

QUALIDADE DA ÁGUA DRENADA EM COBERTURAS VERDES



Aluna: Elaine Fazollo – elaine.fazollo@gmail.com

Orientadora: Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha - milha@fec.unicamp.br

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

Palavras-Chave: coberturas verdes – qualidade da água – aproveitamento de água pluvial.



Agência Financiadora: CNPq/PIBIC

Introdução

Coberturas verdes vêm sendo estudadas como estratégia para a redução das vazões de pico do escoamento superficial, gerado pela impermeabilização do solo urbano. Elas podem ser definidas como um sistema de construção ambiental que utiliza camadas de solo e vegetação aplicadas aos telhados ou estruturas de apoio em edificações. Normalmente as coberturas verdes são compostas por quatro partes: material drenante, filtro, substrato de solo e vegetação, e podem ser classificadas como: intensiva, semi-intensiva e extensiva, Figura 1.

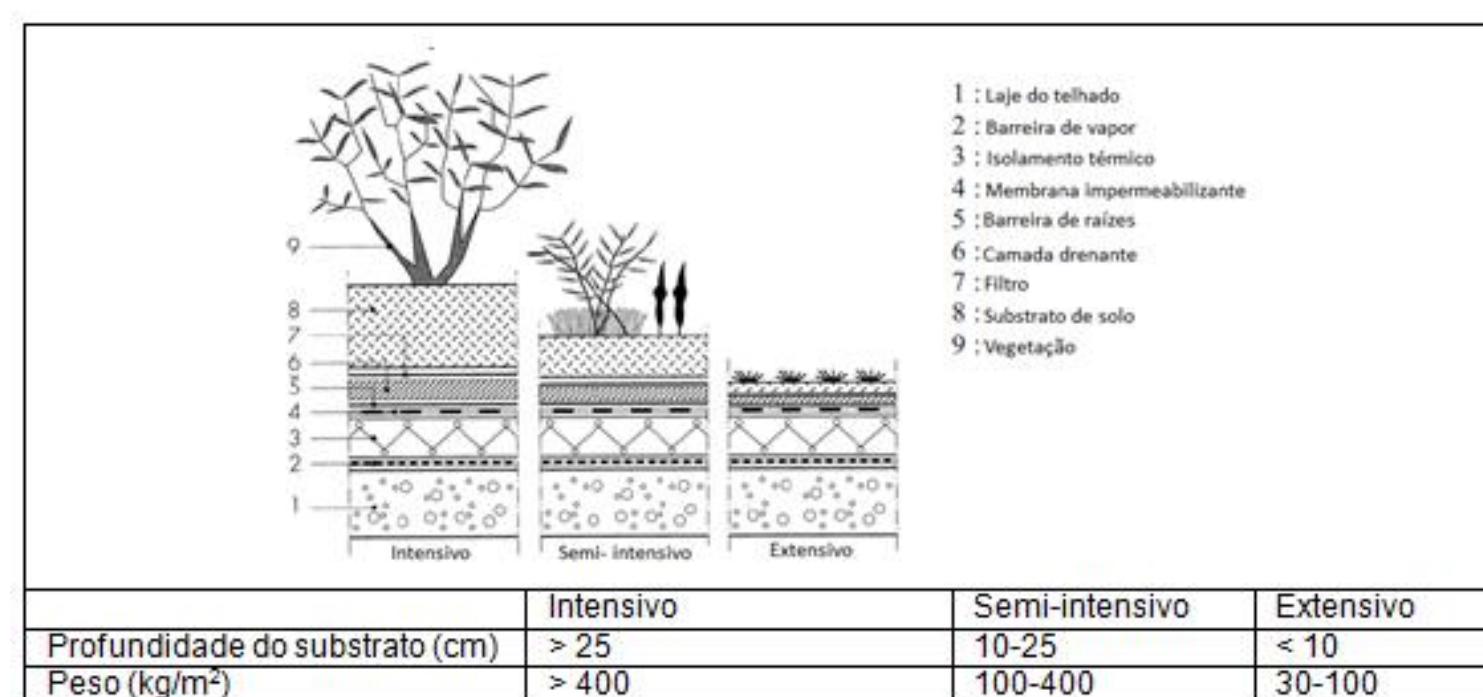


Figura 1: Classificação de coberturas verdes.

Para uma maior sustentabilidade, a água drenada pelas coberturas verdes pode ser tratada e aproveitada para usos não potáveis nas edificações.

Este trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água drenada por duas coberturas verdes e uma convencional, todas instaladas em células-teste, no campus da Unicamp.

Foram realizados ensaios de caracterização física, química e microbiológica da água drenada pelas três coberturas, além de ensaios de caracterização dos solos de cada célula. Comparando-se os dados das duas coberturas verdes, verificou-se um comportamento significativamente diferente, nas análises da água, para cor verdadeira, DQO, fósforo total, sólidos totais fixos e voláteis.

Metodologia

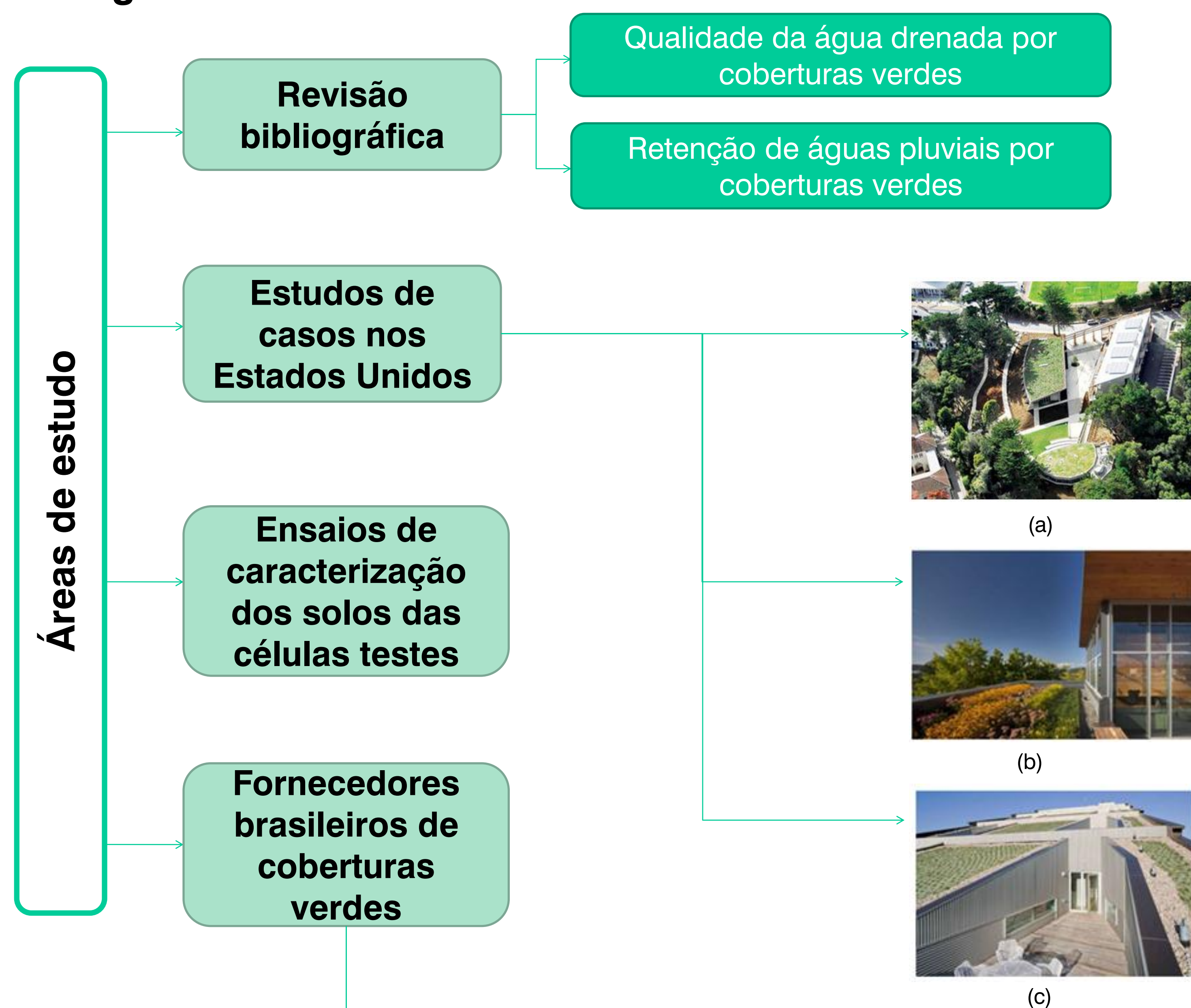


Figura 2: Exemplos de projetos nos Estados Unidos. (a) Nueva School's Hillside Learning Complex. Créditos: Tim Griffith. (b) LOTT Clean Water Alliance. Créditos: Nic Lehoux. (c) Macallen Buildign Condomin. Créditos: John Horner.

Figura 3: Sistema modular de telhado verde. Fornecedor: Instituto Cidade Jardim.

Figura 4: Sistema laminar de telhado verde. Fornecedor: Ecotelhado.

Resultados e Análises

Ensaios de caracterização dos solos

Quanto aos ensaios de caracterização do solo, a Tabela 1 apresenta os resultados obtidos no ensaio de determinação do teor de umidade das amostras de solo das duas coberturas verdes, A e G. A Figura 5 mostra a granulometria das amostras.

Tabela 1: Teor de umidade das amostras.

| Amostra | Capacite (g) | Solo Úmido + Capacite (g) | Solo Seco + Capacite (g) | Solo Úmido (g) | Solo Seco (g) | Teor de Umidade (%) |
|---------|--------------|---------------------------|--------------------------|----------------|---------------|---------------------|
| A | 28,22 | 67,06 | 50,06 | 28,83 | 21,83 | 32,06 |
| G | 24,06 | 46,06 | 42,06 | 2,01 | 17,99 | 11,17 |

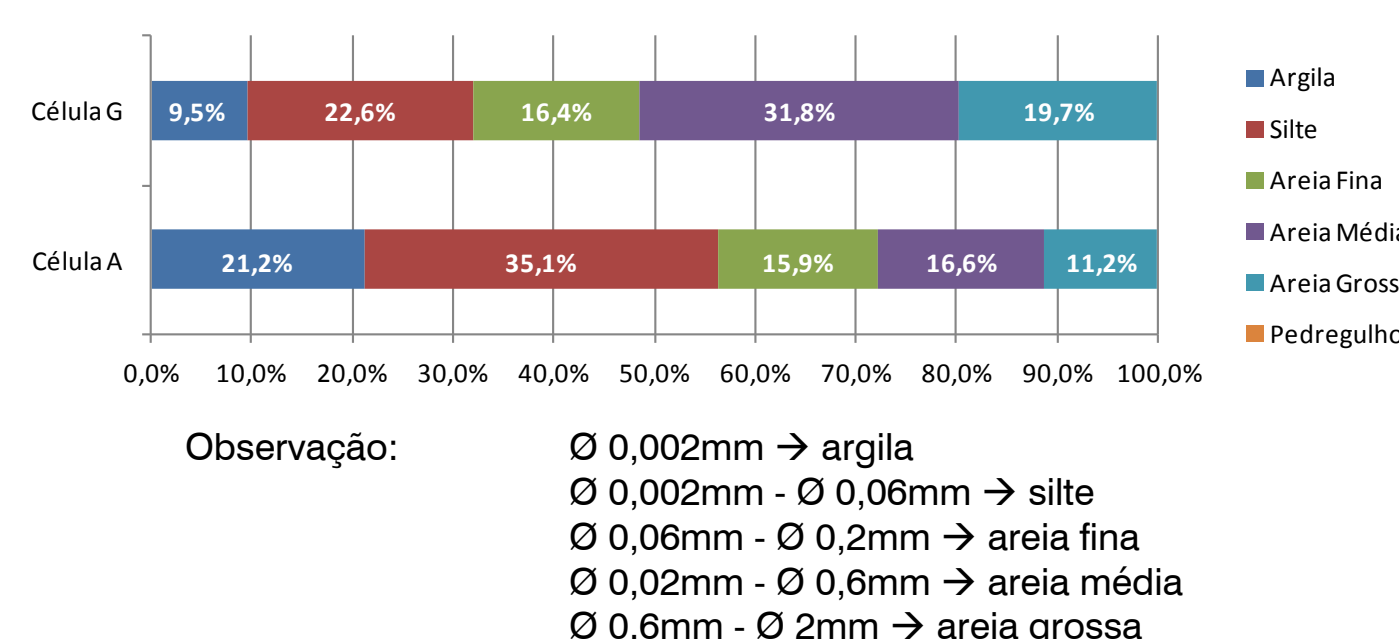


Figura 5: Classificação dos solos das amostras.

Resultados e Análises (continuação)

Ensaios de qualidade da água

A Figura 6 apresenta os resultados dos parâmetros de qualidade da água drenada pelas coberturas verdes investigadas e da cobertura convencional (telhas cerâmicas), a qual foi empregada como referência. Os dados dos parâmetros microbiológicos são apresentados na Tabela 2. Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos na norma brasileira de aproveitamento de água de chuva (ABNT, 2007) para os parâmetros contemplados naquele documento: cor aparente, turbidez, pH, coliformes totais e E.Coli, Tabela 3.

Tabela 2: Parâmetros microbiológicos.

| Coleta - data | Cobertura | E.coli (NMP/100mL) | Coliformes Totais (NMP/100mL) |
|-----------------|-----------|-----------------------|-------------------------------|
| C2 - 28/04/2011 | A | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| | G | > 2,4x10 ² | > 2,4x10 ² |
| C3 - 10/01/2012 | conv | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| | G | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| C4 - 17/01/2012 | conv | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| | G | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| C5 - 26/01/2012 | A | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| | G | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| C6 - 13/02/2012 | conv | 0,2x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| | G | 4,8x10 ² | > 2,4x10 ² |
| C7 - 27/02/2012 | A | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |
| | G | < 0,1x10 ³ | > 2,4x10 ² |

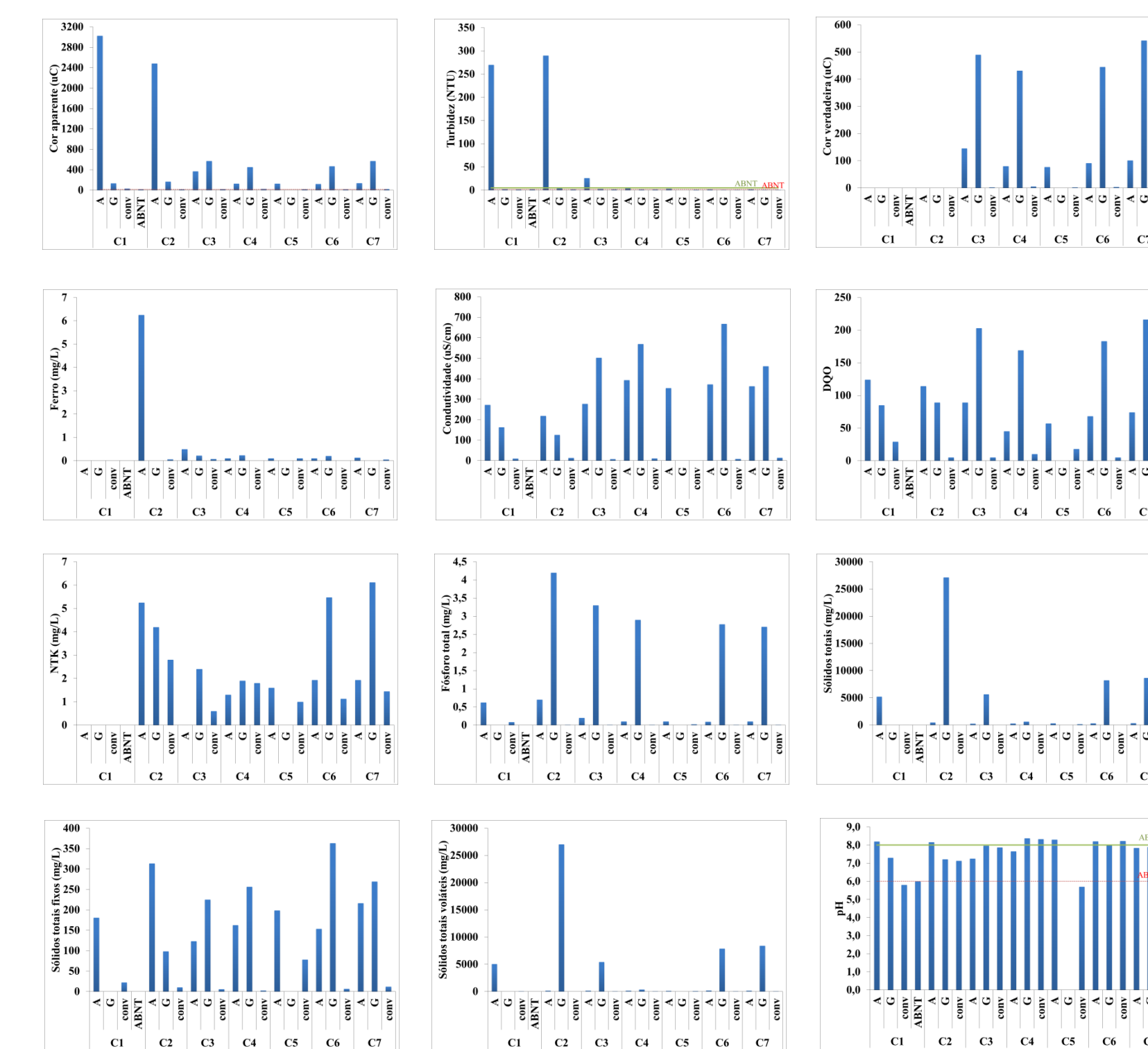


Figura 6: Resultados dos testes de qualidade da água.

Tabela 3: Parâmetros da ABNT.

| Parâmetro | Análise | Valor |
|---|-----------|--|
| Coliformes totais | Semestral | Ausência em 100 mL |
| Coliformes termotolerantes | Semestral | Ausência em 100 mL |
| Cloro residual livre* | Mensal | 0,5 a 3,0 mg/L |
| Turbidez | Mensal | < 2,0 uT, para usos menos restritivos < 5,0 uT |
| Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes, de sua utilização) | Mensal | < 15 uPC |
| Deve ser previsto ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário | Mensal | pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado |

Tabela 4: Características das células teste.

| Célula | Tipo de manta produtiva | Tipo de cobertura (profundidade do substrato) | Tipo de substrato* | Sistema modular/contínuo | Espécie vegetal - nome científico/nome popular |
|--------|-------------------------|---|--------------------|--------------------------|---|
| A | | | | | Archiepiscopo (grama esmeralda) |
| G | 2L | Semi-intensivo (25cm) | 02 | Contínuo | Archiepiscopo (grama esmeralda), Evolvulus glomeratus (evolvulus) e Lantana camara (lantana branca) |



Figura 7: Célula A



Figura 8: Célula G

Comparando com os parâmetros da ABNT, verifica-se que a qualidade da água em relação aos coliformes totais e coliformes termotolerantes (E. coli) não foi satisfatória. Os resultados dos ensaios mostram resultados bem baixos, porém a exigência é que esses coliformes estejam ausentes em amostras de 100 mL.

A presença de metais na água escoada pelas amostras foi nos casos de cobre, chumbo, cádmio e cromo menor que o limite detectável, já nas análises de zinco e níquel alguns resultados foram maiores. Isso se deve à presença de rufo metálico nas células testes. Assim como citado por alguns autores na literatura estudada, as coberturas metálicas influenciam significativamente na presença desses metais na água, dando destaque ao zinco.

Em geral, apesar de não existirem diferenças estatisticamente significativas, a qualidade da água drenada pela cobertura A foi melhor que a da cobertura G. As amostras da água drenada pela cobertura G apresentaram:

- maiores valores de DQO e de fósforo, devido à matéria orgânica presente;
- maior cor verdadeira, relativo aos sólidos suspensos;
- maior quantidade de NTK e condutividade (presença de íons).

Assim, pode-se dizer que as necessidades de tratamento para a água drenada pela cobertura verde G (Figura 8) seriam diferentes da cobertura A (Figura 7), tendo em vista o uso não potável nas edificações. A cobertura verde G possui um tipo de substrato com características físicas e químicas que implicaram em uma água com mais substâncias a serem avaliadas do que a água drenada pela cobertura A.

Considerações Finais

Este estudo objetivou avaliar a qualidade da água drenada por duas coberturas verdes e uma convencional. Os resultados obtidos indicaram, em geral, que a qualidade da água drenada por coberturas verdes apresenta qualidade inferior do que quando considerada uma cobertura convencional.

Em função disso, verifica-se que a água drenada por coberturas verdes apresenta necessidades diferentes de tratamento, principalmente quando se deseja aproveitar a água coletada na edificação, mesmo para usos não potáveis. Deve-se destacar, que os parâmetros indicados pela norma brasileira de aproveitamento de água de chuva precisam ser ampliados para considerar as especificidades das coberturas verdes.

As amostras coletadas das duas coberturas verdes apresentaram alguns parâmetros significativamente diferentes ($\alpha = 0,05$), sendo que a água drenada pela cobertura G, que é do tipo semi-extensiva, com uma camada de mata geotêxtil e possui um mix de plantas como cobertura vegetal apresentou qualidade menor do que a água drenada pela cobertura A, que é do tipo extensiva, com duas camadas de manta geotêxtil e possui uma cobertura vegetal composta por grama esmeralda.

Por fim, destaca-se que os resultados obtidos se restringem às coberturas investigadas, não devendo ser extrapolados para outras situações e tipos de coberturas.

Agradecimentos

À Arquitecta Paula de Castro Teixeira e ao Engenheiro MSc. Ricardo Reis pelo auxílio no desenvolvimento desse trabalho.

Referências Bibliográficas

- *AIA - AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. AIA/COTE Top Ten Green Projects. Disponíveis em <http://www.aiaopten.org> Acessado em 14 de outubro de 2011.
- *ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. 2007.