

ÍNDICE DE CONSUMO COMO PARÂMETRO INDICATIVO DA GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

CONSUMPTION INDEX AS AN INDICATIVE PARAMETER FOR
SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT IN A EDUCATIONAL
INSTITUTION

LUCAS ALVES DE ARAÚJO

lada1@discente.ifpe.edu.br

IONÁ M. B. RAMEH BARBOSA

ionarameh@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

A água é um recurso imprescindível para desenvolvimento das atividades humanas, sendo também essencial para preservação e qualidade de vida das gerações futuras. Tendo em vista a sua importância, a adoção de um sistema de gestão ambiental eficiente e sustentável vem sendo amplamente discutida nos últimos anos entre as mais variadas organizações, na busca por maior eficiência e racionalidade nos seus múltiplos usos. Nesse contexto, empresas e organizações necessitam de índices que possam direcionar seus planos de ação a fim de que medidas efetivas sejam tomadas. Um destes índices é o IC, Índice de Consumo Real por agente consumidor, cuja unidade de expressão é L/agente consumidor/dia. Este parâmetro é um relevante indicador do nível de consumo de água de uma determinada edificação. Sendo assim, este estudo possui como objetivo apresentar o Índice de Consumo Real por agente consumidor de dois levantamentos realizados em períodos distintos (2012-2013 e 2018) no IFPE *campus* Recife, comparando-os e justificando os seus resultados. Como principal resultado encontrou-se o IC de 5,43 L/agente consumidor/dia. Do comparativo realizado observou-se a redução de 32,34% no Índice de Consumo Real por agente consumidor no Instituto, assim como, uma diminuição no consumo médio mensal da instituição que passou de 1.004,67 (2012/2013) para 695,50 m³/mês (2018), resultando em um percentual de redução da ordem 30,77% no consumo médio mensal de água. Desta forma, o estudo em questão ratifica o IC como um dado relevante para a gestão de recursos hídricos e destaca que este deve ser analisado periodicamente, pois retrata o nível de consumo da instituição em um dado momento. Como conclusão, observa-se que o IC pode ser utilizado como instrumento de avaliação do consumo e, assim, contribuir para a definição de metas a serem alcançadas dentro de um programa de gestão sustentável da água em instituições.

Palavras-chave: Gestão eficiente. Uso racional da água. Tomada de decisão.

ABSTRACT

Water is an essential resource for the development of human activities, and is also essential for the preservation and quality of life of future generations. In view of its importance, the adoption of an efficient and sustainable environmental management system has been widely discussed in recent years among the most varied organizations, in the search for greater efficiency and rationality in its multiple uses. In this context, companies and organizations need indexes that can direct their action plans in order for effective measures to be taken. One of these indices is the CI, Real Consumption Index per consumer agent, whose unit of expression is L / consumer agent / day. This parameter is a relevant indicator of the level of water consumption in a given building. Therefore, this study aims to present the Real Consumption Index per consumer agent of two surveys carried out in different periods (2012-2013 and 2018) at the IFPE campus Recife, comparing them and justifying their results. The main result was the CI of 5.43 L / consumer agent / day. From the comparison made, there was a 32.34% reduction in the Real Consumption Index per consumer agent at the Institute, as well as a decrease in the institution's average monthly consumption, which went from 1,004.67 (2012/2013) to 695.50 m³ / month (2018), resulting in a 30.77% reduction in average monthly water consumption. Thus, the study in question ratifies the CI as a relevant data for the management of water resources and highlights that it must be analyzed periodically, as it portrays the level of consumption of the institution at a given moment. As a conclusion, it is observed that the CI can be used as an instrument for assessing consumption and, thus, contribute to the definition of goals to be achieved within a program of sustainable water management in institutions.

Keywords: Efficient management. Rational use of water. Decision making.

1 INTRODUÇÃO

A escassez de recursos hídricos é um problema de caráter mundial que afeta mais de 40% da população mundial, apresentando uma tendência de crescimento decorrente do aumento da temperatura global resultado das mudanças climáticas em todo o planeta, conforme expõe o Programa Nacional das Nação Unidas no Brasil (PNUD, 2021).

Em 2011, 41 países sofreram com problemas devido à escassez hídrica, aos quais 10 deles se propuseram a diminuir o fornecimento de água potável e necessitarão de fontes alternativas para garantir a manutenção do mineral. Dentro desta perspectiva, projeções apontam que no ano de 2050, 25% da população mundial será afetada pela carência de água (PNUD, 2021).

A Política Nacional de Recursos Hídricos destaca três características importantes sobre a água: primeiro a caracteriza como um recurso natural e limitado; segundo, dotada de valor econômico e em terceiro, essencial para a vida de todos os seres vivos (PNRH, 2021). Por ser considerada um bem de domínio público, as esferas de governo nas suas atribuições devem regulamentar o seu acesso e promover os seus diversos usos tendo em vista à sustentabilidade e preservação para todas as gerações (ANA, 2020).

Visando a gestão sustentável deste importante recurso para a humanidade, países, governos e entidades têm se prontificado a desenvolver metas de trabalho para a conservação da água no planeta. Seguindo este panorama, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) propôs 17 Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas correspondentes a serem atingidas pelos referidos países no período de 2016-2030. Dentre estes objetivos, o ODS de número 6, composto por 8 metas, tem como finalidade assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento básico para toda população (ODS BRASIL, 2021).

Dentre as importantes metas abordadas pelo ODS 6, pode-se destacar a meta 6.4 que trata do uso racional da água nas atividades econômicas, com vistas a aumentar a eficiência, assim como a otimização da sua oferta para garantia de utilizações múltiplas (ANA, 2019). Já a meta 6.5 estipula como objetivo que até 2030, seja implementada a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis (ODS BRASIL, 2021).

No Brasil, a média da população atendida pelo abastecimento de água é de 83,7% (SNIS, 2019). Acrescido a esta necessidade de expansão do fornecimento da água potável e saneamento básico a milhões de brasileiros, em algumas capitais do país, tais como Recife, constata-se que a prestação de serviço de água ocorre sob o regime de racionamento, sendo que nesta capital este racionamento se estende desde 1983 (CASTRO; HELLER; MORAIS, 2015).

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2021) expõe entre uma das metas deste objetivo: o aumento da eficiência do uso da água em todos os setores, a garantia de sua retirada de modo sustentável, contribuição para o adequado abastecimento visando o enfrentamento da escassez hídrica e o alcance das populações mais carentes.

Diversos autores abordam a questão do gerenciamento de recursos hídricos como possível solução ao enfrentamento dos desequilíbrios entre a oferta e a demanda de água potável. Neste sentido, ações que visam a sua conservação e sustentabilidade devem ser implantadas em todos os níveis de abrangência, sendo eles: o nível macro (com foco em bacias hidrográficas), meso (relacionado aos sistemas públicos de abastecimento de água e coleta de esgoto sanitário) e micro (com foco em sistemas de edificações e consumidores finais). Racionalizar o uso da água, reduzir seu consumo e captá-la de sistemas prediais podem ser alternativas que ajudam a combater a escassez hídrica, conforme apontam Leuck (2008); Imteaz *et al.* (2012); Haque *et al.* (2015); Rath *et al.* (2016) e Singh *et al.* (2016).

Entendendo a relevância da gestão eficiente da água potável no cenário mundial e nacional, instituições públicas e privadas devem se preocupar cada vez mais na busca por metodologias e ferramentas de gestão que os auxiliem a tomar medidas que propiciem um consumo mais racional e eficiente deste importante insumo. Dentre estas ferramentas e metodologias existentes encontra-se o monitoramento do IC: Índice de Consumo Real por agente consumidor, expresso, em L/agente consumidor/dia, comumente conhecido por índice de consumo *per capita*.

Segundo Santana e Kiperstok (2010), o IC está intimamente atrelado ao conhecimento das características das edificações: tipologia, usos específicos, quantitativo de pessoas, processo construtivo das instalações hidráulicas, patologias, manutenção e em menor expressividade, as condições climáticas. Experiências práticas indicam que para o alcance de metas em programas de uso racional da água deve-se ter como entendimento básico: o conhecimento destas informações supracitadas, assim como a determinação de um perfil de consumo em relação a um agente consumidor.

Silva (2018) afirma que o IC Real representa o consumo fidedigno de determinada tipologia predial, sendo obtido por meio de pesquisas direcionadas, que refletem as características particulares e padrões de consumo de sua população. Ademais, acrescenta que este funciona como parâmetro de controle no desenvolvimento de programas de conservação de água e permite comparativos de consumos entre edificações que possuem a mesma tipologia e características semelhantes.

Libânio e Oliveira (2014) declara a relevância do uso de Indicadores ou *Benchmarks* para tomada de decisões e comparação de desempenhos, interno ou externo, nas mais diversas instituições. Esta relevância se dá no fato destes indicadores sintetizarem em um valor numérico informações de grande relevância que servem para descrever a situação atual de um fenômeno ou de um ambiente.

Já Gonçalves *et al.* (2005) e Farina *et al.* (2011) reforçam ainda a aplicabilidade do IC como valor de referência para avaliação da sustentabilidade em edificações a serem construídas, bem como, na tomada de decisões em edifícios existentes em relação à implantação de programas de uso racional da água.

Dentro deste contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar o Índice de Consumo Real por agente consumidor de dois levantamentos realizados em períodos distintos (2012-2013 e 2018) no IFPE *campus* Recife, comparando-os e analisando os seus resultados. A comparação de resultados destes estudos visa identificar a variação do consumo *per capita* dentro do *campus*, e entender a direção que o Instituto está tomando em relação a conservação e uso racional da água, Também pretende-se apresentar algumas medidas como propostas para contribuir com a gestão sustentável da água na instituição.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Levantamento bibliográfico e documental

No laboratório de Geotecnologias e Meio Ambiente, LabGeo, do Instituto Federal de Pernambuco, *campus* Recife, realizou-se amplo levantamento bibliográfico e documental cuja temática estivesse associada ao uso racional e eficiente da água, sobretudo, em prédios públicos. O trabalho em questão também tomou como base um sólido conjunto de pesquisas realizadas pelo Grupo de Recursos Hídricos da Universidade de Pernambuco – UPE, o AquaPOLI, que já há alguns anos vem realizando diversos estudos sobre a conservação da água em prédios públicos no município do Recife.

Para posterior análise dos dados de consumo de água do IFPE, recorreu-se ao registro histórico de contas na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O ano de 2018 foi escolhido como referência para os estudos, por conter, a época, dados de consumo mensais de água mais consistentes, ou seja, sem apresentar falhas de apontamentos do consumo em todo o ano. Verificou-se durante alguns anos a existência de lacunas nos registros de consumo mensal da Instituição em função de problemas de funcionamento em seu hidrômetro.

2.2 Análise do histórico de consumo de água do IFPE

De posse dos dados de consumo registrados pelo hidrômetro e fornecidos pela COMPESA, foi realizado uma análise do consumo de água e valores cobrados ao

IFPE ao longo dos anos e durante o ano de 2018. Utilizou-se o *software* Microsoft Excel como ferramenta para análise e criação de gráficos relacionados ao consumo anual e mensal de água. Por fim, utilizou-se a série de consumo para determinação do consumo médio mensal de água, parâmetro necessário ao cálculo do Índice de Consumo (IC).

2.3 Estrutura organizacional do IFPE *campus* Recife

O Instituto Federal de Pernambuco é uma entidade de educação, ciência e tecnologia a nível federal, com aproximadamente 65.000 m² de área construída. Constituído por um conjunto de seis blocos, um centro de pesquisa, vestiários, ginásio, piscina e campo de futebol. Devido a sua grande extensão e ao atendimento a uma média atual, estimada em 5200 alunos segundo informações da Diretoria de Administração (DIAM), o Instituto possui grandes demandas de consumo de água potável. A instituição é abastecida pela rede de distribuição da COMPESA e por água subterrânea proveniente do poço localizado em sua estrutura educacional. O sistema de reserva de água conta com dois reservatórios: um superior (capacidade de 120 m³) e outro inferior (capacidade de 260 m³), os quais ajudam a manter a disponibilidade da água para toda a infraestrutura do *campus*. A distribuição geral do consumo ocorre em função das atividades desenvolvidas em cada bloco. Os blocos administrativos concentram o consumo de água em sanitários, já os blocos destinados ao ensino integrado (ensino médio juntamente com o técnico) e superior, apresentam consumo elevado em banheiros e laboratórios.

2.4 Cadastro e/ou atualização das instalações hidrossanitárias prediais

Realizou-se visita de campo aos departamentos, salas de aula, sanitários, laboratórios e dependências do Instituto a fim de registrar manualmente o quantitativo das peças, a sua condição de conservação e a verificação de patologias em todos os pontos de utilização de água. Nestes ambientes, foram catalogados a quantidade de pontos de utilização (torneiras, mictórios, bacias sanitárias, chuveiros e bebedouros dentre outros), assim como, a inspeção em cada caso, referente a existência ou não de patologias, sob a forma de vazamentos.

2.5 Cálculo do Índice de Consumo Real (IC)

Os dados colhidos durante o levantamento documental e a visita de campo foram utilizados para o cálculo do Índice de Consumo (IC) e posterior avaliação do consumo de água.

Segundo a metodologia proposta por Oliveira e Gonçalves (1999), calculou-se o IC Real por agente consumidor (IC), conforme a equação 01.

$$IC = \frac{C \times 1000}{N \times D} \quad (1)$$

Onde:

IC = Índice de Consumo Real de água por agente consumidor (L/agente consumidor/dia);

C = Consumo mensal de água (m³/mês);

N = Número de agentes consumidores;

D = quantidade de dias de funcionamento da instituição por mês (dias/mês);

O consumo mensal de água (C) foi obtido pelos registros de consumo retirados das contas da COMPEA em todo o ano de 2018. O número de agentes consumidores (N) foi obtido através de pesquisa com os gestores da Diretoria de Administração (DIAM). Este número foi estimado, tendo em vista que há uma variação do quantitativo de alunos ao longo do ano. Já o parâmetro (D) foi calculado pelo número de dias de funcionamento do Instituto em cada mês do ano de 2018. Desconsiderando-se apenas os dias de domingo, quando não há expediente na instituição e possíveis feriados.

Para cada mês determinou-se um IC correspondente e em seguida calculou-se a média do índice de consumo para o respectivo ano em análise. Após a determinação do IC com base no histórico de consumo mensal de água do ano de 2018, fez-se um comparativo com os resultados obtidos por Vasconcelos *et. al.* (2015) para os Índices de Consumo dos anos de 2012 e 2013, realizados na mesma instituição.

3 RESULTADOS E ANÁLISE

3.1 Análise do histórico de consumo do IFPE

A análise do histórico de consumo de água mensal do Instituto Federal de Pernambuco, *campus* Recife, demonstra que ocorreram falhas no processo de gestão da água no decorrer de alguns anos.

A Tabela 1 apresenta as leituras feitas pelo hidrômetro (destacadas em vermelho) que não correspondem a demanda de consumo real do *campus*, sendo estes registros computados nos anos em que o hidrômetro se encontrava com problemas técnicos.

Tabela 1 - Falhas no registro de medição do consumo mensal em m³ ao longo dos anos.

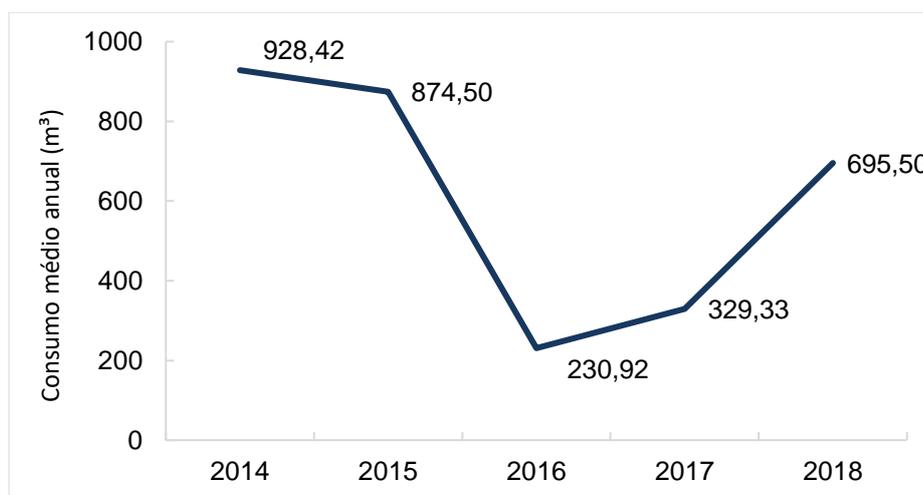
MESES	ANOS				
	2014	2015	2016	2017	2018
JANEIRO	845	366	50	19	579
FEVEREIRO	818	683	545	16	695
MARÇO	983	930	598	16	997
ABRIL	1092	1070	727	16	584
MAIO	1086	922	1	29	451
JUNHO	1407	840	114	9	744
JULHO	979	578	97	13	358
AGOSTO	543	956	211	16	707
SETEMBRO	904	983	256	10	796
OUTUBRO	846	960	94	1452	909
NOVEMBRO	819	1103	51	909	900
DEZEMBRO	819	1103	27	1447	626

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Como observa-se na Tabela 1, os anos mais críticos quanto aos registros são 2016 e 2017, anos em que o hidrômetro não estava funcionando adequadamente. Como nenhuma medida corretiva foi tomada, não se sabe o verdadeiro consumo de água neste período.

Esta mesma análise se reflete na média de consumo anual do Instituto. No Gráfico 1 é possível observar que entre os anos de 2016 e 2017, a média de consumo sofre uma queda brusca, devido às falhas no processo de medição, implicando num grave problema de gestão, pois nestes anos passou-se a ter um processo de medição não confiável.

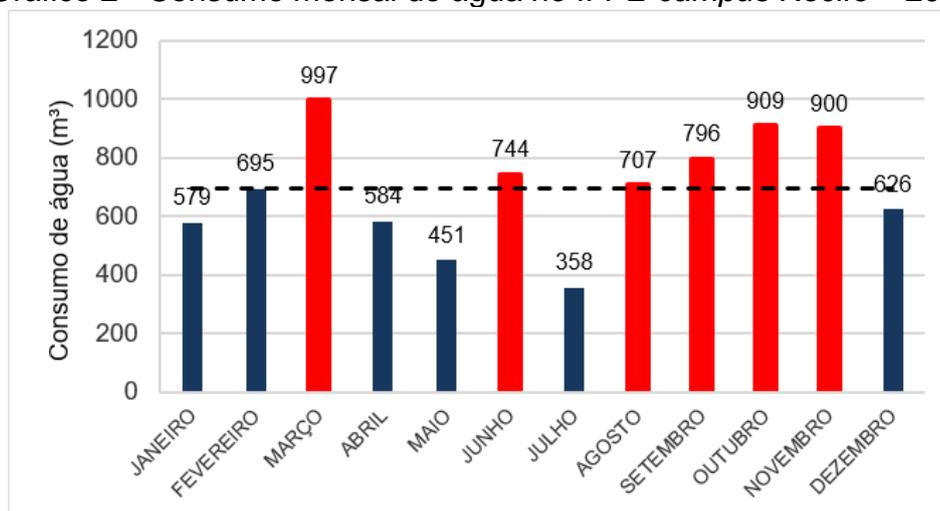
Gráfico 1 - Consumo médio anual de água no IFPE *campus* Recife (2014 – 2018)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No entanto, além da alta divergência de padrão de consumo entre os referidos anos, constatou-se que dentro do ano de maior coerência de valores de consumo, o ano de 2018, existia uma variação de consumo mensal ao longo do ano que poderia ser otimizada. O Gráfico 2 apresenta os respectivos consumos mensais juntamente com a média de cerca de 696 m³ demarcada pelo segmento tracejado.

Gráfico 2 - Consumo mensal de água no IFPE *campus* Recife – 2018



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A partir da visualização e análise do Gráfico 2 observa-se que não existe um padrão de consumo uniforme ao longo dos meses do ano, ou seja, há uma variação sazonal, o que já era de se esperar por conta dos meses de férias escolares. Contudo, há variação mesmo nos meses que o Instituto se encontra em funcionamento normal. Os meses destacados em vermelho (março, junho, agosto, setembro, outubro e novembro) representam o período em que a demanda no IFPE excedeu a média de consumo de água.

Os meses de março, outubro e novembro são os que apresentam maior índice de consumo, com percentuais de 43,25%, 30,60% e 29,31% em relação à média mensal de consumo, percentuais estes com significativa divergência para a média calculada. Também se observa uma grande diferença entre os valores de consumos dos meses de março e julho, que representam, respectivamente, os períodos de maior e menor consumo mensal, visto que entre fevereiro e março se dá o início das atividades letivas e em julho o recesso escolar.

A partir da alta discrepância entre os valores de consumo mensais encontrados, percebeu-se a necessidade da implementação da setorização dos blocos, através da instalação de hidrômetros em pontos estratégicos do *campus*, tendo em vista propor ações de melhorias na gestão da água e adoção de medidas com o objetivo de proporcionar o uso racional da água, reduzindo altas variações em meses com funcionamento normal e otimizando a variação entre meses que são propícios as férias escolares.

A análise dos valores de consumo de água do IFPE, *campus* Recife, evidenciou necessidade de exame mais sistemático dos motivos que levaram à grande diferença na quantidade de água utilizada no Instituto, bem como a busca por soluções a fim de mitigar a alta diferença de consumo mensal. Em consonância com os dados apresentados pelo Gráfico 2 é possível perceber que o mês de outubro compreende o segundo mês com maior consumo mensal no ano. Em 2018, durante este mês, o *campus* Recife sediou a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, abrindo as portas para a comunidade externa. Esse fator pode ser capaz de explicar a alta demanda de consumo no referido mês.

3.2 Cadastro das instalações hidrossanitárias prediais

A partir do levantamento de campo realizado em todo Instituto no final de 2018 e início de 2019, constatou-se a presença de vazamentos em quatro pontos de utilização de água. A princípio, este quantitativo parece ser insignificante diante de aproximadamente 358 pontos de água existentes em todo o *campus*, no entanto, o Manual de Conservação de Águas em Edificações (ANA; FIESP; SINDUSCON, 2005) apresenta estimativas, em litros/dias, em função do tipo de vazamento e aparelho/equipamento sanitário, no qual, uma simples torneira de lavatório, pia, ou uso geral, pode evidenciar uma perda estimada de 6 a 10 litros/dia (em processo de gotejamento lento) e até mais de 32 litros/dia (para gotejamento muito rápido). Diante desta estimativa, o que pode se inferir é que, a depender do tipo de aparelho e da característica do vazamento, o volume de água desperdiçado é grande, e acrescido do fator tempo, impacta diretamente no aumento das despesas mensais da instituição.

3.3 Cálculo dos indicadores de consumo de água

De posse de todos os parâmetros apresentados na Tabela 2, calculou-se um IC para cada mês do ano de 2018, e chegou-se a um resultado médio anual de IC igual a 5,43 (L/agente consumidor/dia).

Tabela 2 – IC para os meses do ano de 2018

MÊS	C (m³)	D (dias úteis)	N (alunos)	IC L/ag. consumidor/dia
JANEIRO	579	26	5200	4,28
FEVEREIRO	695	20	5200	6,68
MARÇO	997	26	5200	7,37
ABRIL	584	24	5200	4,68
MAIO	451	25	5200	3,47
JUNHO	744	26	5200	5,50
JULHO	358	25	5200	2,75
AGOSTO	707	27	5200	5,04
SETEMBRO	796	24	5200	6,38
OUTUBRO	909	26	5200	6,72
NOVEMBRO	900	24	5200	7,21
DEZEMBRO	626	24	5200	5,02

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Este resultado foi comparado com o estudo realizado em meados de 2012/2013, por Vasconcelos *et. al* (2015), no qual foi calculado para a instituição um IC = 9,11 (L/agente consumidor/dia) em 2012 e um IC = 6,94, em 2013. Chegando-se a um Índice de Consumo médio de 8,025 L/agente consumidor/dia nestes dois anos consecutivos.

Algumas considerações devem ser feitas em relação à disparidade destes valores, entre elas: o estudo realizado entre 2012 e 2013 no *campus* apresenta resultados com grande número de equipamentos danificados e alto índice de vazamentos, cerca de 92 vazamentos ao total. Entre eles: torneiras de mesas, tubulações e torneiras de lavagem, além de indícios de vazamentos em outros ambientes. Contudo, o histórico de vazamentos no ano de 2018 foi bem menor, sendo encontrados um total de 4 vazamentos em todo o Instituto. Ocorrendo, portanto, significativa diminuição no número de patologias no *campus*.

Como consequência da diminuição de vazamentos, percebeu-se uma redução de 32,34% no Índice de Consumo (IC) do ano de 2018 quando comparado aos anos de 2012 e 2013. Esta redução também pode ser percebida em relação ao consumo médio mensal de água da instituição que passou de 1.004,67 m³/mês (2012/2013) para 695,50 m³/mês (2018), conforme histórico da COMPESA. Um percentual de redução da ordem de 30,77% no consumo médio mensal de água, um valor muito próximo ao percentual de redução do IC do mesmo período.

Corroborando com estes resultados, Oliveira (2013) calculou o IC para 12 escolas de ensino fundamental e médio no Estado de Minas Gerais encontrando valores de IC que variam entre 6,42 a 62,82 L/aluno/dia. Comparando-se o resultado desta pesquisa com o IC encontrado para o IFPE, *campus* Recife em 2018, observa-se uma variação de 15,42%. Quando se compara os resultados com escolas

estaduais de ensino fundamental e/ou médio, o valor de IC de 5,43 L/ agente consumidor/dia se apresenta próximo ao que é encontrado na literatura, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de IC Real para escolas estaduais

INSTITUIÇÃO DE ENSINO	IC	UND.	LOCALIZAÇÃO	REFERÊNCIA
Escola estadual de ensino fundamental e médio	3,9	L/aluno/dia	Recife, PE	Nunes (2015)
Escola estadual de ensino fundamental	4,9	L/aluno/dia	Recife, PE	Soares (2016)
Escola estadual de ensino fundamental e médio	6,42 a 40,21	L/aluno/dia	Patos de Minas, MG	Oliveira (2013)
Escola estadual de ensino fundamental e médio	7,15 a 20,61	L/aluno/dia	Patrocínio, MG	Oliveira (2013)
Escola estadual de ensino fundamental e médio	8,26 a 62,82	L/aluno/dia	Uberaba, MG	Oliveira (2013)

Fonte: Adaptado de Silva (2016a)

No entanto, para se obter uma correlação mais estreita é preciso comparar o *campus* Recife com outros *campus* universitários. Pois, segundo Silva *et. al* (2018) os IC de edificações escolares variam segundo o funcionamento da escola e nível de ensino dos alunos, sendo, portanto, encontrados na literatura IC para diversos tipos de escolas, sendo elas: internatos, semi-internato, escolas diurnas, de ensino infantil, fundamental ou médio, universidades dentre outras.

Em relação a instituições de ensino superior, Silva, Tamaki e Gonçalves (2005) encontram valores de IC entre 10 a 20 L/pessoa/dia em unidades da Universidade de São Paulo (USP). O valor médio encontrado é quase três vezes maior que o calculado para a presente pesquisa, no entanto, deve-se ponderar que a USP como universidade possui uma estrutura física muito maior se comparado ao IFPE *campus* Recife. Segundo divulga a instituição, atualmente detém 42 unidades de ensino e pesquisa, mais de 58 mil alunos e oferta atualmente 183 cursos de graduação (USP, 2021).

De modo geral para efeito de comparação com outros resultados encontrados na literatura, segue na Tabela 4, valores de IC encontrados especificamente para *campus* universitários, assim com o IFPE, tendo ciência que apesar da característica de ensino ser a mesma, as tipologias, infraestrutura das edificações e hábitos de consumo da população em estudo influenciam nos resultados obtidos nos IC. Assim como, patologias sob a forma de vazamentos que não são quantificáveis por este índice, mas influenciam significativamente para aumento da demanda de água em uma edificação.

Tabela 4 – Valores de IC encontrados para *campus* universitários

INSTITUIÇÃO DE ENSINO	IC	UND.	LOCALIZAÇÃO	REFERÊNCIA
<i>Campus</i> universitário	32,51	L/hab./dia	Campina Grande-PB, Brasil	Gomes (2013)
<i>Campus</i> universitário	20 a 200	L/pessoa/dia	São Paulo, Brasil	Silva; Tamaki e Gonçalves (2005)
<i>Campus</i> universitário	19,0	L/pessoa/dia	Minas Gerais, Brasil	Almeida (2009)
<i>Campus</i> universitário	8,025	L/hab./dia	Recife, Brasil	Vasconcelos <i>et. al</i> (2015)

Fonte: Adaptado de Silva (2016a)

Outro ponto a ser observado e que se caracteriza de bastante relevância é que o IFPE possui um poço artesiano em suas dependências. A água proveniente deste serve para suprir boa parte da demanda do Instituto, tais como: irrigação de jardins, campo de futebol e vasos sanitários. Este consumo de água do poço ainda não é registrado por hidrômetro, não entrando nos cálculos de consumo, o que efetivamente faz com que o IC do *campus* possa atingir patamares de valores menores se comparados a outras instituições, além dos fatores já supracitados.

3.4 Avaliação monetária em relação ao consumo de água

Para complementar a análise do IC, recorreu-se não apenas a série histórica de consumo da instituição, como também a série histórica da cobrança de faturas da COMPESA, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Histórico de faturas de água do IFPE, *campus* Recife (2014 - 2018)

MÊS	ANOS				
	2014	2015	2016	2017	2018
JANEIRO	R\$ 4.534,27	R\$ 2.124,28	R\$ 494,92	R\$ 113,47	R\$ 4.513,62
FEVEREIRO	R\$ 4.388,80	R\$ 3.981,46	R\$ 3.560,37	R\$ 91,63	R\$ 5.762,85
MARÇO	R\$ 5.652,55	R\$ 5.881,60	R\$ 4.328,72	R\$ 98,78	R\$ 7.791,42
ABRIL	R\$ 6.377,62	R\$ 6.889,69	R\$ 5.267,86	R\$ 98,78	R\$ 4.552,83
MAIO	R\$ 6.342,27	R\$ 5.830,82	R\$ 47,95	R\$ 200,72	R\$ 3.844,90
JUNHO	R\$ 8.223,07	R\$ 5.499,68	R\$ 805,09	R\$ 51,73	R\$ 6.111,65
JULHO	R\$ 5.715,60	R\$ 3.777,31	R\$ 682,75	R\$ 75,26	R\$ 2.860,84
AGOSTO	R\$ 3.161,25	R\$ 6.262,26	R\$ 1.511,27	R\$ 98,78	R\$ 5.676,57
SETEMBRO	R\$ 5.276,20	R\$ 6.439,75	R\$ 1.838,88	R\$ 51,73	R\$ 6.394,62
OUTUBRO	R\$ 4.936,41	R\$ 6.288,55	R\$ 659,48	R\$ 11.359,36	R\$ 7.306,31
NOVEMBRO	R\$ 4.778,22	R\$ 7.421,80	R\$ 346,44	R\$ 7.101,36	R\$ 7.233,70
DEZEMBRO	R\$ 4.778,22	R\$ 7.228,62	R\$ 171,71	R\$ 11.320,15	R\$ 5.023,06

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

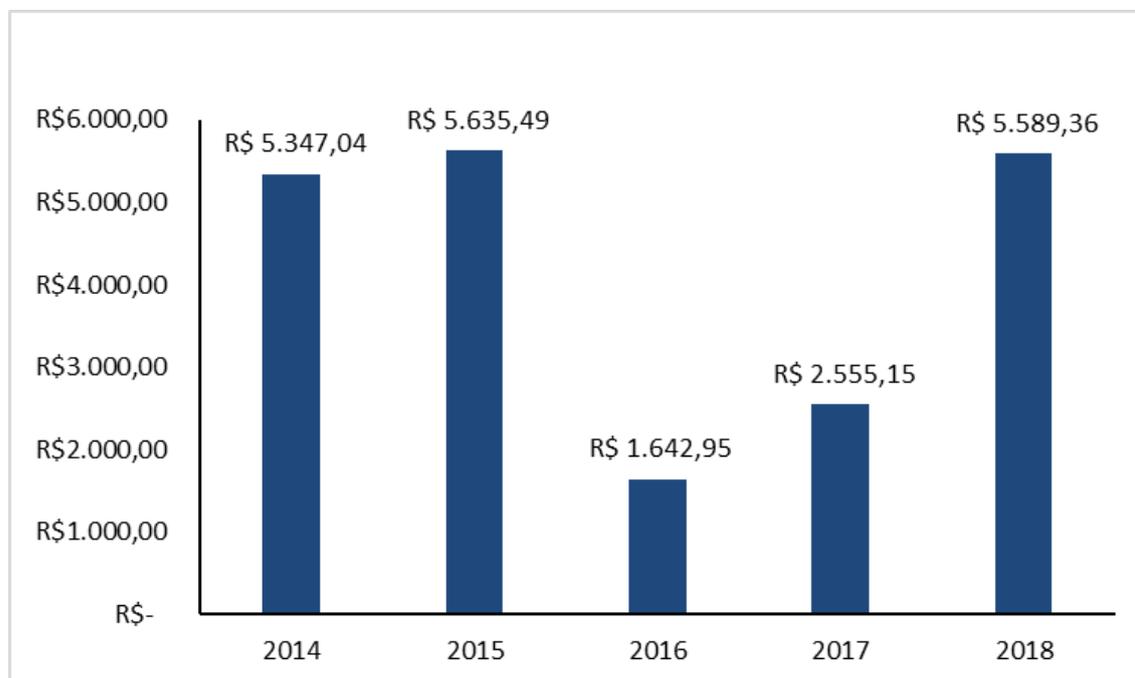
Na Tabela 5 são apresentados os valores cobrados pela concessionária de água para os anos 2016 e 2017. Estão destacados em vermelho o período em que esses valores não correspondem aos valores normais pagos em condições em que o hidrômetro estivesse registrando o consumo real de água.

Algo que pode ser destacado como uma análise pertinente é a diferença mensal entre valores de faturas, referentes ao mesmo mês, em anos diferentes. Por exemplo, no ano de 2017, conforme a Tabela 5, os meses de outubro e dezembro apresentam faturas com valores elevados, R\$ 11.359,36 e R\$ 11.320,15 reais, respectivamente. No entanto, os mesmos meses no ano subsequente (2018), apresentam valores significativamente divergentes, sendo eles: R\$ 7.306,31 e R\$ 5.023,06 reais, uma diferença total em valores de R\$ 10.350,14 reais. Seria necessário uma análise mais detalhada para apurar as causas desta divergência.

No Gráfico 3 são apresentadas as despesas médias por ano pagas à concessionária, onde é possível observar o valor médio de pouco mais de R\$ 5.000,00 para pagamento do consumo de água mensal do *campus* em condições normais de uso, excluindo desta média, os anos atípicos de 2016 e 2017. Da análise, pode-se inferir que não apenas pelo consumo médio de água em m³ é possível detectar anomalias na gestão da água em uma repartição pública.

Entretanto, pode ser utilizado um valor médio em reais (R\$) contabilizado pela série histórica das faturas para detectar possíveis desvios no consumo de água no *campus*, desde que os valores dos metros cúbicos cobrados para ambos os anos/meses analisados apresentem valores similares, para efeito de comparação.

Gráfico 3 – Valores médios anuais das faturas de água do IFPE



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Estas inferências e análises são formas complementares de entender o consumo e a sua relação com recursos orçamentários, auxiliando cada vez mais a desenvolver uma cultura de consumo consciente e o desenvolvimento sustentável dentro da instituição de ensino.

3.5 Propostas para melhorias da gestão sustentável da água no IFPE

Como uma das propostas de melhorias a serem implantadas no *campus* está a substituição de peças hidrossanitárias convencionais por equipamentos economizadores de água. Um estudo realizado por Gushiken *et. al* (2020) aponta para a viabilidade econômica da implantação deste tipo de medidas dentro do Instituto, gerando uma economia de quase R\$ 4000,00 reais no custo mensal atrelado ao consumo de água, mediante a troca de torneiras convencionais por hidromecânicas e das bacias convencionais pelas de acionamento duplo.

De igual modo, sugere-se a implantação da reutilização de água de ar-condicionado para fins não potáveis. Albuquerque e Junior (2017) concluem em seu estudo que o aproveitamento da água oriunda de aparelhos de ar-condicionado, assim como, de águas pluviais, apresenta um relevante potencial para a disponibilidade hídrica em instituições públicas de ensino.

Outra medida a ser estudada e que poderá trazer melhorias na gestão sustentável da água do *campus* é a medição setorizada dos blocos. Segundo Tamaki *et. al* (2003) um dos principais objetivos da setorização é obter um melhor monitoramento,

gestão e redução de desperdícios em relação ao consumo de água. Sendo assim, esta é uma importante ação a ser implantada na Instituição.

Por fim, também se recomenda como imprescindível a medição da água do poço do Instituto. Sem a implantação desta melhoria, o consumo de água mensal total da instituição não será gerenciado de modo eficaz, não sabendo-se ao certo, se a repartição está dentro de um padrão de consumo racional e eficiente em relação ao uso de todos os seus recursos hídricos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do histórico de consumo da instituição demonstrou que não há um padrão de consumo médio anual coerente ao longo do tempo. No período 2014 a 2018, os anos de 2016 e 2017, apresentam desvios e falhas nos seus registros, apontando uma redução de consumo de aproximadamente 67,97% em relação ao ano de 2015, permitindo, assim, trazer à tona a importância do processo de controle e monitoramento da água dentro do Instituto com vistas a promover a sustentabilidade mitigando falhas e inconsistências nos registros.

De igual forma uma outra análise, agora mais pontual dos meses do ano de 2018, expõe que alguns meses apresentaram consumo de água muito acima da média mensal, indicando que é possível reduzir ainda mais o consumo de água em função de: campanhas de conscientização para adoção de novos hábitos de consumo, aplicação de medidas de manutenção preventiva e corretivas mais eficientes, e estabelecimento de medidas que possibilitem maior controle e gestão do recurso, tais como, a ampliação da utilização de dispositivos economizadores de água em toda a instituição.

Desta forma, o IC configura-se como um dado relevante para a gestão de recursos hídricos e deve ser analisado periodicamente, pois é um retrato do consumo de água da instituição em um dado momento. O índice de consumo como instrumento de gestão da água necessita de um acompanhamento permanente, o qual pode embasar o planejamento e execução de ações preventivas e corretivas, na busca para atingir patamares de excelência na gestão sustentável da água.

Em relação ao comparativo do IC calculado no presente estudo e os valores encontrados para *campus* universitários por Silva; Tamaki e Gonçalves (2005), Almeida (2009), Gomes (2013) percebe-se uma certa divergência entre os valores exceto para o resultado de Vasconcelos *et al* (2015) que foi o que mais se aproximou, sendo este último, um estudo anterior realizado na mesma instituição. No entanto, tem-se a ressalva que uma parte da demanda do consumo de água do *campus* Recife é suprida por abastecimento realizado por poço. Caso a adição deste o consumo demandado do poço, fosse acrescido aos cálculos, o consumo da universidade sofreria aumento, resultando em um valor de IC maior, chegando mais próximo do encontrado na literatura.

O IFPE nestes últimos anos reduziu as perdas de água por desperdício, mitigando o número de vazamentos para quatro pontos (2018), por meio de uma cultura de manutenção preventiva. Este tipo de medida promove a sustentabilidade hídrica da edificação, assim como permite reduzir as despesas orçamentárias, destinando melhor os recursos para outras áreas importantes da entidade de ensino. Em geral é possível observar a concordância entre a viabilidade econômico-financeira e a sustentabilidade.

Ademais, o estudo realizado assegura que este índice configura-se em um instrumento valioso na gestão da água e, conseqüentemente, na tomada de decisões. Ele permite diagnosticar se determinadas instituições públicas ou privadas estão consumindo a água de forma racional e eficiente, ou se estão fora de intervalos de consumo considerados admissíveis pela literatura científica, em função do porte de suas edificações e hábitos de consumo de seus agentes consumidores.

Destaca-se que é imprescindível que cada entidade em particular possa adotar meios de monitorar o uso racional e eficiente da água, promovendo estudos que extraíam parâmetros já consagrados em suas metodologias, tais como o Índice de Consumo Real. Por fim, observa-se que o IC pode ser utilizado como instrumento de avaliação do consumo, assim como contribui para a definição de metas a serem alcançadas dentro de um programa de gestão sustentável da água em instituições.

AGRADECIMENTOS

À Deus, à minha família e aos meus amigos, ao Laboratório de Geotecnologias e Meio Ambiente do IFPE, *campus* Recife, por todo o suporte e apoio oferecido para a realização deste trabalho, além do grande aprendizado que obtive enquanto pesquisador neste laboratório. À COMPEA pelo fornecimento dos dados, matéria prima para o desenvolvimento deste trabalho e a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. L.; JUNIOR, W. R. S. Estudo quali-quantitativo do aproveitamento integrado de água condensada de climatizadores de ar e de chuva em instituição pública de ensino. In: Congresso de Iniciação Científica do IFPE. 12., 2017, Vitória de Santo Antão. **Anais...** Vitória de Santo Antão – PE: IFPE, 2017. p. 68.
- ALMEIDA, H. M. de. **Campanha de Conscientização de Usuários Quanto ao Uso Racional de Água no Campus VI do CEFET-MG**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2009.
- ANA. **Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020**. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>> Acesso em: 08 de dez. 2020.
- ANA/FIESP/SINDUSCON(SP). **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 151p.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 22 de março de 2021.
- CASTRO, J. E; HELLER L.; MORAIS M. P. **O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica** – Brasília: Ipea, 2015. 322 p.
- FARINA, M. et al .Water consumptions in public schools. **Procedia Engineering**, v.21, p. 929 - 938. 2011.
- GESTÃO da água. **Agência Nacional de Águas**, 2020. Disponível em:< <http://conjuntura.ana.gov.br/gestaoagua>>. Acesso em: 08 de dez. 2020.

- GOMES, V. L. **Uso Eficiente de Água em Campus Universitário: O caso da Universidade Federal de Campina Grande**. 2013. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2013.
- GONÇALVES, O. M. et. al. Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.5, n. 3, p. 35-48, 2005.
- GUSHIKEN, Y. A. et al. Estudo preliminar de redução de consumo de água através da substituição de peças hidrossanitárias. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 15., 2020, Caruaru. **Anais...Caruaru: ABRHidro**, 2020. p. 1 – 10.
- HAQUE, M. M. et al. Assessing the significance of climate and community factors on urban water demand. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 4 p. 222-230, 2015.
- IMTEAZ, M. A. et al. Rainwater harvesting potential for southwest Nigeria using daily water balance model. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 62, p. 51-55, 2012.
- LEUCK, M.F. **Avaliação Econômica do impacto de medidas individualizadas de conservação de água em Porto Alegre**. 2008. 158f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2008.
- LIBÂNIO, M.; OLIVEIRA, M. D. Indicadores aplicados a saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. **Revista Organizações e Sociedade – Multidisciplinar**, v.3, p. 1-14, 2014.
- NUNES, L. G. C. F. **Indicadores de consumo de água em uma escola estadual de Recife-PE**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica. Recife, Pernambuco, 2015. 83p.
- OBJETIVO 6: Água limpa e saneamento. **PNUD Brasil**, 2021. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>>. Acesso em: 20 de jan. de 2021.
- OBJETIVOS de desenvolvimento sustentável. **IPEA**, 2021. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html#:~:text=At%C3%A9%202030%2C%20melhorar%20a%20qualidade,reciclagem%20e%20reutiliza%C3%A7%C3%A3o%20segura%20globalmente>>. Acesso em: 20 de jan. de 2021.
- OBJETIVOS de desenvolvimento sustentável Brasil. **Objetivo 6 – Água Potável e Saneamento**, 2021. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=6>>. Acesso em: 22 de março de 2021.
- OLIVEIRA, F. R. G. **Consumo de água e percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas estaduais de Minas Gerais**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2013.
- OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para implantação de programa de uso racional de água em edifícios**. Boletim Técnico da EPUSP, Universidade de São Paulo; São Paulo, 1999.
- RATH, R. C. et al. Roof water preservation system and its consumption in Bhubaneswar City: emerging needs and challenges. **International Journal of Scientific Research**. Volume 5, Issue 12, December, 2016.

- SANTANA, L. M. C.; KIPERSTOK, A. Caracterização preliminar de consumo de água em prédios públicos administrativos. In: congresso baiano de engenharia sanitária e ambiental, 1., 2010, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador, BA: Acqua Consultoria, 2010.
- SILVA, A. F. A.; SOARES, A. E. P. **Indicadores de consumo de água.** In: SILVA, S. R. Conservação de água em prédios públicos no município do Recife. 1 ed. Recife: EDUPE, 2018. p. 24-32.
- SILVA, S. R. **Consumo de água em escolas públicas:** uma referência para o município do Recife. 2016. Trabalho original (Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, Pernambuco, 2016a. 66p.
- SILVA, G. S. DA; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. Water Conservation Programs in University Campi: The Water Conservation Program of the University of São Paulo. In: The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo (SB05). **Anais...** Tokyo, (2005).
- SINGH, L. K.; JHA, M. K.; CHOWDAYRY, V. M. Multi-criteria analysis and GIS modeling for identifying prospective water harvesting and artificial recharge sites for sustainable water supply. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, 2016, 1436-1456.
- SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre saneamento**, 2019. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/>>. Acesso em: 22 de março de 2021.
- SOARES, A. E. P. **Análise do consumo de água em uma escola pública estadual de Recife-PE.** 2016. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica. Recife, Pernambuco, 2016. 86p.
- TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais - estudo de caso:** Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- USP. **Universidade de São Paulo Brasil.** 2021. A Universidade de São Paulo. Disponível em:< <https://www5.usp.br/institucional/a-usp/>>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.
- VASCONCELOS, A. H. A. et al. Avaliação do uso da água no IFPE através do diagnóstico das instalações hidrossanitárias e hábitos de consumo. **Revista CIENTEC**, Vol. 7, nº 1, p. 56–64, 2015.