

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS EM CAMADAS DRENANTES E SUBSTRATO DE TELHADOS VERDES

Palavras-Chave: Telhados verdes, Qualidade da água, Agregados reciclados.

Autores/as:

GABRIELLI PEREIRA RIBEIRO - FT UNICAMP

Orientador: Prof. Dr. FELIPPE BENAVENTE CANTERAS - FT UNICAMP

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. CARMENLUCIA SANTOS GIORDANO PENTEADO - FT UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Com o crescimento do conceito de sustentabilidade, os telhados verdes (TV), também conhecidos como cobertura viva ou cobertura vegetal, tornam-se uma alternativa de suavizar e “naturalizar” as paisagens dos grandes centros urbanos, que se desenvolvem de forma acelerada e constante ao longo dos anos (ONU, 2018). Os telhados verdes, são definidos como construções parcialmente ou totalmente cobertas por vegetações, sendo estas, cultivadas acima de camadas pré-estabelecidas e devidamente instaladas (MICKOVSKI et al, 2013). Além do potencial significativo, na melhoria da qualidade de vida dos indivíduos que usufruem de ambientes com essas instalações, a implementação também apresenta solução parcial para alguns problemas ambientais decorrentes da urbanização e construção civil.

Diretamente relacionado com o avanço do crescimento urbano, a indústria da construção civil, apresenta papel relevante na extração de recursos naturais, geração de impactos e resíduos ambientais (MENEZES et al, 2011). A Resolução n° 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002) sobre Resíduos de Construção Civil (RCC), define Agregado Reciclado (AR) como materiais provenientes do beneficiamento de RCC que apresentem características técnicas para aplicação em obras de edificação, infraestrutura, aterros ou outras obras de engenharia, podendo ser submetidos às operações e/ou processos que permitam ser utilizados como matéria-prima.

Considerando que no ano de 2018, 79 milhões de toneladas de RCC foram geradas no Brasil e da quantidade coletada, 40,5% foi despejado em locais inadequados (ABRELPE, 2018), ao considerar a utilização desse material na construção de TV, é possível reduzir os prejuízos ambientais e investimento financeiro, como apontado no estudo realizado por Ayako Nagase no Japão, onde foi possível minimizar significativamente os custos associados a essa infraestrutura verde, sem perder a eficiência técnica e

qualidade da infraestrutura (NAGASE, 2020), assim como, proporcionar e incentivar novos fins para esse resíduo volumoso e de baixa utilização.

Os dados apresentados reforçam a necessidade da gestão sustentável dos resíduos de construção civil, para incentivar o retorno desses agregados na cadeia produtiva. Sendo assim, o presente projeto tem como foco analisar a viabilidade técnica da utilização dos RCC em diferentes proporções e em diferentes camadas da composição dos telhados verdes, apresentando resultados que podem ou não estar em conformidade com as exigências técnicas e restrições ambientais.

METODOLOGIA:

Após a realização do levantamento bibliográfico para as devidas definições e especificações técnicas, foi adotada uma metodologia experimental, composta por quatro etapas principais: 1) caracterização dos AR; 2) definição dos percentuais para utilização nas camadas drenante e no substrato dos telhados verdes; 3) montagem dos protótipos e, por fim, 4) análise dos parâmetros de qualidade da água.

O AR utilizado na composição dos TV foi coletado em uma usina próxima à Faculdade de Tecnologia, priorizando desta forma a utilização de materiais locais, a fim de minimizar os potenciais impactos ambientais da construção dos telhados verdes (EKSI et al, 2020), sendo o AR definido como resíduo Classe IIB não perigoso e inerte, ou seja, não possui compostos capazes de interferir na qualidade da água do telhado.

Os 10 protótipos de TV são do tipo extensivo, onde a camada de substrato é mais estreita, proporcionando maior leveza para o sistema e mantendo bom desempenho para vegetações de baixo porte, necessitando de pouca manutenção (NAGASE, 2020). A manta geotêxtil responsável pela camada de separação, foi a manta Bidim e a vegetação *chlorophytum comosum* de sol (Imagem 2).



Imagem 2 – Camadas dos protótipos de TV; Adaptado de Ecotecnologias (2021)

Para que a água da chuva pudesse ter saída dos módulos e ser coletada, foi realizado um orifício de 1cm de diâmetro na lateral inferior das caixas com mangueiras de 1cm de diâmetro acopladas. E para armazenamento da água drenada pelos módulos, foram colocados galões de 20L de água (Imagem 3). Os protótipos estão sendo mantidos nas dependências da Faculdade de Tecnologia (FT), em local aberto, sem interferências externas nos parâmetros climático, com rega constante de 2-3 vezes por semana (Imagem 3).



Imagem 3 – (a) protótipo com saída de água (b) protótipos em área externa; Autoria própria (2022)

Dentre os dez protótipos montados, dois foram definidos como controle, um representando o TV convencional, totalmente composto por materiais comercializados e outro, o TV totalmente composto por AR. A partir deste controle de telhado verde convencional, foram montados protótipos com a substituição parcial (50%) e total (100%) da argila expandida por AR na camada drenante, além da substituição parcial do substrato comercial por AR em percentuais crescentes (Tabela 1).

Protótipo	Porcentagem de Incorporação de AR nas camadas (%)			
	Drenagem		Substrato	
	Argila expandida	AR	Comercial	AR
C1 (controle TV composto por AR)	-	vi	-	-
C2 (controle TV comercial)	100	0	100	0
P1	100	0	50	50
P2	100	0	25	75
P3	50	50	100	0
P4	50	50	50	50
P5	50	50	25	75
P6	0	100	100	0
P7	0	100	50	50
P8	0	100	25	75

Tabela 1: Percentuais de incorporação de AR nos telhados verdes; Autoria própria (2022)

A finalização da montagem dos módulos ocorreu no mês de fevereiro de 2022 e para melhor desenvolvimento dos mesmos, as plantas foram mantidas em período de adaptação em área coberta por 15 dias e mais 15 dias em área externa, onde permanecerá até o fim da pesquisa. Dessa forma, os módulos ficaram aptos para seguimento da pesquisa na segunda quinzena do mês março do mesmo ano. Desde a montagem dos módulos, as regas acontecem continuamente 2 ou 3 vezes por semana, dependendo das variações climáticas e uma poda foi realizada no mês de maio, para melhor desenvolvimento dos módulos (Imagem 4).

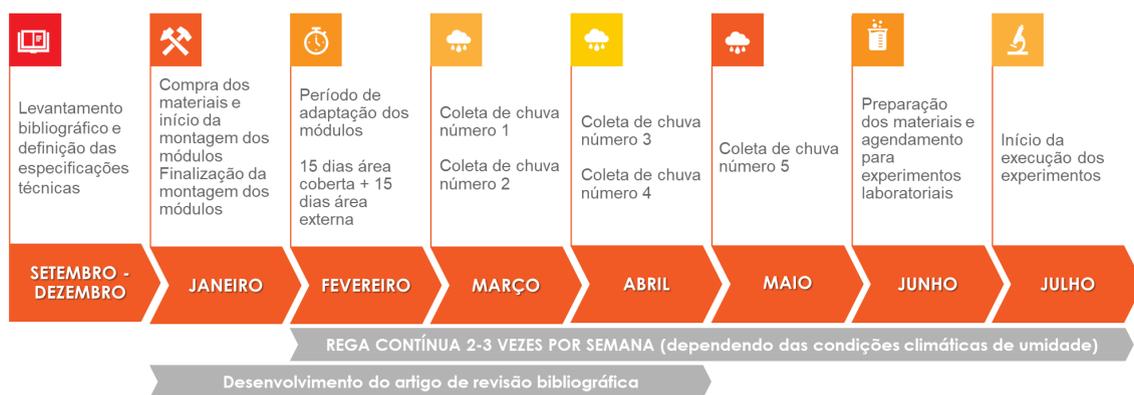


Imagem 4: Fluxograma de atividades; Autoria própria (2022)

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A finalização da montagem dos módulos ocorreu no mês de fevereiro de 2022 e as plantas foram mantidas em período de adaptação por 20 dias, sendo assim, os módulos ficaram aptos para seguimento da pesquisa no mês março do mesmo ano. Desse período até o momento, ocorreram 5 eventos de chuva com volume suficiente para análises, porém, com alguns imprevistos relacionados a atos de vandalismo com os reservatórios e com os módulos, que culminaram na perda das amostras de 4 destes eventos de chuva. Desta forma, foi possível coletar adequadamente as amostras relativas a 1 evento de chuva até o momento. Até o final do desenvolvimento da pesquisa e da entrega do relatório final, pretende-se realizar ao menos mais 1 coleta, mesmo que seja necessário simular um evento de chuva. As amostras já coletadas atualmente estão passando pelas análises químicas detalhadas no projeto, não havendo ainda o detalhamento completo dos resultados, que serão apresentados no relatório final.

Sendo assim, apesar de os parâmetros da qualidade da água ainda não terem sido completamente determinados, o objetivo das análises é avaliar os principais parâmetros de qualidade de água determinados na NBR 15.527 (ABNT, 2007) e, também, a análise da fitotoxicidade de poluentes de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2017).

Durante os meses de montagem dos módulos e imprevistos com os eventos de chuva, foi desenvolvido o artigo de revisão “Utilização de materiais alternativos na composição de Telhados Verdes: Artigo de Revisão”, de acordo com as plataformas científicas Web Of Science (WoS), Scopus e Science Direct, para maior entendimento sobre o assunto e dos materiais alternativos que apresentam maior potencial de sucesso, artigo que apresenta grande potencial de publicação futura, por se tratar de estudo prático e análise de diferentes porcentagens de incorporação de AR nos TV.

CONCLUSÕES:

Apesar de se tratar de um projeto a longo prazo, através da observação do desenvolvimento e adaptação da vegetação, foi possível identificar que a chlorophytum comosum de sol apresentou boa adaptação em todos os módulos, demonstrando a possibilidade da incorporação de RCC nas camadas dos telhados verdes, visto que, todos os módulos mantiveram-se saudáveis e com desenvolvimento natural esperado.

Sendo assim, com a finalização das análises dos parâmetros de qualidade de água determinados na NBR 15.527 espera-se confirmar a baixa interferência do resíduo na qualidade da água, será possível afirmar a possibilidade de utilização do RCC na incorporação de telhados verdes, proporcionando um novo ramo para o mercado de reciclagem deste tipo de resíduo amplamente gerado com o avanço da urbanização.

BIBLIOGRAFIA

- ABNT NBR 10.005, **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004b. 16p
- ABNT NBR 10.006, **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004c. 3p
- ABNT NBR 10.007, **Amostragem de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004d. 21p.
- ABNT NBR 15.527, **Água de chuva - Aproveitamento de m cu u u coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**, 2007. 12 p.
- BRASIL, **Regras para Análise de Sementes (RAS)**, 2017. Disponível em:
<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>>
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Resolução nº 307** de 2002. Ministério do Meio Ambiente. 2002.
- EKSI, Mert; SEVGI, Orhan; AKBURAK, Serdar; *et al.* **Assessment of recycled or locally available materials as green roof substrates**. Ecological Engineering, v. 156, p. 105966, 2020. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857420302548>>
- MICKOVSKI, S. B. et al. **Laboratory study on the potential use of recycled inert construction waste material in the substrate mix for extensive green roofs**. Ecological Engineering, v. 61, n. 1 PARTC, p. 706–714, 2013.
- MENEZES, M. S; PONTES, F. V. M.; AFONSO, J. C. **Panorama dos resíduos de construção e demolição**. Rio de Janeiro, 2011.
- NAGASE, A. **Novel application and reused materials for extensive green roof substrates and drainage layers in Japan – Plant growth and moisture uptake implementation**. Ecological Engineering, v. 153, n. January, p. 105898, 2020.
- ONU, Organização das Nações Unidas. **Revision of World Urbanization Prospects**, 2018.