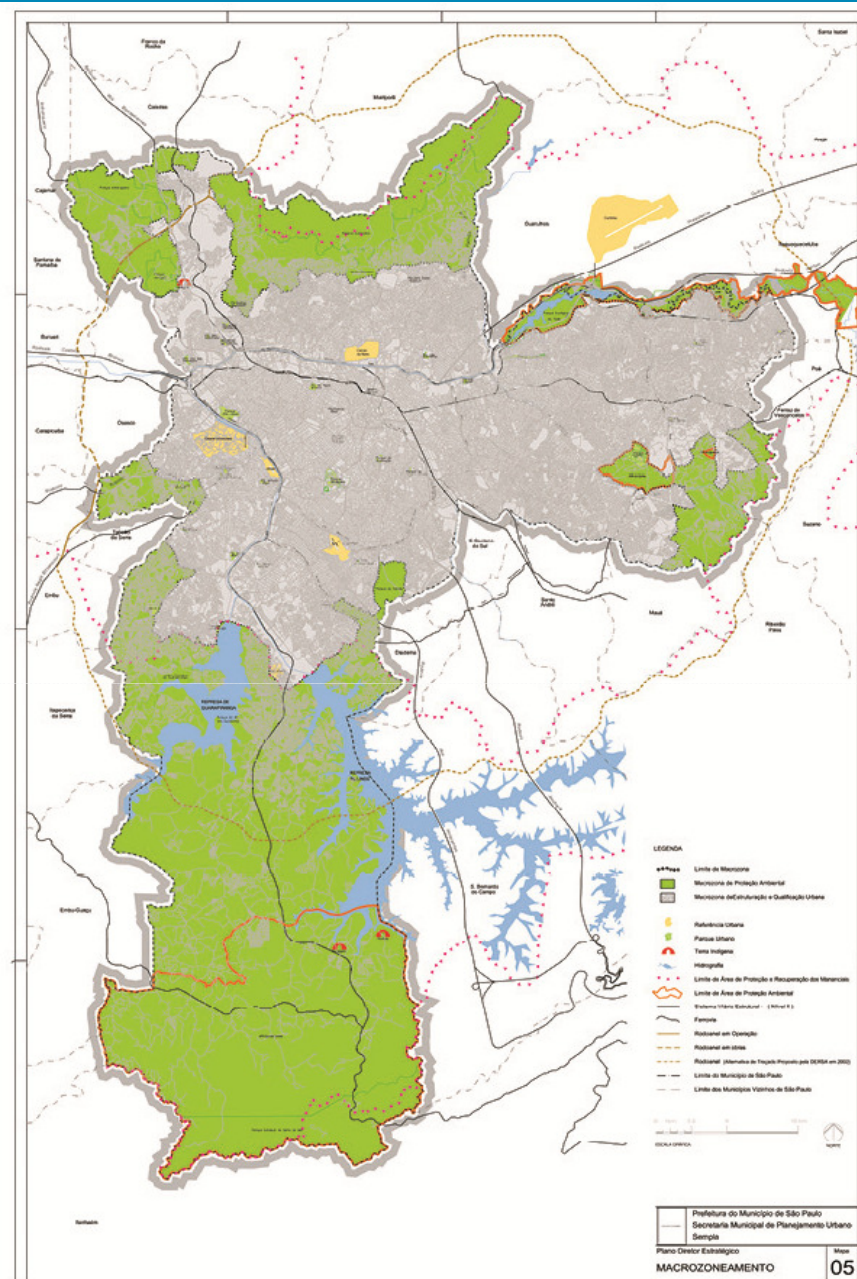
- Verticalização / Impermeabilização do Solo



Fonte: Intacta Engenharia, 2016.



Fonte: Cancion, 2011.

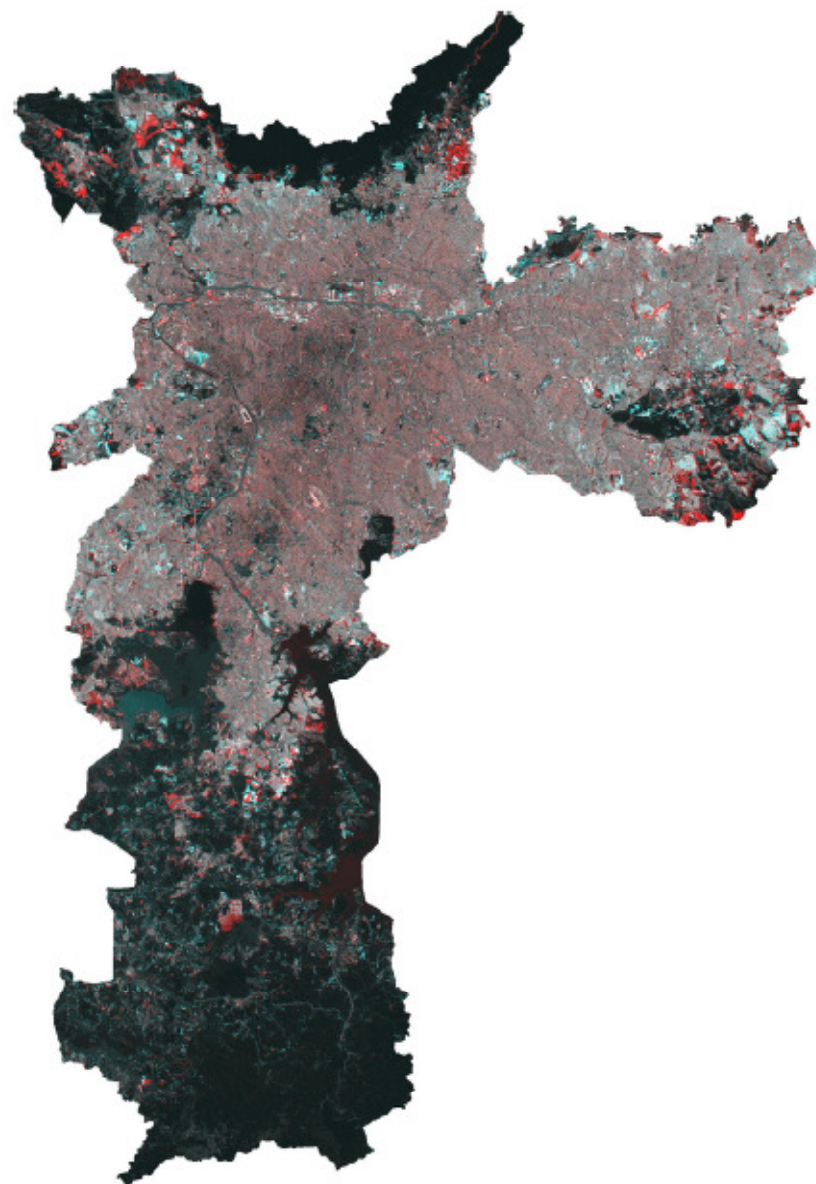


Fonte: Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo – Mapas, 2014.

- Supressão de Vegetação

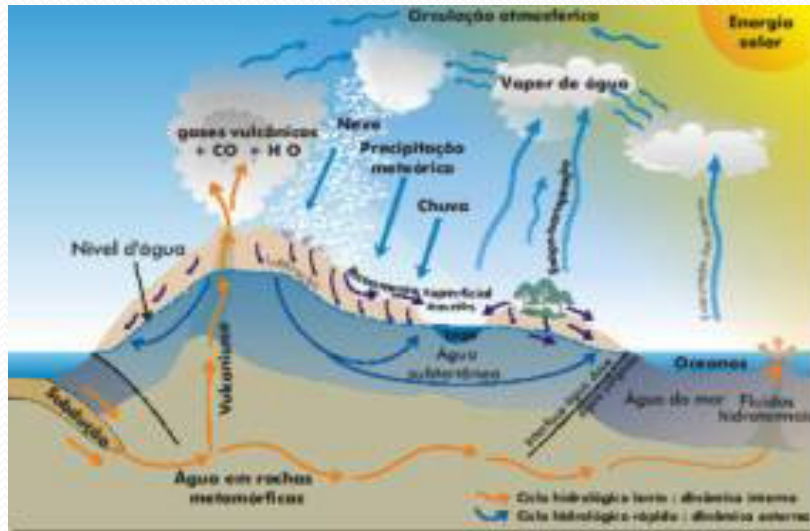


Fonte: Autossustentável, 2016.



Fonte: Atlas Ambiental do Município de São Paulo, 2002

## ● Recursos Hídricos



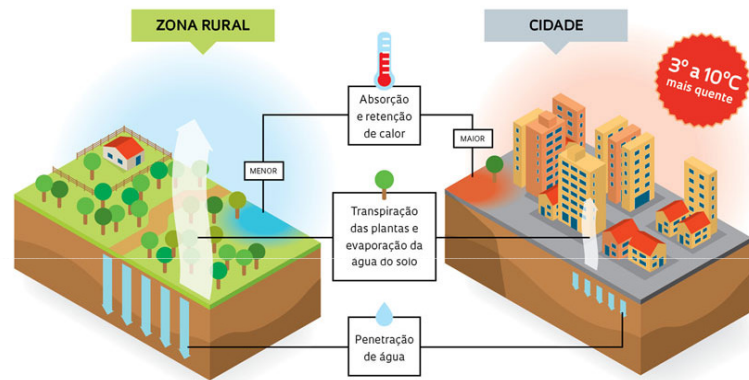
Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, 2016.



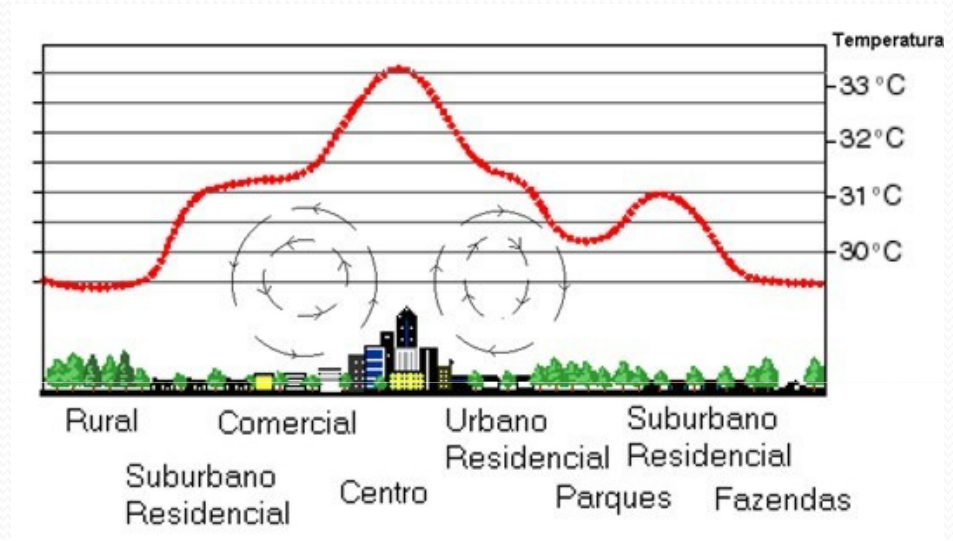
Fonte: Brito, 2014.

## ● Ilhas de Calor

Por que ocorre o efeito ilha urbana de calor



Fonte: Piveta, 2012.



Fonte: Geo-Conceição, 2016.

- Geração de Resíduos



Fonte: arquivo da autora, 2016.

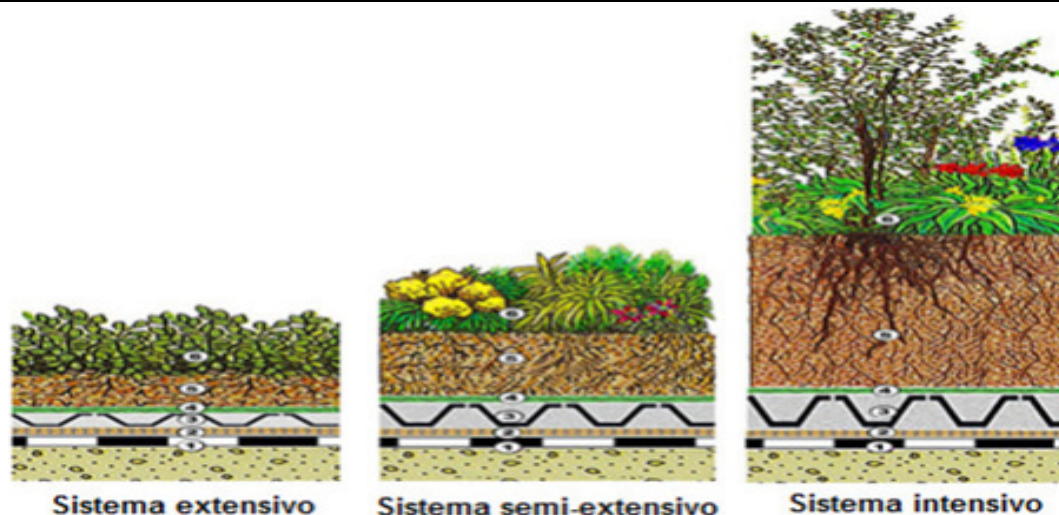


Fonte: arquivo da autora, 2016.

# TELHADO VERDE COMO ALTERNATIVA PARA A MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

**Tipo de Telhados Verdes**

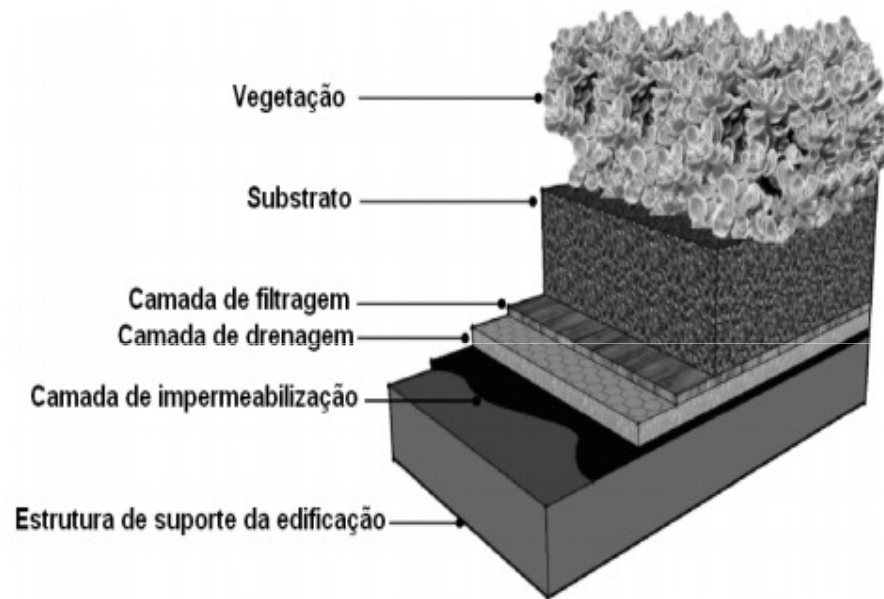
Extensivo		Semi extensivo		Intensivo	
Tipo de Planta:	Pequeno porte	Tipo de Planta:	Médio porte	Tipo de Planta:	pequeno a grande porte
Manutenção:	baixa	Manutenção:	periódica / possibilidade de área de lazer	Manutenção:	constante / área de lazer
Peso agregado:	6 a 12 kg / m <sup>2</sup>	Peso agregado:	60 a 150 kg / m <sup>2</sup>	Peso agregado:	180 a 500 kg/m <sup>2</sup>
Altura da estrutura:	6 a 20 cm	Altura da estrutura:	12 a 25 cm	Altura da estrutura:	sem restrição
Exemplo:	Gramma Amendoim	Exemplo:	Bomélias	Exemplo:	Pitangueira



Fonte: Jobim, 2013.



# SISTEMA CONSTRUTIVO



Fonte: Jobim, 2013.



Fonte: Ecodhome, 2014.

# BENEFÍCIOS

- Conforto térmico – economia de energia;
- Drenagem da água de chuva;
- Isolamento acústico;
- Melhora a qualidade do ar, reduz a poluição atmosférica;
- Renovação da biodiversidade e bem estar da população do entorno.

# ALGUMAS APLICAÇÕES



Fonte: Telhados Criativos, 2016.



Fonte: Klinkenborg, 2009.











Fonte: Capela Jr., 2014.



Fonte: Fróis, 2013.

# ESPÉCIES DE PLANTAS

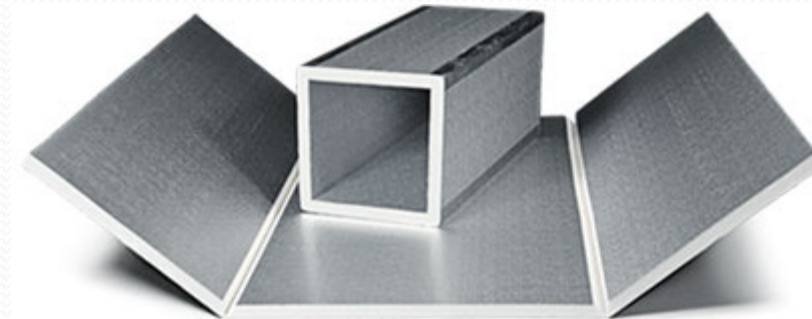
Espécies de plantas utilizadas na implantação do telhado verde

	Espécies	Altura	Hábito	Irrigação	Consumo de água	luz	Manutenção (Poda e/ ou retirada de plantas invasoras)	Adução	Resistência ao vento
	Estrelinha dourada* <i>Sedum acre</i>	25 cm	Forração densa	a cada 20 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Alta
	Mosquitinho <i>Sedum sp1</i>	20 cm	Forração esparsa	a cada 20 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Alta
	Russelia <i>Russelia equisetiformes</i>	até 2 m	Pendente de forragem densa	a cada 10 dias	Médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Média
	Rosinha de sol <i>Aptenia cordifolia</i>	30 cm	Forração densa	1x por semana	Médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Média
	Capim azul <i>Festuca glauca</i>	40 cm	Forração densa	3x por semana	Médio	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Baixa
	Grama preta <i>Ophiopogon japonicus</i>	20 cm	Forração densa	3x por semana	Médio	sombra / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	Baixa
	Grama amendoim**	20 cm	Forração densa	3x por semana	Alto	sombra / meia sombra	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/ 30 dias	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/ 30 dias	Muito Baixa
	Grama esmeralda***	5 cm	Forração densa	3x por semana	Muito alto	pleno sol	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/ 30 dias	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/ 30 dias	Média

Fonte: Silva, 2011.

# DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

- **MATERIAIS UTILIZADOS**
- MPU
- Manta Bidin
- Terra adubada
- Grama Amendoim (mudas)
- Alface Mimosa Verde (mudas)



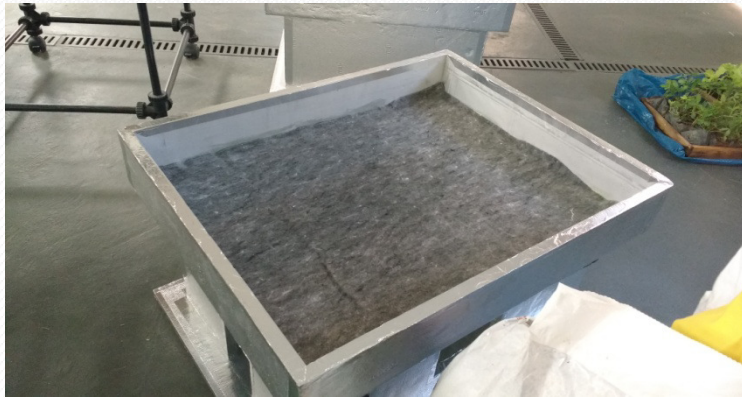
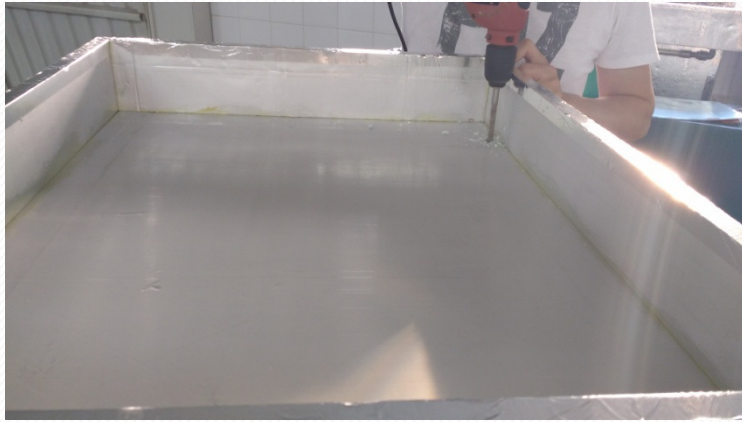
Fonte: Clima União, 2016.



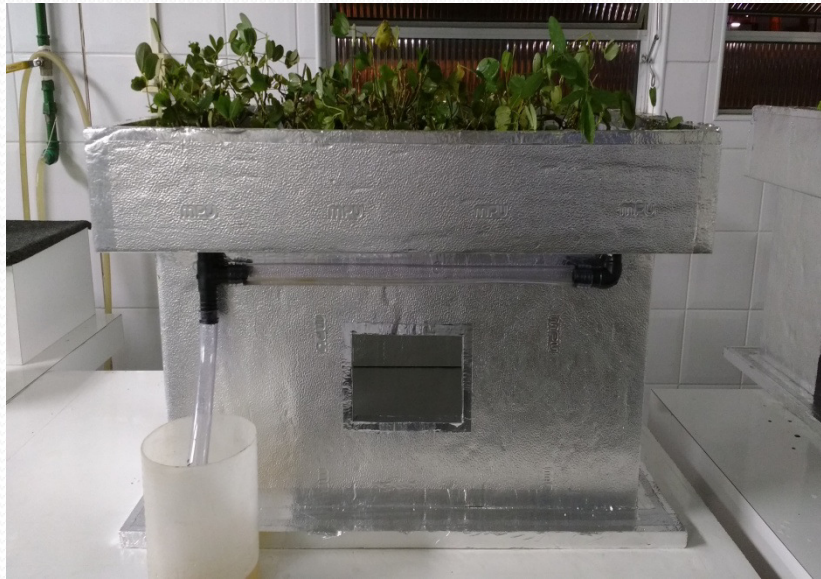
Fonte: Ervas Finas, 2016.



Fonte: Gouvea, 2008.







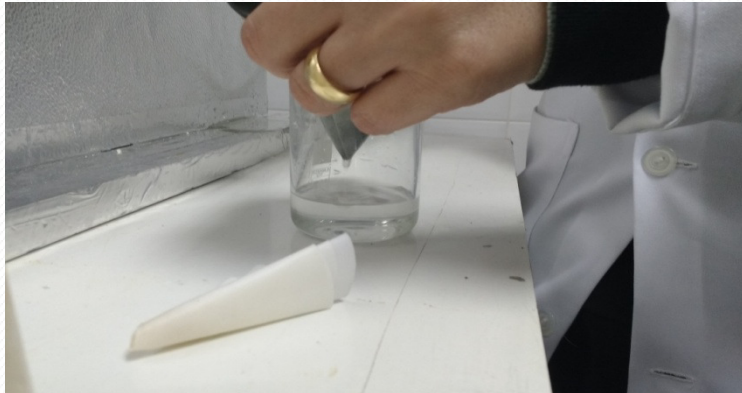
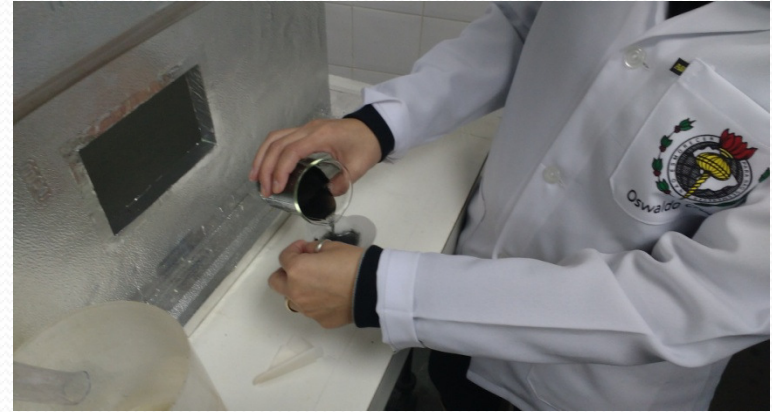


# AMOSTRAGEM

- Após seis semanas de cultivo foi realizada a amostragem. Nesta etapa utilizamos:
- 04 frascos âmbar com volume de 75 mL;
- 04 béquers;
- 01 Filtro de Papel (para amostra com filtro de carvão ativado);
- Pó de carvão ativado (utilizado 3,0 gramas).







# DISCUSSÕES E ANÁLISES

- Métodos: os parâmetros analisados foram determinados a partir do método 4110 Determination of Anions by Ion Chromatography – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Revision 2011;

-Para as análises preliminares foi utilizado como parâmetros o Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), o Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), o Fluoreto ( $\text{F}^-$ ), o Cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) e os Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ );

- **Nitrito e Nitrato:** no organismo o Nitrito pode ocasionar metemoglobinemia (é uma doença do sangue congênita ou adquirida causada por uma quantidade anormal de metemoglobina, que é uma forma de hemoglobina) independente da etária do consumidor ; já o Nitrato pode causar câncer de estômago ;

- **Sulfato:** para saúde humana agrava problemas respiratórios como asma e bronquite, além de das chuvas ácidas decorrentes de reações químicas com compostos disponíveis na atmosfera;

- **Cloreto:** O cloro é um produto químico altamente tóxico e venenoso ao ser humano, utilizado para a eliminação de bactérias, vírus e germes. De acordo o Ministério da Saúde a concentração máxima de cloreto permitida, em águas de abastecimento, é de 250 mg de  $\text{Cl}^-$  /L, em níveis acima do permitido podem colocar em risco a saúde humana.

- **Fluoreto:** Segundo a CETESB “...A exposição crônica através da ingestão ou inalação de grandes quantidades de fluoreto pode causar fluorose óssea. O fluoreto acumula-se gradualmente nos ossos por vários anos e pode causar o aumento da densidade óssea, calcificação dos tendões e ligamentos e deformidades ósseas.”

## Resultados das análises das amostras de água coletadas após seis semanas

Amostra	Data da Coleta	Fluoreto	Cloreto	Nitrito	Nitrato	Sulfato
Branco (1)	09/06/2016	<0,10 mg/L F <sup>-</sup>	1,85 mg/L Cl <sup>-</sup>	<0,10 mg/L N	4,18 mg/L N	4,85 mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Amendoin s/CA (2)	09/06/2016	<0,10 mg/L F <sup>-</sup>	75,7 mg/L Cl <sup>-</sup>	<0,10 mg/L N	0,97 mg/L N	428 mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Amendoin c/CA (3)	09/06/2016	<0,10 mg/L F <sup>-</sup>	75,8 mg/L Cl <sup>-</sup>	<0,10 mg/L N	0,52 mg/L N	438 mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Alface (4)	09/06/2016	<0,10 mg/L F <sup>-</sup>	58,7 mg/L Cl <sup>-</sup>	<0,10 mg/L N	0,89 mg/L N	401 mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

Fonte: elaborado por Quinágua, 2016

## Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

Parâmetro	Unidade	VMP (Valor Máximo Permitido)
Inorgânico		
Fluoreto	mg L <sup>-1</sup>	1,5
Nitrato	mg L <sup>-1</sup>	10
Nitrito	mg L <sup>-1</sup>	1

Fonte: Brasil, 2005.

## Padrão de aceitação para consumo humano

Parâmetro	Unidade	VMP (Valor Máximo Permitido)
Cloreto	mg L <sup>-1</sup>	250
Sulfato	mg L <sup>-1</sup>	250

Fonte: Brasil, 2005.

# CONCLUSÃO

- Baseando-se nos estudos preliminares foi verificado que os resultados obtidos nas análises sugerem que houve a purificação do nitrato pelas plantas teste. Esta purificação obtida especialmente pela grama amendoim já era esperado uma vez que esta espécie é caracterizada por sua alta fixação de nitrogênio e por se adaptar bem aos solos ácidos e pouco férteis.
- Já para os resultados obtidos com o cloreto e com o sulfato não se observou purificação, mas sim um aumento nas concentrações destas substâncias. Porém mesmo com o aumento das concentrações nas amostras coletadas no telhado verde deve-se ressaltar que as mesmas não ultrapassaram os valores do padrão de potabilidade, com exceção do sulfato que está acima.
- Já nas amostras com e sem filtro de carvão ativado foi possível verificar também que houve filtragem do material particulado presente na água de chuva coletada na amostra de grama de amendoim após passar pelo filtro de carvão pelo tempo de 15 minutos conforme podemos observar na Figura 67 e 69.
- Portanto, os resultados obtidos neste estudo preliminar corroboram com outros estudos já descritos por outros autores para a afinidade das espécies com o nitrato, porém, devido aos poucos parâmetros analisados fica uma lacuna com relação ao conhecimento da absorção de substâncias tóxicas como o HPA (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos), uma vez que não sabemos qual o nível de absorção destas espécies de plantas, mas para tanto será necessário estudos mais detalhados a fim de verificar a absorção de compostos tóxicos pelas plantas ensaiadas já que uma das propostas para implantação do sistema telhado verde é o cultivo de espécies de plantas para consumo próprio.

# MUITO OBRIGADA!!!

CONTATOS:



danivillarim@hotmail.com



(11) 99853-2003

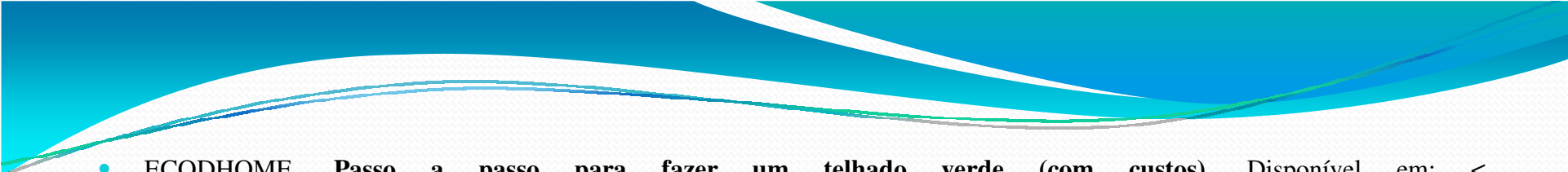



<https://www.linkedin.com/in/daniele-de-andrade-villarim-lima-15148a103/>

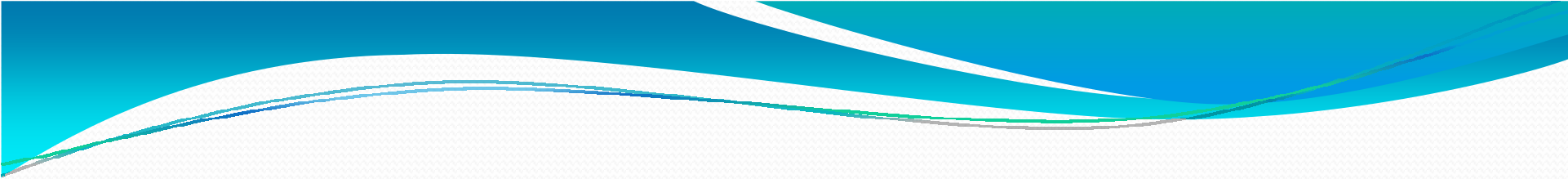


# REFERÊNCIAS

- ARKOUS ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO. **Telhado Verde**. Disponível em: <<http://www.arkous.com.br/a-arkous/telhado-verde/>>. Acesso em: 04 fev. 2016.
- AUTOSSUSTENTÁVEL. Efeito Borboleta: O Mundo das Consequências. Disponível em: <<http://www.autossustentavel.com/2016/01/efeito-borboleta-o-mundo-das-consequencias.html>>. Acesso em: 16 de maio 2016.
- BEZERRA, I. M. T.; CURTI, R. C. **Telhados verdes como alternativa para o aproveitamento da água da chuva**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais... Campina Grande, PB, 2009. p. 5. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/e340cb53d26469bfe8b137e555652baf\\_4824f174869241937f3650a7114c5b5e.pdf](https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/e340cb53d26469bfe8b137e555652baf_4824f174869241937f3650a7114c5b5e.pdf)>. Acesso em: 4 dez. 2015.
- BRITO, S. **Especialista afirma que água do Sistema Cantareira acaba em novembro**. Disponível em: <<http://www.tribunahoje.com/noticia/111587/brasil/2014/07/25/especialista-afirma-que-agua-do-sistema-cantareira-acaba-em-novembro.html>>. Acesso em: 1 mar. 2016.
- CACION, G. **Enchentes em São Paulo 2011**. Disponível em: <<http://blogseopark.blogspot.com.br/2011/01/enchentes-em-sao-paulo-2011.html>>. Acesso em: 27 jan. 2016.
- CAPELAS, JR. A. **Telhados Verdes funcionam mesmo**. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/sustentavel-na-pratica/telhados-verdes-funcionam-mesmo/>>. Acesso em: 4 fev. 2016.
- CLIMA UNIÃO. **Dutos em MPU**. Disponível em: <<http://www.climauniao.com/climauniao/tecnologia/dutos>>. Acesso em: 07 jul. 2016.
- DRESSLER, A. **Arte Antiga – Mesopotâmia**. Disponível em: <<http://arteducacaodf.blogspot.com.br/2016/06/arte-mesopotamica.html>>. Acesso em: 21 jul. 2016.
- INTACTA ENGENHARIA. **Os problemas da verticalização de São Paulo**. Disponível em <<http://www.intacta.com.br/engenharia/blog/index.php/os-problemas-da-verticalizacao-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

- 
- ECODHOME. **Passo a passo para fazer um telhado verde (com custos)**. Disponível em: <<http://www.ecodhome.com.br/blog/777/>>. Acesso em: 31 jan. 2016.
  - ERVAS FINAS. **Alface Verde Mimosa**. Disponível em: <<http://ervasfinasnet.com.br/pt/loja/folhagens/alface/alface-mimosa-verde-230>>.
  - Acesso em: 12 jul. 2016.
  - ECOTELHADO. **Cinco exuberantes projetos de telhados verdes**. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/cinco-exuberantes-projetos-de-telhados-verdes/>>. Acesso em: 31 jan. 2016.
  - FOLHAPRESS. **Telhado verde: famílias trocam telhas por plantas**. Disponível em: <<http://jornaldotrem.com.br/telhado-verde-familias-trocam-telhas-por-plantas/>>. Acesso em: 4 fev. 2016.
  - FRÓIS, C. **Hortas Urbanas: uma revolução gentil e orgânica**. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/reportagens/27417-hortas-urbanas-uma-revolucao-gentil-e-organica/>>. Acesso em: 4 fev. 2016.
  - GEO-CONCEIÇÃO. **Ilhas de Calor**. Disponível em: <<http://geoconceicao.blogspot.com.br/2012/03/1-origem-das-ilhas-de-calor-os-grandes.html>>. Acesso em: 30 jan. 2016.
  - GUERRA JÚNIOR, J. C. **Coberturas vivas, algumas observações técnicas para a sua implantação**. São Paulo: USP, 2013. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013, p. 24, 35 - 60. Disponível em: <[file:///C:/Users/Neto/Desktop/TCC/Jose\\_Carlos\\_Guerra\\_Jr\\_Diss .pdf](file:///C:/Users/Neto/Desktop/TCC/Jose_Carlos_Guerra_Jr_Diss.pdf)>. Acesso em: 2 dez. 2015.
  - GOUVEA, L. V. **Teto Verde: uma proposta ecológica e de melhoria do conforto ambiental a partir do uso de coberturas vegetais nas edificações**. Rio de Janeiro, Departamento de Artes & Design da PUC-RJ, 2008. Disponível em: <[http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio\\_resumo2008/relatorios/ctch/art/art\\_lauravg.pdf](http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio_resumo2008/relatorios/ctch/art/art_lauravg.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2015.

- 
- **JOBIM, A. L. Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial.** Santa Maria: UFSM, 2013. Dissertação (Mestrado). Centro de Tecnologia Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Dissertacao%20Alan%20Lamberti%20Jobim.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2015.
  - **PIVETA, M. Ilha de calor na Amazônia.** Disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/10/11/ilha-de-calor-na-amazonia/>>. Acesso em: 30 jan. 2016.
  - **REDAÇÃO ECOD. NY: Designer cria projeto de ônibus com Telhado Verde.** Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/abril/ny-designer-cria-projeto-de-onibus-com-telhado>>. Acesso em: 2 fev. 2016.
  - **SÃO PAULO. Atlas Ambiental do Município de São Paulo,** jul. 2002. Disponível em: <[http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/conteudo/cobertura\\_vegetal/veg\\_apres\\_02.pdf](http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/conteudo/cobertura_vegetal/veg_apres_02.pdf)>. Acesso em: 5 dez. 2015.
  - **SÃO PAULO. Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002.** Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/2014-07-31\\_-\\_lei\\_16050\\_-\\_plano\\_diretor\\_estratgico\\_1428507821.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/2014-07-31_-_lei_16050_-_plano_diretor_estratgico_1428507821.pdf)>. Acesso em: 5 dez. 2015.
  - **SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ. Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos.** Disponível em: < <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=80>>. Acesso em: 30 jan. 2016.
  - **SILVA, N. C. Telhado Verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental.** Belo Horizonte: UFMG, 2011. Monografia. Escola de Engenharia Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg2/73.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2015.

- 
- TELHADOS CRIATIVOS. **Evolução verde\_ cidades inteligentes.** Disponível em: < <http://telhadosciativos.blogspot.com.br/2015/09/evolucao-verde-das-cidades-inteligentes.html>>. Acesso em: 2 fev. 2016.
  - KLINKENBORG, V. **O céu é verde - A ideia dos jardins suspensos floresce em cidades cujas alturas permitem esses espaços naturais.** Disponível em: < <http://viajeaquai.abril.com.br/materias/telhado-jardins-suspensos>>. Acesso em: 31 jan. 2016.
  - MELEIRO, I. **Ideias para pontos de ônibus com telhado verde.** Disponível em: < <http://www.jardimcor.com/urbanismo/ideias-para-pontos-de-onibus-com-telhado-verde/>>. Acesso em: 2 fev. 2016.
  - VASSÃO, D. Fundação Cásper Líbero (FCL): **Telhado Sustentável.** Disponível em: < <http://gazetapress.com/busca/fotos/?q=calor>>. Acesso em: 4 fev. 2016.
  - VERTIGARDEN. **Jardins Verticais Implementados pela Vertigarden.** Disponível em: < [http://www.vertigarden.com.br/VertiGarden/Fotos\\_de\\_Jardins\\_Vertigarden.html](http://www.vertigarden.com.br/VertiGarden/Fotos_de_Jardins_Vertigarden.html)>. Acesso em: 4 fev. 2016.