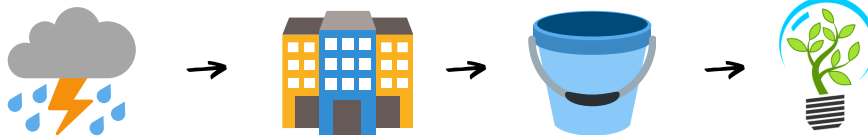


## APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO - ESTUDO DE CASO



### OBJETIVOS

- Demonstrar viabilidade econômica do sistema de uso de água pluvial;
- Caracterizar qualitativamente a água pluvial;
- Caracterizar as atividades de maior demanda para utilização de água não potável;
- Desenvolver estimativa acerca do potencial de economia.

A água é uma substância natural de grande importância social, histórica e econômica, a implantação de tal sistema justifica-se pelo propósito ambiental de desenvolvimento sustentável

### DESCRIÇÃO

A presente proposta de iniciação científica estudou e apurou a demanda de consumo da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp (FEC), para implantação de um sistema de uso de água pluvial com viabilidade econômica.

Dessa forma, a temática se justifica uma vez que além da má distribuição geográfica dos recursos hídricos, há a escassez crescente de mananciais com qualidade e quantidade suficiente para abastecer os grandes centros urbanos. Visto que nas bacias hidrográficas com maiores índices de urbanização e industrialização, o uso e a poluição dos recursos hídricos são normalmente mais intensos (SOARES, NUNES e SILVA, 2017).

Para tanto, a metodologia abordada procurou obter leitura manual do hidrômetro do prédio da FEC, avaliar a população do instituto por meio do Anuário Estatístico de 2019, recolher amostras das calhas presentes no instituto e analisar de acordo com a NBR 15527 e Manual Guidelines for Water Reuse of U.S. Agency for International Development. Ainda, estudar as tendências em captação de água pluvial bem como realizar simulação em software e calcular o Índice de Consumo (IC).



## ESTUDO DE OFERTA E DEMANDA



Foto hidrômetro FEC - Autoria Própria

Para esta fase, foi necessário tomar as precipitações diárias disponibilizada pelo CEPAGRI/UNICAMP com série histórica de 1989 a 2019, e a leitura do hidrômetro da edificação com intervalo médio de 30 dias.

**A POPULAÇÃO DA FEC FOI ANALISADA EM 1351 MEMBROS**

### PRECIPITAÇÕES MÉDIAS DIÁRIAS

Precipitações médias (mm) por mês do ano.

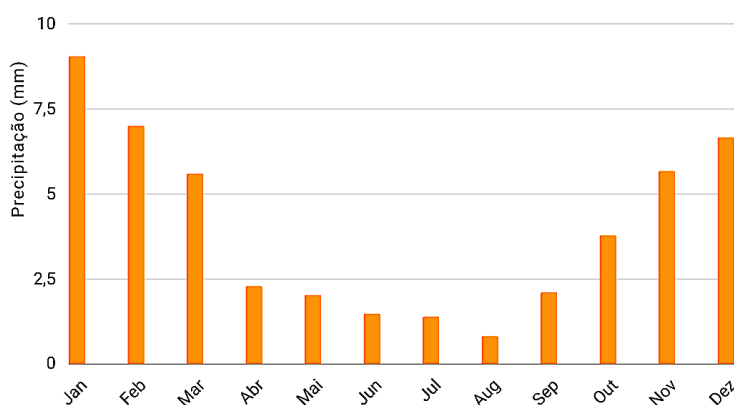


Gráfico de precipitações - Autoria Própria

Seguindo a NBR 15527, para cálculo do volume de água de chuva aproveitável foi levantando coeficiente de escoamento superficial, fator de captação, área de captação e médias das precipitações diárias mensais.

Como análise, destaca-se a sazonalidade do perfil de consumo da instituição (em azul) que possui volume de captação acima (laranja) do consumo diário para os meses de dezembro e janeiro, ao passo que o cenário é invertido para o mês de fevereiro.

### COMPARAÇÃO ENTRE VOLUME CAPTADO E CONSUMO DIÁRIO

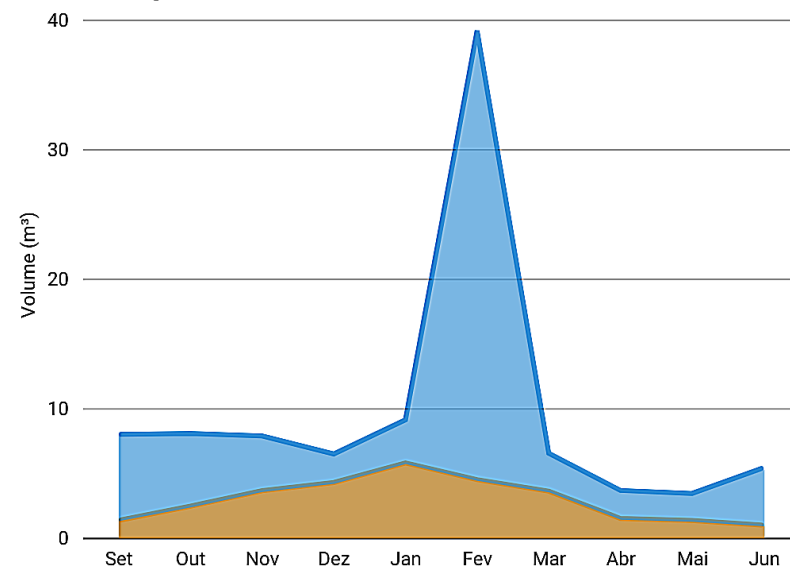


Gráfico volume acumulado e captado- Autoria Própria

## ANÁLISE DE AMOSTRAS

A NBR 15527 determina os padrões de qualidade para uso mais restritivos, ao passo que o Manual Guidelines for Water Reuse restringe os parâmetros de acordo com os tipos de reúso. A finalidade do sistema para o instituto se enquadra no Urban Reuse, destinado a todos os tipos de paisagem bem como limpeza de carros, uso em banheiros, sistema de proteção a incêndios e ar condicionados.

	VALOR DETECTADO	NBR 15527/2007	GUIDELINES FOR WATER REUSE
TOC (mg/L)	6,7	-	-
pH	6,6	6 a 8	6 a 9
Turbidez (NTU)	1,2	<2	<=2
DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	100% 2,15 80% 2,24 60% 2,05	-	<=10
DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	< L.Q. (L. Q. = 32 mgO <sub>2</sub> /L)	-	-
Série de Sólidos Suspensos (mg/L)	2,5	-	<5

Tabela com análise da amostra - Autoria Própria

DBO: Demanda biológica de oxigênio  
DQO: Demanda química de oxigênio  
TOC: carbono orgânico total

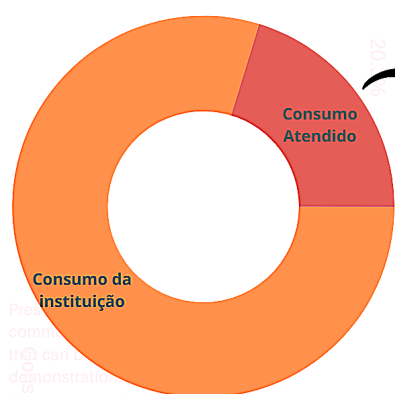


Gráfico da simulação em software - Autoria Própria

A simulação apresentou somente 20,27% de atendimento parcial ao sistema

## SIMULAÇÃO EM SOFTWARE

Por meio de pesquisas bibliográficas encontrou-se o programa de simulação Netuno 4 que tem por princípio estimar o potencial de economia de água de um sistema de uso de água pluvial, para usos não potáveis tais como descarga de vasos sanitários, limpeza de pisos, rega de jardins, lavagem de carros etc.

Para tanto, utilizou-se o consumo registrado por leitura da empresa de abastecimento do ano de 2019 bem como as precipitações disponibilizadas pelo CEPAGRI

## IC- ÍNDICE DE CONSUMO

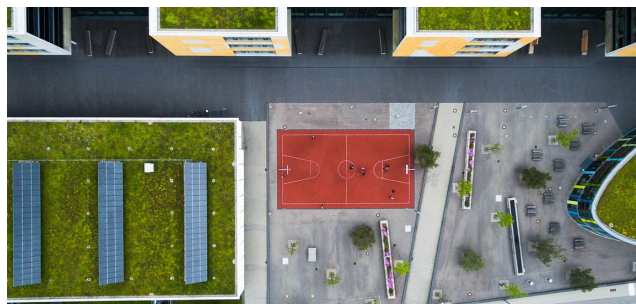
O Índice de Consumo foi estabelecido tomando o consumo médio mensal (CM), o número de agentes consumidores (NA), e a quantidade de dias úteis por mês (DM). O número padrão de dias úteis foi adotado de 22 dias e o número de agentes somente a quantidade de estudantes

$$IC = \frac{CM \times 1000}{NA \times DM}$$



## TENDÊNCIAS CONSTRUTIVAS

Mediante a proposta da presente pesquisa de iniciação científica, bom como a característica da amostra de água salienta-se o caráter ácido da chuva visto que, segundo Seinfeld e Pandis (1998), é razoável considerar a ocorrência de chuva ácida quando o pH for inferior a 5,0. Aderindo uma tendência atual para otimização de reuso de água pluvial, o uso de telhado verde pode auxiliar na purificação e reduzir custos



Fonte: StockSnap - Pixabay

A qualidade da água das águas pluviais das raízes e das águas pluviais da cobertura verde pode atingir o padrão de água de resfriamento após o tratamento físico-químico simples

ZHAO E XU (2013)

Importância de dimensionar com precisão a real proporção que o uso das bacias sanitárias representa no consumo total da edificação

## RECOMENDAÇÕES

Para maior aprimoramento e continuação do estudo, recomenda-se a análise do comportamento dos usuários por meio de aplicação de um questionário

## CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Com base nos índices aferidos e monitorados, recomenda-se monitoria dos aparelhos hidráulicos como bebedouros, torneiras, bacias sanitárias entre outros, para diagnóstico de vazamentos ou uso excessivo de recurso, o que se justifica também pelo Índice de Consumo apresentado anteriormente. Por fim, é possível estender o estudo para expansão da área de coleta através de novas tecnologias ou aumento do setor coletor de água pluvial. Além disso, é possível através de relatório anterior, mudar o foco de uso do recurso em virtude da qualidade da água coletada.



## REREFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

CEPAGRI. Banco de Dados hidrológicos.

CUNHA, Keylla Fernandes. Caracterização e monitoramento do consumo de água em habitações de interesse social. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.) - Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, [S. l.], 2013. Disponível em: [http://www.ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/caracterizacao\\_e\\_monitoramento\\_do\\_consumo\\_de\\_agua\\_em\\_habitacoes\\_de\\_interesse\\_social\\_-\\_keylla\\_cunha.pdf](http://www.ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/caracterizacao_e_monitoramento_do_consumo_de_agua_em_habitacoes_de_interesse_social_-_keylla_cunha.pdf). Acesso em: 10 ago. 2020

DE ARAÚJO, Paulo Roberto; TUCCI, Carlos EM; GOLDENFUM, Joel A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. Braz. J. Water Resour, v. 5, n. 3, p. 21-29, 2000.

DIAS, David Montero; MARTINEZ, Carlos Barreira; LIBANIO, Marcelo. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 155-166, Junho 2010. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 20

DORNELLES, Fernando; GOLDENFUM, Joel Avruch; TASSI, Rutinéia. Metodologia para Ajuste do Fator de Esgoto/Água para Aproveitamento de Água de Chuva. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, n. 1, p. 111-121, 2012.

FREITAS, Fernando Garcia; MAGNABOSCO, Ana Lelia. Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento no Brasil. EX Ante Consultoria Econômica, [S. l.], p. 74, 23 mar. 2017. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficiosecosocio/relatorio-completo.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>.2014.

MANUAL: guidelines for water reuse. Washington, DC: Agency for International Development, 1992. 247 p., il. ISBN (broch.).

MARINOSKI, Ana Kelly; GHISI, Eneidir. Assessment of environmental and economic feasibility of rainwater harvesting systems in low-income house: case study in Florianópolis, SC. Ambient. constr., Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 423-443, Mar.2018. Disponível em: . access on 07 abr. 2019.

NUNES, Solange da Silva. Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas. 2000. 145p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, SP. Disponível em: . Acesso em: 27 jul. 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, ASSESSORIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO (Campinas). Anuário Estatístico. Anuário Estatístico, [s. l.], 2019. 12 Disponível em: <https://www.aeplan.unicamp.br/anuario/2019/anuario2019.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SEINFELD, J. H; PANDIS, S.N. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate changes. New York: John Wiley & Sons, 1326 p. 1998.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. (2018) Diagnóstico dos Serviços de Águas Pluviais. Brasília: Ministério das Cidades/SNSA/PMSS. Disponível em [http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2018/Diagnostico\\_AP2018.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2018/Diagnostico_AP2018.pdf) Acesso em 15 jan. 2020.

SOARES, AEP. Análise do Consumo de Água em uma Escola Pública Estadual de RecifePE. Monografia de Bacharel em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Recife, PE, 2016.

SOARES, Anna Elis Paz; NUNES, Luiz Gustavo Costa Ferreira; SILVA, Simone Rosa da.

Diagnóstico dos Indicadores de Consumo de Água em Escolas Públicas de Recife-PE. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, [S.l.], v. 13, n. 1, jan. 2017. ISSN 1980-0827. Disponível em: [https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/index](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/index). Acesso em: 03 Ago. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.17271/1980082713120171493>.

ZHAO, Zhiqing; XU, Han. Study on the Supplying System of Cooling Water of Air Conditioner based on the Urban Street Rainwater. International Conference on Future Energy, Environment, and Materials, [S. l.], p. 8-13, 13 ago. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.01.003>. Acesso em: 15 jan. 2020.