

## IX-068 - ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA USO NÃO POTÁVEL NO IFES – CAMPUS VITÓRIA

**Claudia Rodrigues Carneiro Camargo<sup>(1)</sup>**

Graduanda o curso de Engenharia Sanitária e Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Ifes.

**Karolyna Costa Aguiar<sup>(2)</sup>**

Arquiteta e urbanista pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo

**Mariângela Dutra de Oliveira<sup>(3)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Kennedy. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Muniz Freire, 120 – Morada de Santa Fé – Cariacica - ES - CEP: 29143-736 - Brasil - Tel: (27) 30902546 - e-mail: [claudia.rccamargo@gmail.com](mailto:claudia.rccamargo@gmail.com)

### RESUMO

A crescente demanda do uso da água e a sua escassez apontam a necessidade de novas alternativas para o abastecimento público. Aliado a esta necessidade, e visando a sustentabilidade e boas práticas na administração pública o Governo Federal apresentou a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), que tem como uma das diretrizes a redução e uso consciente da água em repartições Públicas. Com base nisso o estudo busca avaliar a viabilidade da instalação de um sistema de uso e reaproveitamento de águas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, especificamente no Campus Vitória. Foi avaliado o potencial de captação de água de chuva e o aproveitamento de água de destiladores e aparelhos de ar condicionado, visando inicialmente atender a demanda para usos não potáveis como limpeza e rega de jardins. Verificou-se o grande potencial para o aproveitamento de água, podendo gerar uma grande economia no consumo de água potável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, Reuso de água, Água de chuva, Aproveitamento de água, Destilador e Ar condicionado.

### INTRODUÇÃO

O adensamento urbano e o crescimento da demanda de água acabaram por comprometer os recursos hídricos necessários para a manutenção das atividades humanas e do meio ambiente. A partir desses desafios o uso eficiente dos recursos hídricos tem sido discutido em diversos países, principalmente o uso de novas fontes de abastecimento de água. Regiões com graves problemas hídricos, como o norte da África e a Califórnia discutem o aproveitamento e o reaproveitamento de água em diversos setores como solução para o déficit hídrico recorrente nas duas regiões (WILCOX et al., 2016).

Em áreas urbanas a captação de água de chuva além de estimular a economia de água potável, pode proporcionar melhorias nos sistemas de drenagem urbana, salientando a importância no controle de enchentes e processos erosivos, além da diminuição dos custos de construção e manutenção de redes pluviais (MILKKELSEN et al., 1999; FFESKES, 1999; VVILLAREAL e DIXON, 2005, apud GOMES et al., 2014). Destaca-se também a utilização da água proveniente dos condicionadores de ar como alternativa para a irrigação de jardins, principalmente para edificações onde há o intenso controle térmico por meio dos aparelhos mencionados (SISCO et al., 2017).

O aproveitamento de água de chuva e o reaproveitamento de águas tornou-se uma alternativa viável para o abastecimento urbano, principalmente para fins não potáveis. Visando a sustentabilidade e as boas práticas na administração pública a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), expõem ações que visam a economia dos recursos financeiros, a redução na geração de resíduos, a diminuição no consumo de energia

elétrica e água. Dentre as necessidades apontadas está inserida a economia do consumo de água, e como exemplo dessa redução cita-se a correta manutenção dos equipamentos hidráulicos, a educação ambiental voltada para o consumo consciente, o aproveitamento de águas pluviais e o reaproveitamento de águas cinza (CRESPO; MATOS; DE ABREU, 2009).

Assim, em face às demandas da A3P em relação ao consumo de água em instituições públicas, o presente estudo busca analisar a viabilidade técnica e econômica da instalação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, e reaproveitamento de água dos destiladores e condicionadores de ar do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do estudo proposto o Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória foi dividido em três partes distintas, sendo a segunda parte o objeto em estudo, conforme apresentado na Figura 1. O trecho apresentado detém uma variabilidade maior de possíveis fontes de reaproveitamento, contendo laboratórios e um grande número de aparelhos de ar condicionado.

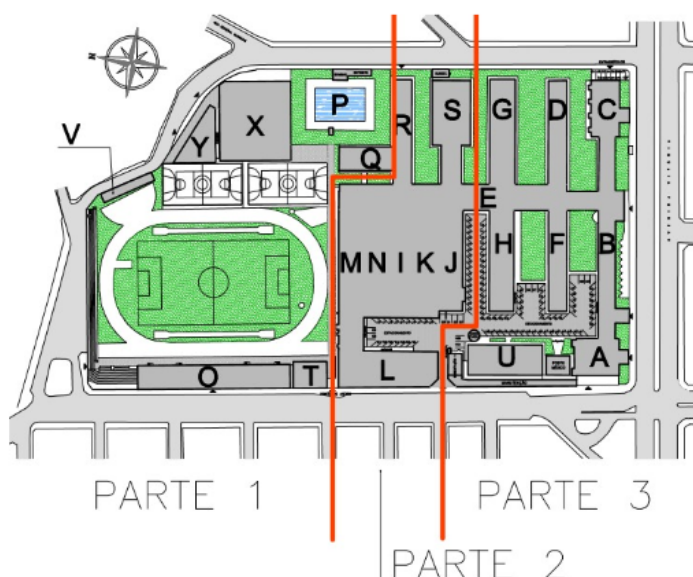


Figura 1: Planta de situação do Ifes - Campus Vitória e área de interesse (parte 2)

### Histórico de consumo de água potável

O consumo de água potável do Ifes – Campus Vitória foi obtido junto à administração do Campus a partir dos dados registrados nas faturas mensais da concessionária de água. O período analisado compreende os meses que vão de julho de 2016 à fevereiro de 2017 e a partir desses valores foi possível gerar o gráfico de consumo do Ifes – Campus Vitória.

### Precipitação

Os índices pluviométricos foram obtidos por meio do banco de dados da Agência Nacional de Águas (HidroWeb). Por não ser uma área muito extensa não houve a necessidade de se avaliar diversas estações pluviométricas para se obter uma melhor aproximação, por isso foi escolhida a estação que se estaria mais próxima à instituição. Contudo esta estação pluviométrica do Romão, que seria a estação mais próxima do local, encontra-se desativada e portanto sem seus registros. Para a análise de dados uma nova estação foi escolhida, a Vitória – Maruípe, de código 02040030 (ANA, 2015), onde foram coletados os dados pluviométricos entre os anos de 1985 à 2015. Após o levantamento dos dados calculou-se as médias anuais e mensais históricas das precipitações. Os dados coletados puderam ser manipulados a partir do software “EXCEL 2007” onde foram gerados gráficos e tabelas.

## Uso da água e rotinas de limpeza e irrigação

O cálculo da estimativa da demanda de água não potável foi realizado por meio de dois métodos: 1. Entrevistas com funcionários da limpeza e manutenção; e 2. Por meio de consulta a parâmetros de engenharia de estimativas de demanda de água, constante na literatura. Os usos compreendidos como não potáveis foram definidos para o estudo em questão como sendo a irrigação dos jardins, e a limpeza em geral.

### Levantamento das áreas

O levantamento da área de cobertura (áreas de captação) foi necessário para o cálculo do volume de chuva aproveitável. O levantamento da área ajardinada fez-se necessário para estimativa da demanda de água utilizada para irrigação. E o levantamento da área pavimentada para estimativa da demanda de água utilizada na limpeza. Realizou-se o cálculo por meio da análise do projeto arquitetônico do campus, disponibilizado pela instituição. Foram realizadas análises das plantas das edificações e também visitas ao local para a averiguação das informações contidas nas plantas.

### Determinação do volume de água de chuva, da água descartada no processo de destilação nos laboratórios e de o descarte de água em condicionadores de ar

Para estimar o volume de água de chuva foram utilizados os dados pluviométricos retirados do banco de dados Hidroweb. As áreas de coleta de água de chuva foram obtidas a partir do projeto arquitetônico do campus disponibilizadas pela Instituição.

O volume de chuva aproveitável foi calculado com base na NBR 15527/07 considerando a Equação 1:

$$V = P \times A \times C \times \eta \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

- V é o volume de água reaproveitável;
- P é a precipitação média anual, mensal ou diária em milímetros;
- A é a área de captação em m<sup>2</sup>;
- C é o coeficiente de Runoff, considerado neste caso como 0,9;e
- $\eta$  é a eficiência do sistema de captação, considerado neste caso como 0,8.

Para estimar o volume de chuva aproveitável foi realizado o levantamento das variáveis descritas acima, sendo estas a área de cobertura do trecho estudado e o volume médio anual de precipitação calculado através de dados da estação pluviométrica Vitória – Maruípe.

O descarte de água gerado pelos aparelhos de destilação presentes nos laboratórios de química geral e aplicada, química analítica, polímeros e de microbiologia foi quantificado por meio de entrevistas com os técnicos responsáveis por cada um dos laboratórios citados. Para os aparelhos de ar condicionado realizou-se o levantamento da quantidade e modelo. Devido a grande quantidade e diversidade de aparelhos encontrados o cálculo de vazão total foi estimado a partir da aferição da vazão de um aparelho para cada modelo, onde foi aplicado o método direto para o cálculo de vazão. De forma simples, a partir de um recipiente de volume conhecido (béquer), com um cronômetro mediu-se o tempo gasto para o preenchimento de tal volume selecionado.

### Dimensionamento do volume de reservação de água

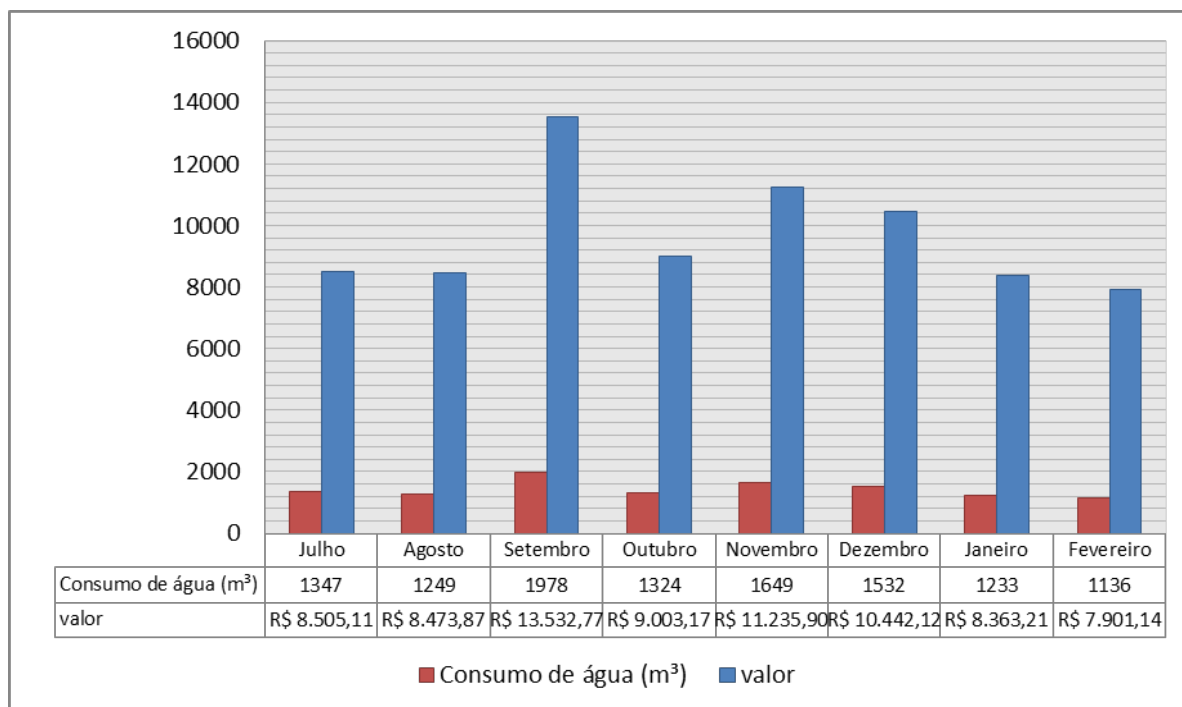
A determinação do volume do reservatório de água de chuva e reuso de água dos destiladores e aparelhos de ar condicionado, foi estimada com base no Método Rippl, que consiste em um balanço de massas entre o volume de água aproveitável e a demanda mensal do sistema. Este método considera que nem toda a água captada será armazenada, pois a base de cálculo do volume está no consumo mensal da instituição, que no caso deste estudo é voltado para fins não potáveis do tipo limpeza e rega de jardins (AMORIM; PEREIRA, 2008).

O método Rippl consiste em um balanço de massas, onde são utilizadas as séries históricas de precipitação e a demanda local de água, sendo estas importantes variáveis do dimensionamento do reservatório, garantindo

assim o suprimento da demanda nas épocas com baixa precipitação. Segundo Tomaz, 2011 o método é amplamente difundido devido sua simplicidade de aplicação.

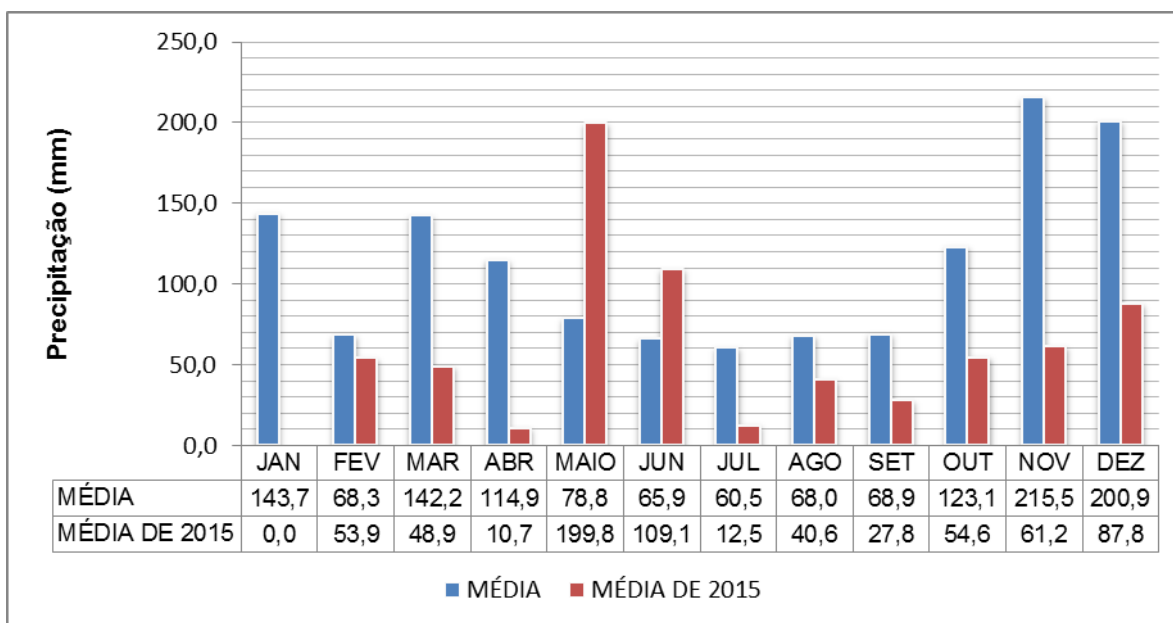
## RESULTADOS

O consumo de água na instituição é dado pela Figura 2. Nota-se que os meses com os menores consumos são julho, agosto, janeiro e fevereiro, o que é plausível visto que a estes meses são atribuídas às férias acadêmicas. É válido destacar que no mês de fevereiro de 2017, houveram eventos atípicos, como a greve da Polícia Militar do Espírito Santo e o carnaval, que paralizaram as atividades da instituição durante o período citado.



**Figura 2: Consumo de água potável no Instituto Federal do Espírito Santo de julho de 2016 à fevereiro de 2017**

A precipitação média anual obtida foi de 1350,8 mm/ano. A partir da análise do gráfico, apresentado na Figura 3, observa-se que historicamente os meses de novembro e dezembro destacam-se por serem os mais chuvosos, e os meses de junho e julho por apresentarem as menores médias de precipitação. Apesar das características médias da precipitação nota-se que no ano de 2015 a tendência de precipitação não foi a mesma, e deve-se lembrar que entre os anos de 2014 e 2015 o estado do Espírito Santo sofreu drásticas mudanças em relação as suas médias devido ao grande período de escassez.



**Figura 3: Histórico mensal de precipitação**

O levantamento da demanda de limpeza correspondente aos blocos M, N, I, K, J, L, R, S, e parte do bloco E, demonstrados na Figura 1, foram determinados pelas entrevistas junto aos funcionários da empresa de conservação. Pela rotina de limpeza o Ifes – Campus Vitória tem o seu primeiro turno às seis horas da manhã, onde as salas, laboratórios e corredores são limpos com baldes de água e panos. A limpeza se repete novamente durante a tarde e início da noite. Ao todo foram quantificados 164 baldes de água por dia, sendo que cada balde possui volume igual a 12 litros (Tabela 1). Para a demanda jardinagem utilizou-se dados da literatura como base para o cálculo da demanda.

**Tabela 1: Volume mensal destinado à limpeza**

	QUANTIDADE DE BALDES	VOLUME TOTAL MENSAL
Limpeza dos blocos citados	164	43,29 m <sup>3</sup> /mês

**Tabela 2: Taxa de consumo de água para rega de jardim**

USO EXTERNO	TAXA <sup>(1)</sup>	FREQUÊNCIA	DEMANDA MENSAL
Rega de jardim	2 litros/m <sup>2</sup> /dia	8 utilizações/mês	16,71 m <sup>3</sup> /mês

Fonte: <sup>(1)</sup> TOMAZ, 2009.

Portanto a demanda para a jardinagem e limpeza do Ifes – Campus Vitória, para a área de estudo, é de 60 metros cúbicos ao mês, resultando em um consumo médio anual de 720 metros cúbicos.

O levantamento das áreas de cobertura (áreas de captação) é necessário para o cálculo do volume de chuva aproveitável e o dimensionamento do volume do reservatório de água de chuva. As áreas foram calculadas com o auxílio do *software* AutoCad, como observado na Tabela 3:

Tabela 3: Metragem das áreas consideradas para o dimensionamento do sistema	ÁREA ESTUDADA	VALOR DA ÁREA
Área de circulação pavimento superior no trecho estudado		438,76 m <sup>2</sup>
Área de circulação pavimento inferior no trecho estudado		1468,2 m <sup>2</sup>
Área total pavimentada		1906,96 m <sup>2</sup>
Área de cobertura do trecho estudado		2510,19 m <sup>2</sup>
Área de jardim situada no trecho estudado		1044,54 m <sup>2</sup>

Com a área de cobertura do trecho em estudo, que equivale a 2510,19 m<sup>2</sup>, aplicou-se a Equação 1 para a determinação vazão anual da área estudada (Tabela 4).

**Tabela 4: Resultado da vazão anual sobre a área de estudo**

RESULTADOS ENCONTRADOS	
Área de cobertura do trecho estudado	2510,19 m <sup>2</sup>
Volume anual de precipitação (dado baseado na estação pluviométrica de Maruípe)	1350,8 mm/ano
Volume de água de chuva aproveitável	2.441,35 m <sup>3</sup> /ano

A determinação do volume de água desperdiçada nos laboratórios foi constatada através de entrevistas com os respectivos técnicos responsáveis. No Quadro 1, nota-se que apesar de ter o melhor rendimento na produção de água destilada o laboratório de química geral apresenta um alto consumo de água destilada devido ao grande número de aulas ministradas no mesmo, e assim acaba gerando um grande volume de água desperdiçada (2,79 m<sup>3</sup>/mês). Os laboratórios de química analítica e polímeros a equipe docente acabou adaptando as aulas práticas para evitar o consumo de água destilada.

**Quadro 1: Consumo mensal de água destilada dos laboratórios.**

LABORATÓRIO	CONSUMO DO DESTILADOR	CONSUMO DE ÁGUA DESTILADA AO MÊS	ÁGUA DESCARTADA NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO (m <sup>3</sup> /mês)
Química Geral	30 litros de água potável para cada litro de água deslitada produzida	93 litros de água destilada por mês	2,79 m <sup>3</sup> /mês
Química Analítica/ Polímeros	50 litros de água potável para cada litro de água destilada produzida	Consumo suspenso devido ao gasto excessivo de água potável	-
Microbiologia	60 litros de água potável para cada litro de água	7,2 litros por mês	0,432 m <sup>3</sup> /mês
TOTAL			3,222 m <sup>3</sup> /mês

A quantificação dos aparelhos de ar condicionado está descrita na Tabela 5. Foram encontrados modelos de condicionadores de ar do tipo janela, piso-teto, split e cortina de vento. A quantificação da vazão total de aparelhos ainda está em andamento, apenas o modelo janela foi totalmente quantificado obtendo um total de 66 e vazão média aferida de 0,6 ml/s para cada aparelho. De segunda à sexta-feira a instituição funciona de 07h00min às 22h30min, totalizando 15:30 de funcionamento diário. Aos sábados o funcionamento é limitado à 08h00min, onde poucas salas/laboratórios são utilizadas. O resultado parcial das vazões está descrito na Tabela 6.

**Tabela 5: Quantificação dos aparelhos de ar condicionado**

LOCALIZAÇÃO	QUANTIDADE
Prédio da eletrotécnica (Bloco M)	49 aparelhos
Corredor F (Bloco R)	7 aparelhos
Biblioteca (Bloco S)	30 aparelhos
Geomática (Bloco K)	11 aparelhos
Estradas (Bloco K)	13 aparelhos
Laboratórios de mecânica	9 aparelhos
Laboratório de química geral	4 aparelhos
Laboratório de microbiologia	3 aparelhos
Laboratórios de hidráulica/ pneumática/ ensaios corrosivos (Bloco E)	9 aparelhos
Coordenadoria de Eng. Sanitária e Ambiental (Bloco S)	8 aparelhos
Metalurgia	14 aparelhos
Laboratórios I, II e III de Física	5 aparelhos
Coordenadoria de Mecânica	3 aparelhos
TOTAL	165 aparelhos

**Tabela 6: Vazão mensal de água dos aparelhos do tipo janela na área estudada**

MODELO	QUNTIDADE	TEMPO DE UTILIZAÇÃO MENSAL	VAZÃO UNITÁRIA	VAZÃO TOTAL MENSAL
Janela	66 aparelhos	373 horas	0,6 ml/s	53,175 m <sup>3</sup> /mês

A partir dos resultados obtidos das vazões mensais e da demanda para uso não potável foi possível calcular o volume do reservatório. Para este cálculo foi utilizado o método Rippl, porém outros métodos para o cálculo de reservatório ainda serão utilizados. Para o cálculo total ainda falta ser considerado a contribuição das vazões dos destiladores de água e dos condicionadores de ar.

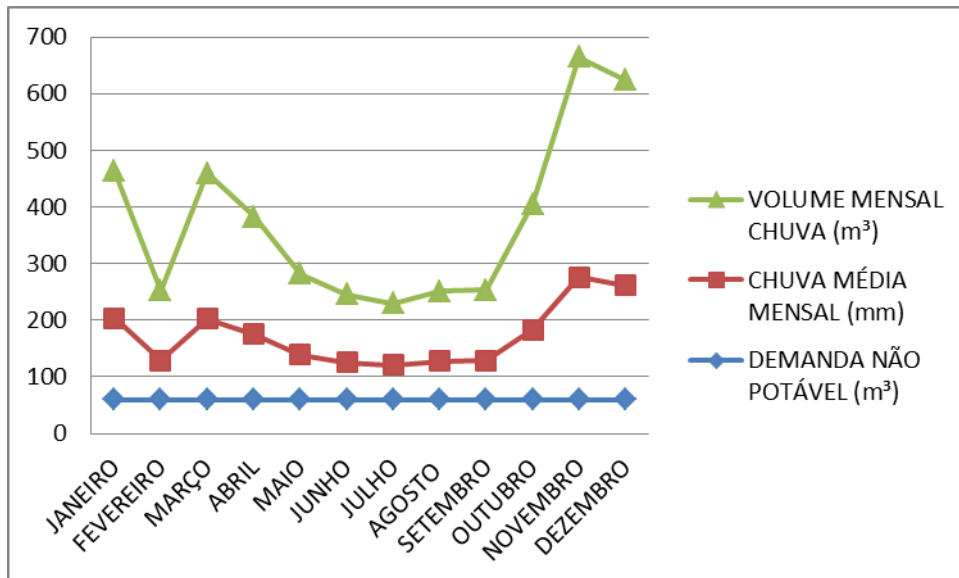
**Tabela 7: Dimensionamento de reservatório pelo método Rippl**

MÉTODO RIPPL							
MESES	CHUVA MÉDIA MENSAL (mm)	DEMANDA NÃO POTÁVEL CONSTANTE (m <sup>3</sup> )	ÁREA DE CAPTAÇÃO (m <sup>2</sup> )	VOLUME MENSAL CHUVA (m <sup>3</sup> )	DIFERENÇA ENTRE DEMANDA E VOL. DE CHUVA(m <sup>3</sup> )	DIFERENÇA ACUMULADA DA COLUNA 6 DOS VALORES POSITIVOS (m <sup>3</sup> )	OBS.
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
JAN	143,7	60	2510,19	259,71	-199,71	0,00	E
FEV	68,3	60	2510,19	123,44	-63,44	0,00	E
MAR	142,2	60	2510,19	257,00	-197,00	0,00	E
ABR	114,9	60	2510,19	207,66	-147,66	0,00	E
MAIO	78,8	60	2510,19	142,42	-82,42	0,00	E
JUN	65,9	60	2510,19	119,10	-59,10	0,00	E
JUL	60,5	60	2510,19	109,34	-49,34	0,00	E
AGO	68	60	2510,19	122,90	-62,90	0,00	E
SET	68,9	60	2510,19	124,53	-64,53	0,00	E
OUT	123,1	60	2510,19	222,48	-162,48	0,00	E
NOV	215,5	60	2510,19	389,48	-329,48	0,00	E
DEZ	200,9	60	2510,19	363,09	-303,09	0,00	E

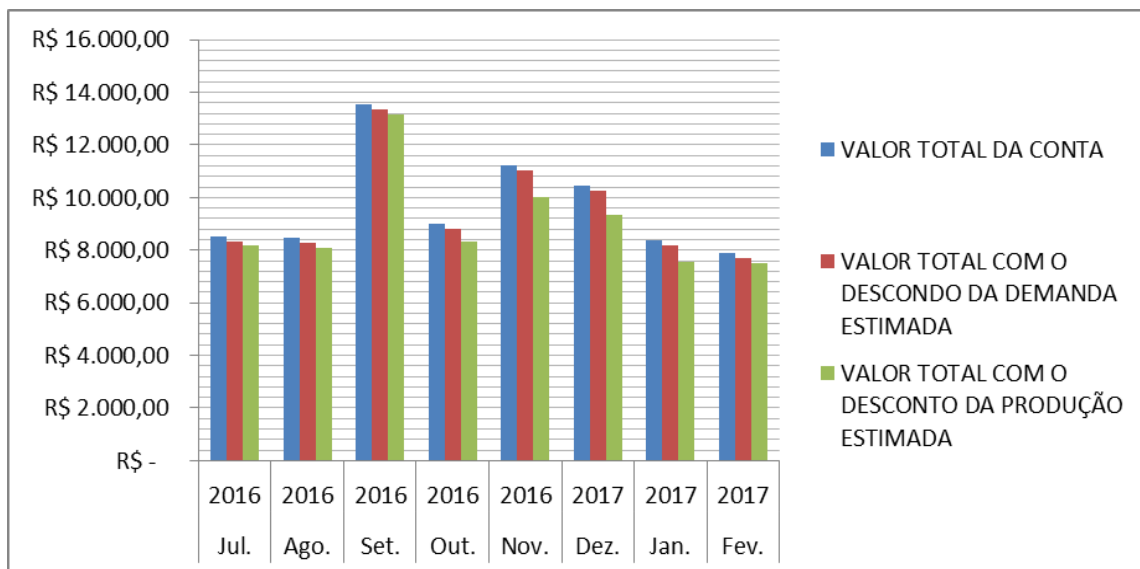
Para o balanço são consideradas as seguintes variáveis contidas nas tabelas (TOMAZ, 2011):

- Coluna 1: o período de tempo observado, que neste caso é representado pelos meses;
- Coluna 2: as médias mensais em milímetros;
- Coluna 3: A demanda de água para os fins apontados no estudo;
- Coluna 4: Área de captação da água de chuva;
- Coluna 5: Considera os volumes mensais disponíveis de água de chuva, sendo obtido pela multiplicação da coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de Runoff de 0,9.
- Coluna 6: É o resultado entre o volume da demanda e os volumes de chuva obtidos, no caso a subtração da coluna 3 pela coluna 5. O resultado positivo indica a falta de água causado pela demanda superior ao volume captado, e o resultado negativo indica a o excesso de água em relação a demanda.
- Coluna 7: é o resultado das diferenças acumuladas da coluna 6, considerando somente os valores positivos, sendo possível estimar o volume mínimo do reservatório para não haver perdas no abastecimento;
- Coluna 8: Indica a situação do reservatório com relação ao volume. A letra E indica que há água escoando pelo extravasor.

Os resultados apontam para um volume excedente considerando toda a área de estudo para todos os meses. Os menores valores de chuva abrangem os meses que vão de Maio à Setembro, e mesmo com a redução de precipitação característica do período o volume da demanda não é comprometido. Para o mês mais seco, Julho, o volume excedente é estimado em 49,34 m<sup>3</sup>, e esse valor passa a ser aproximadamente sete vezes maior para o mês mais chuvoso, Novembro, onde o volume excedido é estimado em 329,48 m<sup>3</sup>. A média do volume mensal de chuva, que corresponde a 224,36 m<sup>3</sup>/mês, encontra-se muito acima da demanda. A Figura 4 apresenta a relação da demanda e do volume mensal de chuva.



**Figura 4: Balanço de massas da área de estudo no Ifes - Campus Vitória**



**Figura 5: Gráfico de economia de água para a instalação do sistema, considerando a demanda e o volume de água produzido (considerando apenas águas pluviais e dos destiladores).**

A Figura 5 apresenta o gráfico dos valores obtidos considerando os meses de consumo conhecido. Ao longo dos oito meses o gasto em água resultou em um montante de R\$ 77.457,29. Considerando que o volume para a demanda estipulada fosse atendida isso resultaria em uma economia de 2% no valor cobrado. Esta porcentagem de economia poderia ser aumentada se o potencial hídrico, considerando água de chuva e destiladores, fosse utilizado em sua totalidade, chegando a um valor de 7% e economia de R\$ 5.326,68 ao total citado acima. A Tabela 7 apresenta o volume de demanda e de produção estimado para cada mês.



**Tabela 8: Relação de demanda e produção de água (m<sup>3</sup>)**

	Jan (m <sup>3</sup> )	Fev (m <sup>3</sup> )	Mar (m <sup>3</sup> )	Abr (m <sup>3</sup> )	Mai (m <sup>3</sup> )	Jun (m <sup>3</sup> )	Jul (m <sup>3</sup> )	Ago (m <sup>3</sup> )	Set (m <sup>3</sup> )	Out (m <sup>3</sup> )	Nov (m <sup>3</sup> )	Dez (m <sup>3</sup> )	Total Anual (m <sup>3</sup> )
Produção água de condensado (1)	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	53,18	638,1
Produção água de destilação	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,222	3,22	3,22	38,642
Água de chuva	143,7	68,3	142,2	114,9	78,8	65,9	60,5	68	68,9	123,1	215,5	200,9	1350,7
Total produção	200,09	124,69	198,59	171,29	135,19	122,29	116,89	124,39	125,29	179,49	271,89	257,29	2027,4 4
Total Demanda de água não potável	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	660

(1) A estimativa segue em estudo, os valores apresentados ainda não são os valores totais dos aparelhos de ar condicionado.

## CONCLUSÕES

O método de cálculo de reservatório para água de chuva mostra que há um grande volume excedente, o que possibilita a redução da área de captação considerada, e assim consequentemente os custos de instalação e manutenção do sistema seria reduzido. Por ser uma área já consolidada e por demandar estudos complementares das áreas adjacentes contempladas na pesquisa a disposição dos reservatórios assim como o volume a ser reservado, que dependerá da demanda considerada, poderá ser alterada. Como dito anteriormente o volume de água produzida pelos aparelhos de ar condicionado não foram totalmente contabilizado, mas o levantamento inicial de 53,17 m<sup>3</sup>, que representa 40% dos aparelhos quantificados, contribui significativamente para a produção hídrica da instituição.

Deve-se atentar que apenas a área de um terço da instituição, correspondente a parte 2, está sendo considerada, portanto o potencial de aproveitamento será consequentemente aumentado conforme o avanço das pesquisas. De posse dos resultados encontrados conclui-se que o potencial de geração de água no Ifes – Campus Vitória está muito acima da demanda estuda, podendo atribuir ao estudo outras formas de utilização como em descargas de bacias sanitárias e assim gerar uma redução no consumo de água potável ainda mais notável.

Em relação ao aspecto econômico apenas um pequeno levantamento foi realizado e os resultados já apontam uma quantia significativa, entorno de 7% de economia se for considerado o volume total de aproveitamento de água. Os custos de instalação e manutenção ainda estão sendo levantados, e com base nesses aspectos será possível quantificar o investimento necessário para a implementação do sistema e a sua viabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas**. 2016. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2016
2. AMORIM, S. DE; PEREIRA, D. D. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 53–66, 2008.
3. 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. 15 p.
4. CRESPO, S. B. DE S.; MATOS, K. M.; DE ABREU, G. V. A3P - Agenda Ambiental na Administração Pública. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**, p. 100, 2009.
5. GOMES, U. A. F. et al. A captação de água de chuva no Brasil: novos aportes a partir de um olhar internacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 7–16, 2014.
6. SISCO, L. et al. Roof top gardens as a means to use recycled waste and A/C condensate and reduce temperature variation in buildings. **Building and Environment**, v. 117, p. 127–134, 2017.
7. TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo, 2011. Disponível em <[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro\\_aprov.\\_aguadechuva/Capitulo%2001.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo%2001.pdf)> . Acesso em: 16 nov. 2016
8. WILCOX, J. et al. Urban water reuse: A triple bottom line assessment framework and review. **Sustainable Cities and Society**, v. 27, p. 448–456, nov. 2016.