



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva

Avaliação do consumo de água de alunos do ensino médio de instituições públicas e privadas do Rio de Janeiro-RJ com propostas de racionalização do uso da água

Rio de Janeiro

2017

Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva

Avaliação do consumo de água de alunos do ensino médio de instituições públicas e privadas do Rio de Janeiro-RJ com propostas de racionalização do uso da água

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Saneamento Ambiental- Controle da Poluição Urbana e Industrial.



Orientador: Prof. Dr. Alfredo Akira Ohnuma Jr.

Rio de Janeiro

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

S586 Silva, Ana Gabriela dos Santos Garcia da.
Avaliação do consumo de água de alunos do ensino médio em instituições públicas e privadas do Rio de Janeiro – RJ com propostas de racionalização do uso da água / Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva. – 2017.
105f.

Orientador: Alfredo Akira Ohnuma Jr.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Ambiental. 2. Abastecimento de água - Teses.
3. Água - Consumo - Teses. 4. Racionamento - Teses. 5.
Educação ambiental - Teses. I. Ohnuma Jr., Alfredo Akira. II.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 628.179.2

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva

Avaliação do consumo de água de alunos do ensino médio de instituições públicas e privadas do Rio de Janeiro-RJ com propostas de racionalização do uso da água

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Saneamento Ambiental- Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada em: 10 de julho de 2017.

Banca Examinadora:

Prof.º Dr.º Alfredo Akira Ohnuma Jr (Orientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof.º Dr.º Marcelo Obraczka
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof.ª Dr.ª Roseantony Rodrigues Bouhid
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Rio de Janeiro

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos pais Nilo e Sandra e ao meu namorado Nicolás.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por toda minha trajetória até aqui, pelas bênçãos que tive mesmo depois de todas as dificuldades que apareceram no caminho desse trabalho e por ter colocado pessoas no meu caminho que conseguiram contribuir para meu crescimento profissional e pessoal.

Agradeço aos meus pais Nilo e Sandra por terem me incentivado a continuar estudando, por todo apoio e investimento na minha educação, e por tentarem me indicar os melhores caminhos e me deixarem livre para escolher qual devo seguir. Além de todo amor incondicional, carinho, apoio, e por não medirem esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Agradeço ao meu namorado Nicolás Gabriel, por ser meu melhor amigo, meu companheiro e por ter me acompanhado em todo esse processo. Obrigada por todo suporte que você me deu, pela paciência nos momentos difíceis, pelo amor e carinho comigo. Além das horas de dedicação, dos dias sem dormir, e todo o seu esforço para me ajudar a construir esse trabalho. Meu amor, sem o seu apoio essa etapa da minha vida seria muito mais difícil, obrigada por sempre estar ao meu lado. E por fim, obrigada por me fazer entender o verdadeiro significado da frase “Happiness is only real when shared”.

Agradeço também aos meus irmãos Alexander, Ana Paula e Nilo pelo apoio, incentivo e carinho. Aos meus sobrinhos Antônio, Giovanna e Giullia, obrigada pelas risadas que vocês me proporcionaram e acabaram fazendo com que essa etapa se tornasse mais leve. As minhas cunhadas, aos meus primos, tios de sangue e coração, por todo carinho que recebo em especial para minhas afilhadas Giselle e Isabelle que vieram ao mundo para me trazer momentos de fofura nessa etapa da minha vida.

A toda família Gonçalves Prado que com muito carinho, me apoiou e me aturou esse tempo todo.

Aos meus queridos professores do IFRJ, que mesmo depois de formada eu sempre pude contar com o apoio. Em especial aos professores: Aline Garcia, Carla

Santi, Clenilson Souza, Gabriela Podcameni, Guilherme Mendonça, Gustavo Simas, Hudson Santos, Nina Beatriz, Samanta Pereira, Simone Lorena, Simone Vendramel e Roseantony Bouhid, que me ajudaram de todas as formas que podiam e me apoiaram no desenvolvimento dessa pesquisa.

A toda equipe do colégio Bahiense que me recebeu na escola, em especial para a coordenadora Rosane.

A equipe do colégio Miguel Couto, em especial ao coordenador Bernado Bessa que me deu todo apoio para eu conseguir realizar minha pesquisa na Instituição e também a secretária Carol que me ajudou com a documentação.

A equipe do Colégio Pedro II, que mesmo com a greve e o calendário corrido me receberam, agradeço especialmente a diretora Cláudia, o prefeito José Luiz, a coordenadora Gilda e aos professores Jeanne, Mauro, Mônica e Luciene.

A todos os alunos que aceitaram participar e puderam contribuir para a realização dessa pesquisa e a tornaram possível quando eu achei que não conseguiria mais atingir meus objetivos.

Aos meus amigos Alessandra, Daniella, Fernanda, Gabriel e Ygor, muito obrigada por todo apoio. Mesmo com a distância vocês sempre se fizeram presentes de alguma forma em todos esses anos. Ao meu amigo Dennis, com quem pude compartilhar todos os momentos do desenvolvimento dessa dissertação e que sempre esteve disponível para me ajudar ou apenas conversar. A minha amiga Rosielle que a cada reencontro eu vejo que nada vai mudar nossa amizade e que sempre vou poder contar.

A todos os EleGAMtes só tenho a agradecer por ter conhecido todos vocês na faculdade, vocês fizeram parte de uma fase muito especial da minha vida, com vocês pude crescer e ter uma nova visão do mundo. E agora mesmo com suas rotinas movimentadas conseguiram me apoiar em mais uma etapa.

As minhas amigas Thais, Jessica, Maíra e Camilla, muito obrigada pelo apoio em todos os momentos, pela ajuda com a formatação, desenvolvimento do trabalho, por todas as conversas e todos os momentos que precisei desabafar. Vocês, mesmo de longe, fizeram alguns momentos se tornarem mais leves, cada uma com seu jeito.

Ao professor Alfredo Akira obrigada pela orientação dessa pesquisa e por ter me auxiliado nos demais processos para a conclusão deste trabalho.

Agradeço aos membros da banca que mesmo com suas rotinas corridas aceitaram o convite e dedicaram um tempo para leitura e correção do meu trabalho, para que o mesmo pudesse ser aperfeiçoado.

Ao Departamento de Engenharia Ambiental (DESMA) e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PEAMB) da UERJ, que mesmo com todas as dificuldades enfrentadas pela Universidade fizeram o possível para que seus alunos continuassem com seus projetos.

“Ninguém ignora tudo.
Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa.
Por isso aprendemos sempre”.

Paulo Freire

RESUMO

SILVA, A G S. *Avaliação do consumo de água de alunos do ensino médio de instituições públicas e privadas do Rio de Janeiro-RJ com propostas de racionalização do uso da água, Rio de Janeiro, RJ. 2017. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.*

À medida que a densidade demográfica aumenta a capacidade dos recursos hídricos para atender a essa demanda diminui, no Brasil isso ocorre, principalmente, devido à má gestão no uso das águas urbanas. A atual crise hídrica faz com que se busquem caminhos para o uso racional da água. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o consumo desagregado de água de alunos do ensino médio em quatro instituições de ensino localizadas no município do Rio de Janeiro-RJ. O estudo contempla a realização de entrevistas com os alunos do ensino médio para identificar os hábitos diários, os pontos de maior consumo de água e possíveis desperdícios. Com a avaliação do consumo de forma desagregada, foram propostas medidas para a redução do consumo deste recurso nas escolas, a partir da instalação de dispositivos economizadores e práticas de educação ambiental. Nas 4 instituições estudadas obteve-se consumo médio diário por aluno entre 8,8 litros a 31,1 litros para vasos sanitários, 3,6 litros a 4,9 litros para torneiras, 0,8 litros a 2,0 litros para bebedouros e de zero litros a 2,9 litros para os chuveiros. Em todas as escolas percebeu-se que o vaso sanitário é o aparelho de maior consumo de água, representando de 62% a 78% do consumo médio total de água por aluno. Somando os consumos totais de todos os aparelhos sanitários, o consumo médio diário por aluno varia de 14 litros a 40 litros, no entanto é importante destacar que existem diferenças comportamentais e de infraestrutura nas demais instituições. Para desenvolver propostas para um uso racional da água, foram analisadas as sugestões indicadas pelos alunos nos questionários. Em todas as instituições, de 32% a 46% das respostas dos alunos indicaram a conscientização dos alunos, professores e funcionários da escola, como forma de se alcançar o uso racional da água, sendo assim é importante que se leve em consideração a elaboração de projetos de educação ambiental voltados para economia dos recursos hídricos. Espera-se que esta pesquisa sirva como base para o desenvolvimento de projetos voltados para economia de água dentro das instituições estudadas, além de modelo de avaliação de consumo de água para outros estudos que venham a ser desenvolvidos.

Palavras- chave: Recursos hídricos. Consumo de água. Uso racional da água. Dispositivos economizadores. Educação Ambiental.

ABSTRACT

SILVA, A G S. Evaluation of the water consumption of high school students in public and private institutions in Rio de Janeiro, *Rio de Janeiro, RJ*. 2017. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

As the population density grows, the capacity of water resources to supply that demand diminishes, in Brazil that happens mainly due to bad management on the use of urban waters. The current water crisis causes the search for ways to the rational use of water. The present study aims to evaluate the disaggregated water consumption of high school students in four educational institutions located in the city of Rio de Janeiro-RJ. The study develops interviews with high school students to identify their daily habits, the biggest points of water consumption and possible waste. With the evaluation of the disaggregated consumption, measures like the installation of water saving devices and the development of environmental education practices were proposed, in order to reduce water consumption and possible waste. In the 4 studied institutions, average daily consumption per student was between 8.8 liters and 31.1 liters for the toilets, from 3.6 liters to 4.9 liters for water taps, from 0.8 liters to 2.0 liters for the drinking fountains and from zero liters to 2.9 liters for showers. In all schools it was noticed that the toilet is the device with the highest consumption of water, with averages that ranges from 62% to 78% of total water consumption per student. It was verified that the total water consumption, of all sanitary appliances put together, per student ranges from 14 liters to 40 liters a day, but it is important to note that there are behavioral and infrastructure differences between institutions. To develop propositions towards a rational use of water in the schools, the suggestions of the students that were expressed on the questionnaires were taken in consideration. In all the schools analyzed, from 32% to 46% of the students' responses indicated that the environmental awareness of the students, teachers and school staff was a way to achieve the rational use of water, so it is important to take into account the elaboration of environmental education projects focused into saving water resources. It is hoped that this research will serve as a basis for the development of projects aimed at water savings within the institutions studied, as well as a model for the evaluation of water consumption for future studies.

Keywords: Water resources. Water consumption. Rational use of water. Saving devices. Environmental education.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 Climas predominantes no Brasil com destaque para o Rio de Janeiro	5
Figura 2 Ciclo Hidrológico	7
Figura 3 Localização das instituições de ensino no município do na cidade do Rio de Janeiro- RJ	28
Figura 4 Estimativa de vazões de consumo de água nas torneiras	33
Figura 5 Instalações sanitárias em banheiro do Térreo, IFRJ.	38
Figura 6 Bebedouro situado Térreo, IFRJ.	39
Figura 7 Torneiras do banheiro Feminino no térreo do Colégio Bahiense.	40
Figura 8 Vasos sanitários dual flush no banheiro masculino do térreo do Colégio Bahiense.	41
Figura 9 Banheiro Masculino do segundo andar, CMC.	42
Figura 10 Banheiro Feminino no segundo andar do Colégio Pedro II.	44
Figura 11 Banheiro Masculino no Segundo andar do Colégio Pedro II.	44
Figura 12 Bebedouro com vazamento conforme identificado pelos alunos no IFRJ.	63
Figura 13 Água proveniente dos aparelhos de ar condicionado não aproveitada.	64
Figura 14 Bebedouro Miguel Couto.....	66
Figura 15 Bebedouro com vazamento no Colégio Pedro II.....	68

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Proporção água doce/ salgada, distribuição de água doce.	4
Gráfico 2 Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população – em % do total do Brasil.....	9
Gráfico 3 Cenários de demanda de abastecimento urbano de água.	12
Gráfico 4 Amostra de alunos do ensino médio por instituição.....	46
Gráfico 5 Consumo estimado de água diário e mensal médio por aluno nas instituições.....	47
Gráfico 6 Avaliação do consumo diário e mensal das bacias sanitárias por aluno. ..	49
Gráfico 7 Consumo diário e mensal das torneiras por aluno.....	52
Gráfico 8 Consumo diário e mensal de água nos bebedouros por aluno.....	53
Gráfico 9 Consumo diário e mensal dos chuveiros por aluno.	55
Gráfico 10 Consumo estimado médio por hora por aluno	56
Gráfico 11 Percentual de consumo dos alunos por equipamento.	58
Gráfico 12 Diferença estimada de consumo médio diário das bacias sanitárias em função da substituição do sistema de válvula por caixa acoplada com mecanismo dual flush.....	59
Gráfico 13 Estimativa de potencial diferença de consumo médio diário e mensal das torneiras no Miguel Couto,em uma eventual troca das torneiras convencionais por torneiras com temporizador.....	60
Gráfico 14 Potencial diferença de consumo médio diário e mensal das torneiras no Pedro II.....	61
Gráfico 15 Identificação dos vazamentos pelos alunos no IFRJ, por meio das respostas ao questionário.	62
Gráfico 16 Identificação dos vazamentos pelos alunos do Colégio Miguel Couto.....	65
Gráfico 17 Identificação dos vazamentos pelos alunos no Bahiense.....	67
Gráfico 18 Identificação dos vazamentos pelos alunos no Pedro II.	68
Gráfico 19 Pergunta (1) - Você sabe o que é crise hídrica?.....	70
Gráfico 20 Associação entre consumo diário médio nas escolas avaliadas e a percepção da questão da crise hídrica.....	71

Gráfico 21 Pergunta (2) - Você sofre com algum problema de escassez no bairro onde mora?	72
Gráfico 22 Comparação entre o consumo diário médio nas escolas estudadas e a percepção sobre a escassez de água.....	72
Gráfico 23 Sugestões dos alunos do IFRJ para o uso racional da água.....	73
Gráfico 24 Sugestões dos alunos do Colégio Bahiense para o uso racional da água.	74
Gráfico 25 Sugestões dos alunos do Miguel Couto para o uso racional da água	75
Gráfico 26 Sugestões dos alunos do Colégio Pedro II para o uso racional da água.....	76
Gráfico 27 Volume faturado das contas de água (CEDAE) do IFRJ no período (2010-2015) e o volume médio mensal estimado	78
Gráfico 28 Volume faturado das contas de água do CPII no período de 3 anos e o volume médio calculado	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Média de consumo de água por estabelecimento.	11
Tabela 2 Consumo médio per capita de água no Brasil.	13
Tabela 3 Ranking dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro por área desmatadas.	15
Tabela 4 Padrões de consumo de água aceitáveis pela Agência Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído (ANTAC) e Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).	17
Tabela 5 Ações para uso racional da água.	18
Tabela 6 Equipamentos sanitários e consumo de água.	20
Tabela 7 Consumo doméstico de água por atividade.	22
Tabela 8 Quantidade de amostra de alunos em cada instituição de ensino	31
Tabela 9 Vazões de aparelhos sanitários.	34
Tabela 10 Aspectos hidro-sanitários identificados no IFRJ.	38
Tabela 11 Aspectos hidro-sanitários identificados no Colégio Bahiense.	40
Tabela 12 Aspectos hidro-sanitários identificados no Colégio Miguel Couto.	42
Tabela 13 Aspectos hidro-sanitários identificados no Colégio Pedro II.	43
Tabela 14 Frequência dos alunos de ensino médio nas instituições.	48
Tabela 15 Número médio de utilização dos vasos sanitários por aluno por dia.	51
Tabela 16 Volume médio despejado por acionamento das torneiras automáticas nas instituições.	52
Tabela 17 Proposta de substituição dos aparelhos sanitários por escola	83

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVO GERAL	3
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
1.1. RECURSOS HÍDRICOS	4
1.1.1. ASPECTOS GERAIS	4
1.1.2. CICLO HIDROLÓGICO	6
1.1.3. DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL	8
1.1.4. USOS DA ÁGUA.....	10
1.1.5. CRISE HÍDRICA	14
1.2. USO RACIONAL DA ÁGUA	16
1.2.1. DISPOSITIVOS PARA REDUZIR O CONSUMO DE ÁGUA	19
1.2.2. EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA....	22
2. METODOLOGIA	26
2.1. SELEÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO.....	27
2.2. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS SELECIONADOS	29
2.2.1. Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)	29
2.2.2. Colégio Bahiense (CBH).....	29
2.2.3. Colégio Miguel Couto (CMC).....	30
2.2.4. COLÉGIO PEDRO II (CPII).....	30
2.3. CÁLCULO DA AMOSTRA PARA APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS	31
2.4. FERRAMENTAS DE PESQUISA.....	32
2.4.1. Consumo de água nas instituições	32
2.4.2. Aplicação de questionários para avaliação do consumo de água	35
2.5. COMITÊ DE ÉTICA	36
2.6. AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA	37
2.6.1. CONTAS DE ÁGUA	37
2.6.2. IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE CONSUMO DE ÁGUA	37

2.6.2.1. Pontos de consumo de água no Instituto Federal do Rio de Janeiro.....	37
2.6.2.2. Pontos de consumo de água no Colégio Bahiense	39
2.6.2.3. Pontos de consumo de água no Colégio Miguel Couto	41
2.6.2.4. Pontos de consumo de água no Colégio Pedro II.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
3.1. TOTAL DE QUESTIONÁRIOS APLICADOS.....	46
3.2. CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA	47
3.3. CONSUMO DESAGREGADO DE ÁGUA POR INSTITUIÇÃO.....	49
3.3.1. Consumo de água nas bacias sanitárias	49
3.3.2. CONSUMO DE ÁGUA NAS TORNEIRAS NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO.....	51
3.3.3. Consumo de água nos bebedouros.....	53
3.3.4. Consumo de água nos chuveiros	54
3.4. PERDAS/DESPERDÍCIO DE ÁGUA	58
3.4.1. ANÁLISE DO CONSUMO E PROJEÇÃO DE ECONOMIA DE ÁGUA	58
3.4.2. IDENTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS POR APRECIAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS APLICADOS NO IFRJ	62
3.4.3. IDENTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS A PARTIR DOS RESULTADOS DE QUESTIONÁRIOS APLICADOS NO MIGUEL COUTO	65
3.4.4. IDENTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS COM BASE NA APRECIAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS APLICADOS NO BAHIENSE	66
3.4.5. IDENTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS COM BASE NA APRECIAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS APLICADOS NO COLÉGIO PEDRO II	68
3.5. ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O TEMA ABORDADO.....	70
3.5.1. CRISE HÍDRICA E PROBLEMAS DE ESCASSEZ.....	70
3.5.2. SUGESTÕES DOS ALUNOS PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA.....	73
3.5.2.1. Respostas dos alunos do IFRJ.....	73
3.5.2.2. Sugestões dos alunos do colégio Bahiense	74
3.5.2.3. Sugestões dos alunos do colégio Miguel Couto	75
3.5.2.4. Sugestões dos alunos do Colégio Pedro II.....	76
3.6. COMPARAÇÃO ENTRE AS CONTAS DE ÁGUA E O CONSUMO DOS ALUNOS.....	78

4. PROPOSTAS PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA NAS ESCOLAS	81
4.1. MUDANÇAS COMPORTAMENTAIS	81
4.2. SUGESTÕES DE MUDANÇAS ESTRUTURAIS.....	82
CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS.....	87
ANEXOS	95

INTRODUÇÃO

O suprimento de água doce no mundo é base para o desenvolvimento econômico, essencial para a qualidade de vida e controle dos ciclos hidrológicos no planeta. A superfície da terra possui dois terços, cerca de 360 milhões de km², ocupados por água, e desse total, 98% de toda água disponível, é salgada (MARENGO, 2008).

Com o desenvolvimento econômico e aumento do poder de compra da população houve uma expansão do mercado produtor, o que ocasionou um aumento no consumo de variados produtos e serviços. Assim, principalmente nos setores agrícola e industrial, a demanda por recursos hídricos cresceu, o que se torna preocupante posto que o uso racional da água ainda não se encontra plenamente difundido (MMA, 2005).

A existente crise hídrica possui vários componentes, que abrangem três grandes áreas: social, econômica e ambiental. Fatores como, por exemplo, o aumento de obras para o desenvolvimento das cidades gera a impermeabilização dos solos, e a falta de planejamento e fiscalização ocasionam uma série de problemas ao meio ambiente (BRASIL, 2006). Segundo Tucci (2008), essas ações têm como consequência a degradação dos mananciais, alterações no ciclo hidrológico, contaminação e desperdício de água, o que pode conduzir o país a um quadro alarmante em relação à questão da sustentabilidade do abastecimento público.

A redução da disponibilidade e degradação da qualidade dos recursos hídricos afeta a população de forma desproporcional. Uma vez que as pessoas que residem nas áreas mais carentes, como comunidades nas grandes cidades ou na zona rural, são as mais atingidas (CUNHA, 2011,).

De acordo com o Ministério de Meio Ambiente (2005), um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento das cidades é a quantidade e a qualidade de água disponível. Para um uso sustentável dos recursos hídricos, deve-se haver o desenvolvimento de instrumentos que auxiliem no planejamento, na proteção e na utilização dos mesmos, de forma a conciliar o planejamento urbano com a capacidade natural dos recursos hídricos. Desta forma, é necessária uma

mudança de pensamento em todos os setores da sociedade, em prol do uso racional da água.

As escolas são parte fundamental na formação intelectual e comportamental dos cidadãos e sua inserção na sociedade. Além disso, são locais onde ocorre grande consumo de água. Os alunos permanecem nestas instituições uma grande parte do seu dia, sendo necessário que sejam ambientes com uma infraestrutura capaz de fornecer conforto para os alunos e que seja exemplar, no que tange a economia de recursos naturais.

Nesse sentido a necessidade de uma avaliação do consumo de água no ambiente escolar voltada para o entendimento de como os alunos e as escolas lidam com este recurso no período de aula definiu a seleção da área adotada para este trabalho. A observação da infraestrutura escolar, de forma a analisar os aparelhos sanitários de forma desagregada, ou seja, observando cada tipo de aparelho sanitário de forma individual, além do comportamento dos alunos viabilizam uma análise dos padrões de consumo e a identificação de pontos que fazem uso da água de forma ineficiente, possibilitando a análise e a elaboração de um planejamento voltado para o uso racional da água.

A estrutura do presente trabalho está dividida em seis capítulos: (1) Introdução onde o trabalho é apresentado de forma geral, (2) Objetivos a serem considerados e atendidos no desenvolvimento da pesquisa, (3) Revisão bibliográfica para fundamentação do tema escolhido, (4) Metodologia que contem todo processo que foi realizado para conseguir atingir os objetivos definidos (5) Resultados alcançados e (6) Conclusão incluindo as considerações diversas sobre o trabalho.

OBJETIVO GERAL

Avaliar o consumo desagregado de água de alunos de ensino médio em quatro instituições de ensino particulares e públicas da cidade do Rio de Janeiro-RJ.

Os objetivos específicos são:

- Identificar e classificar os pontos de consumo de água tratada nas instituições.
- Identificar os pontos de desperdício e analisar suas causas;
- Com base nos resultados obtidos propor medidas para melhor gestão e economia de água, incluindo a instalação de dispositivos economizadores de água por ambiente e ações de educação ambiental.

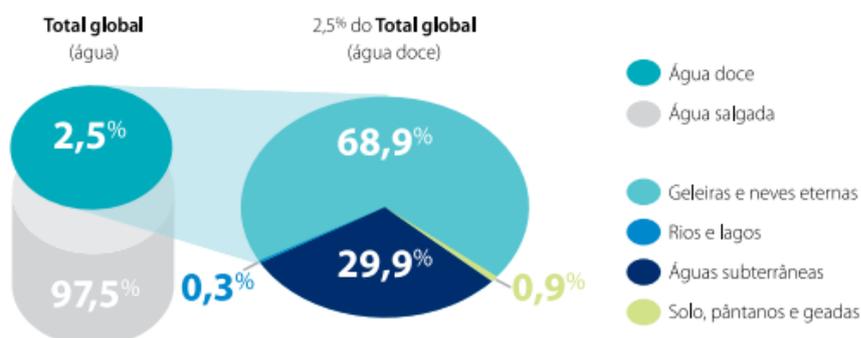
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. RECURSOS HÍDRICOS

1.1.1. Aspectos Gerais

Essenciais para a sobrevivência e para o equilíbrio dos ecossistemas, os recursos hídricos correspondem a uma importante temática a ser debatida, já que devido ao desenvolvimento dos países, estão se tornando um bem cada vez mais escasso. O gráfico 1 do Plano Nacional de Recursos Hídricos, representa a distribuição de água no mundo:

Gráfico 1 Proporção água doce/ salgada, distribuição de água doce.



Fonte: Consumo sustentável: Manual de educação. MMA/ MEC/ IDEC, 2005.

A água ocupa cerca de 70% da superfície do planeta. Sendo que 97,5% dessa água é salgada. E apenas 2,5% do total de água disponível é doce. O Brasil possui grande extensão territorial, com uma área de aproximadamente 8,5 milhões de km², que representa cerca de 47,7% do território da América do Sul, ocupando o quinto lugar mundial no quesito tamanho. A diversidade em recursos naturais e paisagens também são uma característica marcante do país (MMA/ ANA, 2007).

Grande parte dos territórios brasileiros encontra-se em regiões predominantemente de climas quentes, porém observam-se diversas características climáticas.

[...] variando do equatorial, com temperaturas médias que chegam aos 40°C e chuvas abundantes (mais de 2.500 mm/ano), predominante na região amazônica, ao clima semiárido, presente no interior da região nordeste, que apresenta baixa pluviosidade (inferior a 1.000 mm/ano, com longos períodos de estiagem e média de três meses de chuvas ao ano) (MMA/ANA, 2007).

Os principais fatores que propiciam a extensa rede hidrográfica do país são os regimes de chuvas e o clima. O Brasil possui uma grande diversidade climática (Figura 1). O país se divide em três tipos de clima zonais classificados como tropical temperado e equatorial.

Figura 1 Climas predominantes no Brasil com destaque para o Rio de Janeiro



Legenda

Quente (média > 18° C em todos os meses do ano)

- Superúmido sem seca/subseca
- Úmido com 1 a 3 meses secos
- Semi-úmido com 4 a 5 meses secos
- Semi-árido com 6 a 8 meses secos
- Semi-árido com 9 a 11 meses secos

Subquente (média entre 15° C e 18° C em pelo menos 1 mês)

- Superúmido sem seca/subseca
- Úmido com 1 a 3 meses secos
- Semi-úmido com 4 a 5 meses secos

Mesotérmico Brando (média entre 10° C e 15° C)

- Superúmido sem seca/subseca
- Úmido com 1 a 3 meses secos
- Semi-úmido com 4 a 5 meses secos

Mesotérmico Mediano (média < 10° C)

- Úmido com 1 a 3 meses secos

Climas zonais



Fonte: Adaptado do IBGE, 2002.

O clima equatorial abrange a maior parte da região Norte, englobando a região da Floresta Amazônica, que apresenta grande volume de chuvas durante o dia e médias anuais acima de 18°C durante todo o ano. A região Sul do Brasil é a única que o clima predominante é o temperado, onde no inverno, algumas localidades podem atingir temperaturas menores que zero grau. O Rio de Janeiro, localizado na região sudeste do Brasil, encontra-se na zona climática tropical, se caracteriza com médias variadas de temperatura ao longo do Estado e chuvas menos regulares (IBGE, 2012).

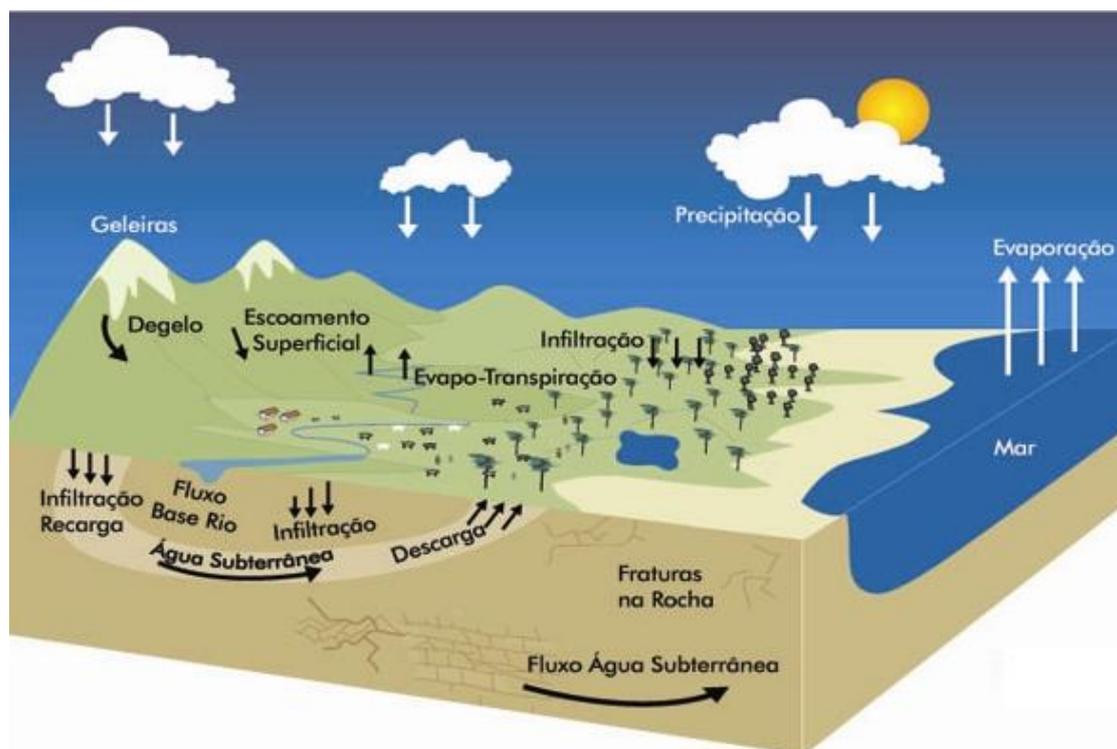
1.1.2. Ciclo Hidrológico

A água é recurso renovável que está em movimento contínuo devido ao ciclo hidrológico. Está presente nos oceanos, atmosfera e continentes, mas apesar da sua constante mudança de estado físico, seu volume permanece inalterado (Ministério do Meio Ambiente, 2015).

O ciclo hidrológico (Figura 2), em perspectiva global, se caracteriza por uma circulação fechada que ocorre entre a atmosfera e a superfície terrestre, este ciclo é alimentado por três forças: gravidade, energia solar e a rotação terrestre. A precipitação corresponde a principal fonte de água doce de abastecimento natural, ela se apresenta em diversos estados físicos, que passam da atmosfera para a superfície pode ocorrer em forma de chuva, neve, nevoeiro ou granizo (PIMENTEL DA SILVA, 2015).

A circulação da água que ocorre na superfície terrestre é parte do ciclo hidrológico, corresponde à água que circula na superfície e no interior dos solos e rochas, nos seres vivos e oceanos (TUCCI, 2000).

Figura 2 Ciclo Hidrológico



Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

O ciclo hidrológico (figura2) não possui o início ou fim estabelecido, são diferentes processos que estão envolvidos e acontecem de forma constante e dinâmica. Com uma visão mais objetiva do ciclo da água, Pimentel da Silva (2015) afirma que esse fenômeno acontece através do fluxo da água em etapas, onde a água passa por compartimentos em que ela pode ficar armazenada ou apenas residir por um período de tempo. Esses compartimentos são: atmosfera, superfície, solos e corpos hídricos. E a água pode percorrer esses compartimentos através dos processos de precipitação, evaporação, evapotranspiração (transpiração das plantas), percolação, infiltração e escoamento (PIMENTEL DA SILVA, 2015).

Segundo Tundisi (2003) a interação do homem com o meio ambiente interfere diretamente no ciclo hidrológico, de modo a ocasionar mudanças na relação de disponibilidade e qualidade. O crescimento populacional aliado ao grau de urbanização e a necessidade de maior utilização da água para irrigação exercem grande pressão sobre os recursos hídricos, e reduz assim o volume disponível de água. Com relação à mudança na quantidade de água, temos como exemplo a construção de barragens, construção de canais e a retirada de água

para irrigação que contribuem com o aumento da taxa de evaporação, desequilíbrio no balanço hídrico e a diminuição do volume de rios e lagos, respectivamente.

Igualmente importante do ponto de vista quantitativo é o grau de urbanização que interfere na drenagem e aumenta o escoamento superficial, diminuindo a capacidade de reserva de água na superfície e nos aquíferos. Os impactos qualitativos são inúmeros e variáveis e têm consequências ecológicas, econômicas e sociais e na saúde humana. Por exemplo, a descarga de fontes difusas e pontuais de nitrogênio e fósforo nos rios, lagos e represas, a partir de esgotos não tratados e de usos de fertilizantes produz o fenômeno de eutrofização cujos efeitos ecológicos, na saúde humana e nos custos do tratamento de água são relevantes especialmente em regiões de intensa urbanização (TUNDISI, 2003).

A economia está diretamente relacionada com o uso dos recursos hídricos, já que os impactos gerados afetam a disponibilidade e a qualidade dos corpos hídricos, e elevam por sua vez os custos com tratamento e recuperação da água. E isso pode refletir no aumento dos custos com o consumo de água para a população (LANNA, 2008).

1.1.3. Disponibilidade hídrica no Brasil

De acordo com o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, feito pela Agência Nacional de Águas (2013), o Brasil possui grande parte dos recursos hídricos do mundo, um volume total de 3.607 m³ de armazenamento por habitante.

O território brasileiro possui uma vazão média anual dos rios na ordem de 180 mil m³/s, a disponibilidade mundial é de 1,5 milhões de m³/s, assim o Brasil corresponde a 12% desse total. “Se forem levadas em conta as vazões oriundas de território estrangeiro e que ingressam no país (Amazônica, 86.321 mil m³/s; Uruguai, 878 m³/s e Paraguai, 595 m³/s), a vazão média total atinge valores da ordem de 267 mil m³/s” e com isso a disponibilidade aumenta para cerca de 18% do total mundial (MMA/ANA, 2007).

Cerca de 80% da população mundial vive em áreas de ameaça à segurança da água, cujos dados apontam situações mais graves atingir 3,4 bilhões de pessoas, sobretudo nos países emergentes (ONU, 2012).

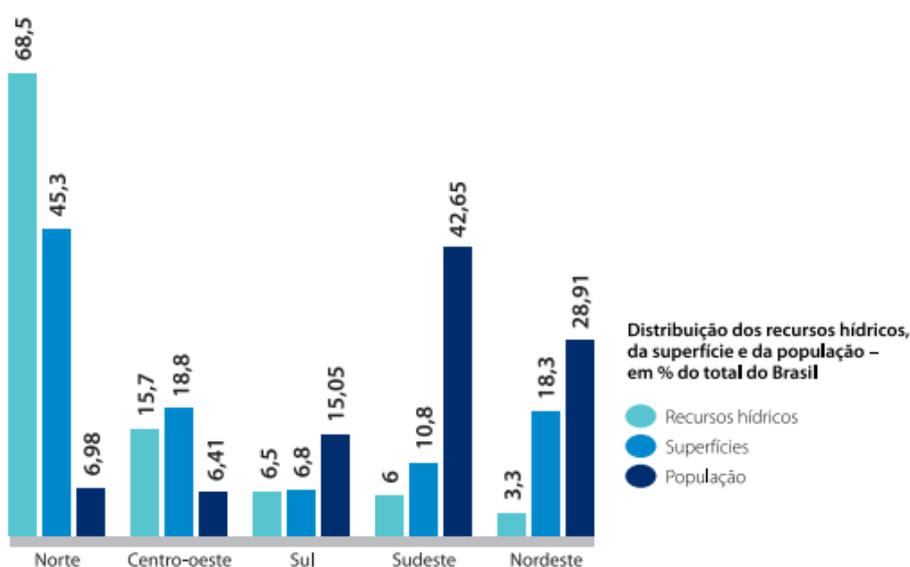
O Brasil detém elevada disponibilidade hídrica quando comparado aos outros continentes, como por exemplo, a Ásia, que possui uma população aproximadamente vinte vezes maior que a do Brasil (IBGE, 2010), mas detém

apenas 353 m³ de volume máximo armazenado em reservatórios artificiais por habitante, já o Brasil possui 3.607 m³ por habitante (ANA, 2005).

O tamanho da população e a capacidade dos recursos hídricos crescem de forma inversamente proporcional, à medida que a população mundial aumenta a capacidade dos recursos hídricos para atender a essa demanda diminui principalmente devido ao acréscimo populacional, a contaminação por atividades poluidoras, o desperdício e a má gestão desses recursos no Brasil. No século XXI, com a lógica da expansão infinita em que a busca pelo desenvolvimento econômico é um fator principal e crescente, os recursos naturais sofrem um grande impacto devido a essas ações antrópicas, o que compromete diretamente a segurança hídrica.

No Brasil “enquanto um habitante do Amazonas tem 700.000 m³ de água por ano disponível, um habitante da Região Metropolitana de São Paulo tem 280 m³ por ano disponível”. As regiões que possuem o maior número de habitantes estão localizadas nas áreas com menor disponibilidade hídrica isso gera, além de problemas econômicos, problemas sociais que afetam diretamente a saúde humana, principalmente nas áreas de periferia das grandes metrópoles o que é uma das grandes dificuldades ambientais no Brasil (TUNDISI, 2008). O gráfico 2 ilustra a divisão de água no Brasil, associada ao espaço territorial e população.

Gráfico 2 Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população – em % do total do Brasil



Fonte: CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. MMA/ MEC/ IDEC, 2005.

A região Norte, que possui a segunda menor população do Brasil, detém a maior parcela de água em todo país, em contraste com a região Sudeste que possui a maior população, porém possui apenas 6% dos recursos hídricos. A população da região Nordeste, que contempla a segunda maior população das regiões do Brasil, é a que dispõe do menor percentual de água. A população brasileira está concentrada nas regiões com menor disponibilidade hídrica, o que dificulta assim a oferta de abastecimento de água para toda a população.

1.1.4. Usos da água

Os recursos hídricos são fundamentais para os setores agrícola, industrial e doméstico. A qualidade da água varia de acordo com a sua finalidade, como fonte de lazer, meio de transporte, geração de energia, dessedentação de animais, limpeza, irrigação, preparo de alimentos e outros. O uso mais nobre é o abastecimento doméstico que deve atender aos critérios de qualidade conforme padrões estabelecidos (GUIMARÃES; CARVALHO E SILVA, 2007).

O uso dos recursos hídricos pode ser classificado como consuntivos, quando parte da água que é consumida no processo produtivo não retorna ao seu curso, como na indústria, abastecimento da população, irrigação e outros. Já no uso não consuntivo quase toda a água utilizada retorna a sua fonte como na recreação, navegação e energia. Essas variadas demandas tendem a gerar conflitos de interesses, de modo que esses diferentes usos afetam as condições naturais dos recursos hídricos (ANA, 2012).

O setor da agricultura é o que utiliza maior volume de água doce, o que corresponde a um percentual de 70% do consumo total de água no Brasil. A indústria ocupa a segunda posição com o volume total de 22% e o uso doméstico é responsável por consumir cerca de 8% do volume total (BARROS; AMIN, 2008). O setor doméstico, apesar de ser o menor consumidor de água, tem um papel importante para a conservação dos recursos hídricos, já que o comportamento dos usuários pode influenciar na qualidade e na quantidade de água a eles disponível.

Segundo Azevedo (1991), o consumo doméstico nos Estados Unidos é superior ao do Brasil com um valor que corresponde a 39% de todo consumo de água no país, o maior consumo neste país é no setor industrial com um percentual de 52%, por fim o setor comercial com 6% e o consumo público com 3%.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente, o consumo de água diário varia de acordo com o desenvolvimento do país, faixa salarial das pessoas e disponibilidade da região e o clima da região. O uso doméstico da água tem como finalidade atividades cotidianas como: higiene pessoal, limpezas em geral, rega de jardins e preparo de alimentos. Para atender a esta demanda estima-se um consumo diário de no mínimo 40 litros de água (MMA, 2005).

A tabela 1 estabelece uma relação entre determinadas atividades e o consumo de água, a partir do cálculo mensal estimado. Entre elas, pode-se verificar, em especial, o coeficiente das escolas.

Tabela 1 Média de consumo de água por estabelecimento.

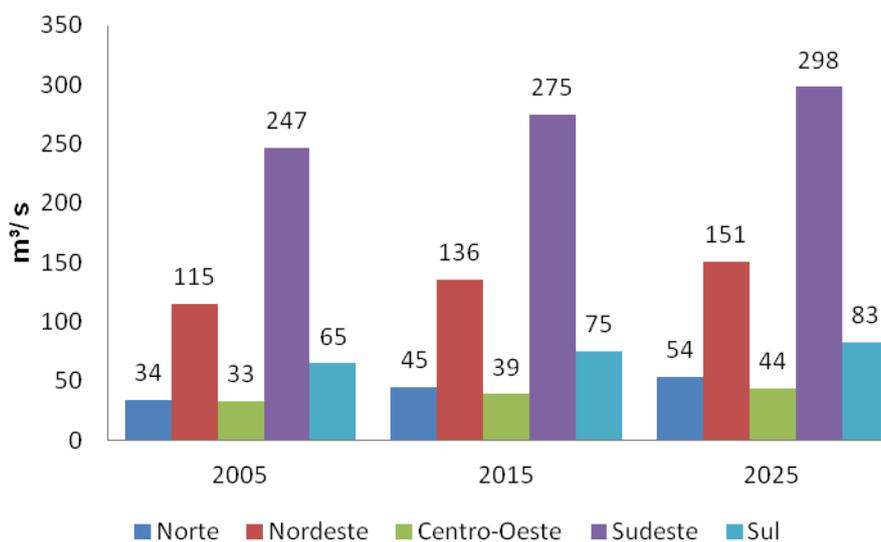
Tipologia de Edifício	Coeficientes de uso (Consumos médios diários de água)
Aeroportos	10 a 12 litros/ passageiros
Bares	40 litros/m ²
Cinemas	2 litros/ assento
Creches	50 a 80 litros/ criança
Edifício de escritórios	50 a 80 litros/ empregado ou 4 a 10 litros/m ²
Escolas (um turno)	10 a 30 litros/aluno
Escolas (externato)	50 litros/ aluno
Hospitais	250 litros/ leito
Hotéis	250 a 350 litros/ hóspedes
Indústrias (para fins higiênicos)	50 a 70 litros/ operários
Lojas e Estabelecimentos comerciais	6 a 10 litros/ m ²
Lava rápido automático de carros	250 litros/ veículo
Lavanderias	1 a 2 litros/kg de roupa
Parques e áreas verdes	2 litros/ m ²
Residências	200 litros/ pessoa
Restaurantes	20 a 30 litros/ refeição preparada
Shopping Centers	4 litros/ m ²
Teatros	7 litros/ m ² ou 5 a 10 litros/ assento

Fonte: Adaptado de NUNES (2006) e TOMAZ (2000).

De acordo com estudo Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água (2010), realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), o padrão de consumo de água dos brasileiros projetado para 2025 tende a crescer. O gráfico 3

apresenta cenários de demanda estimada de água no Brasil para abastecimento urbano.

Gráfico 3 Cenários de demanda de abastecimento urbano de água.



Fonte: Adaptado de Atlas Brasil- abastecimento urbano de água (ANA, 2010).

Duas regiões têm destaque na projeção do ano de 2025: Nordeste e Sudeste. Essas regiões apresentam cerca de 71% da demanda total projetada para 2025, sendo que concentram 62% do total de municípios do país. A estimativa é que as demandas de abastecimento urbano de água de 2005 até 2025 tenham um aumento de 28% (ANA, 2010).

O Ministério das Cidades em conjunto com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), em seu Diagnóstico dos serviços de água e esgoto de 2014, constatou que o consumo médio de água no país nesse ano de 162,0 L/hab.dia, decaiu 2,6% em relação ao ano anterior. Em 2014 os consumos apresentaram variações regionais de 118,9 L/hab.dia no Nordeste até 187,9 L/hab.dia no Sudeste (SNIS, 2014). Segundo esse mesmo diagnóstico, o Rio de Janeiro é o Estado que possui o consumo de água *per capita*¹ mais elevado em todo Brasil. A tabela 2 mostra o consumo médio per capita nos diferentes Estados e regiões do Brasil.

¹ *Consumo médio per capita indicador IN022

Tabela 2 Consumo médio per capita de água no Brasil.

Estado/ Região	IN022 (L/hab.dia) Média últimos 3 anos	IN022 (L/hab.dia) Ano 2014	Variação Média/2014
Acre	164,0	184,5	12,5%
Amazonas	161,7	168,4	4,2%
Amapá	176,4	135,9	-22,9%
Pará	149,1	142,3	-4,6%
Rondônia	184,9	187,7	1,5%
Roraima	149,0	152,7	2,5%
Tocantis	136,9	134,3	-1,9%
Norte	155,3	154,2	-0,7%
Alagoas	115,9	100,8	-13%
Bahia	114,1	113,5	-0,5%
Ceará	128,0	129,8	1,4%
Maranhão	197,1	140,8	-28,6%
Paraíba	136,7	125,2	-8,4%
Pernambuco	107,0	106,1	-0,9%
Piauí	136,7	143,7	5,1%
Rio Grande do Norte	116,6	113,8	-2,4%
Sergipe	122,7	120,7	-1,6%
Nordeste	125,3	118,9	-5,1%
Espírito Santo	193,1	198,0	2,5%
Minas Gerais	157,5	154,1	-2,1%
Rio de Janeiro	249,3	250,8	0,6%
São Paulo	186,7	179,4	-3,9%
Sudeste	192,2	187,9	-2,2%
Paraná	145,1	144,9	-0,2%
Rio Grande do Sul	154,9	162,9	5,2%
Santa Catarina	154,5	153,5	-0,6%
Sul	150,9	153,6	1,8%
Distrito Federal	186,4	180,5	-3,2%
Goiás	146,5	148,2	1,2%
Mato Grosso do Sul	155,5	154,8	-0,4%
Mato Grosso	157,6	161,9	2,7%
Centro- Oeste	158,7	158,8	0,1%
Brasil	165,3	162,0	-0,2%

Fonte: Diagnóstico dos serviços de água e esgoto, SNIS, 2014.

O uso descontrolado e as carências na gestão dos recursos hídricos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, trazem diversos impactos em aspectos de qualidade e quantidade de água o que ocasiona situações de escassez nas perspectivas bacias hidrográficas. Para evitar problemas sociais e ambientais, gerados pelo uso indiscriminado da água, foram criadas legislações para tentar garantir a preservação e um melhor uso desse recurso para as gerações atuais e futuras.

1.1.5. CRISE HÍDRICA

A crise hídrica pode ser considerada a redução da disponibilidade de água para os diversos setores da sociedade, ocorre por consequência do somatório de problemas vinculados a economia, desenvolvimento social e meio ambiente. Dentro deste contexto os principais fatores capazes de desencadear uma crise hídrica, como aquelas observadas, por exemplo, nos anos de 2014 e 2015, tem sido o crescimento urbano desordenado, desmatamento, aumento da demanda e da pressão sobre os recursos hídricos, além da ineficiência dos processos de gestão pública da água (MARENGO, 2015).

Regiões com baixa disponibilidade hídrica costumam apresentar elevada taxa de desmatamento e como consequência altos índices de poluição de mananciais (HAFNER, 2007). A retirada da vegetação diminui a quantidade de água captada da chuva pela transpiração e evapotranspiração, desta forma aumenta o volume escoado e desequilibra o balanço hídrico da bacia (SILVA; CAMELLO; ALMEIDA, 2015).

Outro fator que contribui para a escassez hídrica é a contaminação dos mananciais com o excesso de carga de poluentes provenientes das indústrias e da poluição doméstica, que ocorre devido à falta de acesso a saneamento básico, assoreamento de rios, degradação da mata ciliar e desmatamento (FERREIRA e CUNHA, 2005).

A qualidade de vida da população é afetada diretamente pela crise hídrica, já que ocorre uma diminuição da disponibilidade de água própria para consumo. Além do abastecimento humano, outros setores também sofrem com os impactos da crise hídrica como setor agrícola, industrial, produção de energia, entre outros (COELHO *et al.*, 2015).

O município do Rio de Janeiro, de acordo com a organização SOS Mata Atlântica (2015), possui 211,06 km² de área verde de um total de 1.186,82 km² de área territorial. No Atlas da Mata Atlântica de 2015, realizado pela SOS Mata Atlântica e pelo INPE, referentes aos anos de 2013 e 2014, o Rio de Janeiro ficou

com a quarta colocação dos municípios do Estado que mais desmataram nesse período (Tabela 3).

Tabela 3 Ranking dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro por área desmatadas.

N	Municípios	Área Município (ha)	Desmatamento 2000-2014 (ha)	Vegetação Natural (ha)
1°	Resende	111.181	509	25.182
2°	Rio Claro	84.166	350	35.675
3°	Araruama	63.405	229	2.384
4°	Rio de Janeiro	118.682	224	21.106
5°	Itaguaí	27.232	179	8.820
6°	Itaboraí	42.377	155	2.529
7°	Trajano de Morais	58.896	115	14.713
8°	Piraí	50.606	80	15.039
9°	Nova Friburgo	93.096	80	40.197
10°	Vassouras	55.217	77	9.545

Fonte: Atlas dos Municípios da Mata Atlântica, SOS Mata Atlântica, 2015.

O município do Rio de Janeiro possui cerca de 17,20% de sua área municipal coberta por vegetação natural, que abrangem florestas nativas, mangues, várzeas, dunas, campos de altitudes, refúgios e restingas. No período de 2000 a 2014, no município do Rio de Janeiro 224 hectares foram desmatados. Este processo impacta a biodiversidade, degrada os solos, além de interferir no clima e no ciclo hidrológico (FEARNSIDE, 2006).

Devido à complexidade que a escassez hídrica representa, é necessário um diálogo entre diferentes áreas do saber, com objetivo de auxiliar no processo de construção de alternativas capazes de combater ou evitar ameaças à sustentabilidade dos recursos hídricos (FISCHER *et al.* 2016).

1.2. USO RACIONAL DA ÁGUA

O comportamento das pessoas, em relação ao consumo dos recursos hídricos interfere diretamente na quantidade e na qualidade da água disponível. Para preservar a disponibilidade deste recurso, é necessário que haja uma mudança de paradigma em todos os setores, deixando para trás um consumo mais irresponsável e buscando o uso racional da água. Para que isso seja possível é preciso identificar os fatores que contribuem para esse comportamento, e permitir o desenvolvimento de estratégias que busquem otimizar o uso dos recursos hídricos (MIDDLESTADT *et al.*, 2001 apud VERDUGO, 2003).

Alguns exemplos que podem ser considerados como uso não racional da água pela população em suas residências são: utilizar mangueiras para lavar calçadas, tomar banho com o registro aberto por tempo prolongado, não realizar manutenção dos equipamentos sanitários e das tubulações de água e utilização de água potável para atividades que não exigem uma água de boa qualidade (REBOUÇAS, 2003). Em 1996 a SABESP, criou o Programa de Uso Racional da Água (PURA) que incentiva o uso racional da água e tem como objetivos:

- Conscientizar as pessoas sobre a questão ambiental a partir de mudanças de comportamento, para a conservação e aumento da disponibilidade dos recursos hídricos;
- Prolongar a vida útil dos mananciais existentes como forma de preservação a curto e médio prazo para o fornecimento de água necessária à população;
- Incentivar o desenvolvimento de tecnologias direcionadas à redução do consumo de água;
- Realizar ações voltadas para a redução do consumo de energia e outros insumos.

Em 1998, SILVA, TAMAKI e GONÇALVES, realizaram um estudo de caso de implantação do PURA em uma das maiores universidades do setor público no Brasil, a USP, este estudo foi realizado nas unidades do campus Cidade

Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), pois apresentavam um consumo de água médio de 150 mil m³ por mês, que na época representava um custo de mais de R\$ 1 milhão. O trabalho teve objetivo de realizar intervenções para o uso racional da água e para isso foi realizado um diagnóstico das características da Universidade, além do uso de água para planejar as ações. As ações podem ser resumidas em: equipamentos economizadores, redução de vazamentos, caracterização dos comportamentos e racionalização das atividades que podem consumir água, e por fim campanhas educativas, treinamentos com as equipes e divulgação. A partir deste projeto foi possível verificar que os usuários conseguiram entender a importância da água e os benefícios econômicos, ambientais e sociais de seu uso racional.

Outro exemplo de projeto que também visa à economia de água é a Agenda Ambiental na administração pública. Mais conhecida como A3P, essa agenda tem como objetivo incentivar que os servidores reflitam sobre a relação entre as questões ambientais com as atividades cotidianas que eles realizam no trabalho, promovendo assim mudanças de atitude que, além de gerar economia financeira para as instituições públicas, provocam o uso racional dos recursos naturais. A Agência Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo estabeleceram padrões de consumo que visam uma redução do gasto com água, como forma de economia, conscientização quanto ao desperdício e uso indiscriminado (Tabela 4).

Tabela 4 Padrões de consumo de água aceitáveis pela Agência Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído (ANTAC) e Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Órgão	Tipo de estabelecimento	Consumo médio (adequado) de água, por pessoa, por dia
Agência Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído (Antac)	Público	28 – 40 litros
Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).	Público e comercial	50 litros

Fonte: Coletânea de Melhores Práticas de Gestão do Gasto Público, 2012.

Segundo Silva, Tamaki e Gonçalves (2005), o Brasil possui o Programa de Uso Racional da Água (PURA) criado em 1996, e o Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água (PNCDA) de 1997. Ambos foram criados como forma de acrescentar às políticas públicas que na época eram consideradas insuficientes, embora determinadas iniciativas promovessem ações referentes ao uso racional da água. Através da metodologia desses programas é possível realizar procedimentos de intervenção em diversos estabelecimentos. Para o uso racional da água Oliveira e Gonçalves (1999) listaram as ações que podem ser implementadas em edifícios (Tabela 5).

Tabela 5 Ações para uso racional da água.

Ações econômicas	Incentivos e desincentivos econômicos. Os incentivos podem ser propostos por meio de subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e de redução de tarifas. Os desincentivos podem ser implementados elevando-se as tarifas de água;
Ações sociais	Campanhas educativas e de conscientização dos usuários implicando a redução de consumo através da adequação de procedimentos relativos ao uso da água e da mudança de comportamento individual;
Ações tecnológicas	Substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida.

Fonte: (OLIVEIRA e GONÇALVES, 1999).

Dentre as ações listadas por Oliveira e Gonçalves (1999), as ações sociais e tecnológicas são possíveis de serem aplicadas no ambiente escolar. Para que ambas sejam desenvolvidas, é necessário que se haja um estudo preliminar, que apontará para as deficiências e necessidades estruturais e pedagógicas de cada instituição. Em geral, para que se possa implementar as ações tecnológicas, deve existir vontade institucional aliada à disponibilidade de recursos para que haja investimentos em projetos de infraestrutura do ambiente escolar com objetivo de economia de água. Para as ações sociais, projetos de educação ambiental, uma vez que quando utilizada nas salas de aula pode ser um fator diferencial para desenvolvimento de novas ideias e na conscientização dos alunos. Com um

melhor planejamento a água pode ser utilizada de forma mais racional nas escolas, provendo retorno econômico, ambiental, além de incentivar o consumo consciente deste recurso, evitando assim o desperdício. Essa conscientização pode inclusive extrapolar o ambiente escolar, sendo benéfica no ambiente familiar, social, entre outros.

1.2.1. Dispositivos para reduzir o consumo de água

O desenvolvimento da tecnologia ampliou as possibilidades de se otimizar o uso da água nas edificações. Em ambientes escolares, por exemplo, os principais usuários não são os responsáveis diretos pelo pagamento das contas de água. Assim, tem-se observado que não há motivação para ações de contenção de desperdício ou de economia por parte das mesmas. Com a instalação de dispositivos economizadores é possível obter resultados de redução do consumo de água, uma vez que as tecnologias não dependem diretamente de uma mudança de comportamento dos usuários (YWASHIMA; ILHA; GRANJA; 2005).

Com objetivo de reduzir e controlar o uso da água foi instituída a Lei Estadual do Rio de Janeiro nº 4.397/04, que dispõe sobre a instalação de dispositivos hidráulicos em repartições públicas do Estado do Rio de Janeiro, e adota outras providências para o uso racional da água. Em seu 2º artigo, ela lista dispositivos hidráulicos economizadores que devem ser adotados no lugar dos equipamentos convencionais para obter uma redução do consumo de água. Por exemplo, as bacias sanitárias com válvulas de descarga devem ser trocadas por bacias sanitárias de volume de descarga reduzido. Além disso, as torneiras convencionais devem ser trocadas por torneiras com temporizadores ou com sensor de presença.

A legislação acima privilegia a troca dos equipamentos posto que contribuem com os índices elevados de consumo de água em diversos estabelecimentos. Por isso se torna necessária à instalação de equipamentos e acessórios com uma maior eficiência e menor desperdício. A economia com a

troca dos equipamentos convencionais por equipamentos economizadores pode ser observada na tabela 6 disponibilizada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Tabela 6 Equipamentos sanitários e consumo de água.

Aparelho Convencional	Consumo aparelho convencional	Dispositivo Economizador	Consumo dispositivo economizador	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR ²	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	60%
Mictório	2 litros/ uso	Válvula automática	1 litro/uso	50%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/segundo	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/segundo	32%
Ducha ** (água quente/fria) - até 15 a 20 mca	0,34 litros/segundo	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/segundo	62%
Ducha** (água quente/fria) - até 15 a 20 mca	0,34 litros/segundo	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/segundo	41%
Torneira de pia* - até 6 mca	0,23 litros/segundo	Arejador de vazão constante (6 litros/min)	0,10 litros/segundo	57%
Torneira de pia* - 15 a 20 mca	0,42 litros/segundo	Arejador de vazão constante (6 litros/min)	0,10 litros/segundo	76%
Torneira de jardim- 40 a 50 mca	0,66 litros/segundo	Regulador de vazão	0,33 litros/Segundo	50%

*Torneira de Pia - abertura 1 volta.

** Ducha - abertura total.

Fonte: Adaptado de SABESP, <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=145>.

A economia de água pode ser alcançada pela substituição total de um aparelho sanitário convencional por outro economizador, ou pela instalação de

¹ Volume de descarga reduzida.

dispositivos acoplados que geram redução de consumo. Em geral, esse tipo de manutenção gera uma economia de água que vai de 32% até 76%.

Além dos dispositivos economizadores apresentados, há outras alternativas para uma gestão mais adequada dos recursos hídricos. Sistemas de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais podem representar uma alternativa viável de substituição de uso de água potável para a redução do consumo de água da rede pública em determinados estabelecimentos.

O aproveitamento de águas pluviais corresponde a uma fonte alternativa de água para vários usos, principalmente não potáveis, como limpeza de calçadas e veículos, decoração e vasos sanitários. Com o uso da água pluvial há uma contribuição para a redução do volume consumido de água potável, o que gera uma economia na conta de água cada usuário e pode acarretar na economia do sistema de tratamento (HEIJNEN, 2012). Em alguns locais, como no Estado Rio de Janeiro, a captação de águas pluviais para uso não potável já está prevista em lei, como forma de diminuir o consumo excessivo de água de tratada. A lei 7.463/2016 regulamenta que edificações públicas ou privadas, construídas após a data de sua publicação, com área impermeabilizada igual ou superior a 500 m², devem adotar procedimentos para o armazenamento de águas pluviais e da outras providências (RIO DE JANEIRO, 2016).

A captação e o armazenamento de águas pluviais, mesmo que para fins não potáveis, devem apresentar um adequado padrão de qualidade para as atividades, a partir de uma unidade de tratamento que garanta o nível de qualidade necessário seja atingido. A NBR 15.527/2007 que trata do aproveitamento de água de chuvas em coberturas localizadas em áreas urbanas para fins não potáveis, fornece as principais diretrizes para a instalação de um sistema de águas pluviais, indicando quais devem ser os componentes de um sistema de captação, além de informar suas respectivas NBR's (PICCOLI, 2014).

A economia de água potável utilizando a água de chuva estimada por Ghisi (2006) chegou a 48% na região sudeste e até 100% na região norte do Brasil. O índice pluviométrico da região deve ser considerado como forma de tornar o projeto viável e eficiente no processo de economia de água (CHENG e LIAO, 2009).

Além da contribuição econômica, a utilização de sistemas de captação de águas pluviais pode servir como uma ferramenta importante de educação

ambiental, pois representa uma forma de uso sustentável dos recursos hídricos em meios urbanos, contribuindo como um exemplo aos alunos (FURUMAI, 2008).

1.2.2. Educação ambiental como ferramenta para o uso racional da água

O emprego de dispositivos economizadores não é o único modo para uma maior economia nos pontos de consumo. A simples instalação destes equipamentos sem a conscientização dos usuários gera apenas uma redução moderada no consumo, quando comparada com os resultados obtidos em situações nas quais os usuários agem proativamente em busca de uma economia de água. (YWASHIMA, *et al.*, 2006).

A proposta de se avaliar o consumo direto de água depende basicamente de duas condicionantes: o comportamento do usuário e o consumo por aparelho sanitário. A tabela 7 mostra a média do consumo doméstico de água em atividades habituais do dia a dia quando utilizados aparelhos convencionais.

Tabela 7 Consumo doméstico de água por atividade.

Consumo doméstico de água por atividade	
Atividade	Quantidade (em litros)
1 acionamento na descarga sanitária	10 a 16
1 minuto de banho no chuveiro	15
1 lavagem simples das mãos	3 a 5
Escovar os dentes com água corrente	11

Fonte: Adaptado de Consumo sustentável: Manual de educação, Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005.

A partir da tabela 7, é possível identificar que comportamentos como banhos prolongados e escovar os dentes com a torneira aberta, usos que dependem da consciência individual, interferem diretamente e tem peso significativo no consumo final de água.

A educação ambiental pode ser utilizada como instrumento de conscientização para a comunidade, já que a população em geral ignora várias

práticas de sustentabilidade, enquanto se exime da responsabilidade observada no desperdício e uso indiscriminado dos recursos hídricos.

Os programas de educação ambiental têm como compromisso ajudar cada indivíduo no desenvolvimento de seu potencial como cidadão, além de auxiliar na compreensão de que cada pessoa está inserida no meio ambiente, meio este onde ocorrem os acontecimentos sociais e que é essencial para a manutenção da vida. Desta forma a educação ambiental contribui com o amadurecimento da percepção ambiental das pessoas. (HIGUCHI, ALVES, SACRAMENTO, 2009).

A Carta de Belgrado, um dos primeiros documentos que tratam sobre Educação Ambiental, é considerado um marco conceitual sobre o assunto. Foi aprovada pela Organização das Nações Unidas (UNESCO) em 1975 e dá as diretrizes básicas para programas de educação ambiental (MMA, 2013):

- ✓ O ensino de educação ambiental deve considerar o ambiente como um todo – considerando o desenvolvimento econômico, social, tecnológico, além da legislação, cultura e o ambiente natural.
- ✓ A Educação Ambiental tem que ser propagada dentro e fora da escola permanente.
- ✓ O ensino da Educação Ambiental deve ser de forma multidisciplinar.
- ✓ A Educação Ambiental deve estar envolvida na prevenção e resolução de problemas ambientais.
- ✓ A Educação Ambiental deve levar em conta as principais questões ambientais na perspectiva mundial, considerando as diferenças de localidades.
- ✓ A Educação Ambiental deve ser guiada pelas perspectivas ambientais atuais e futuras.
- ✓ A Educação Ambiental deve examinar através do ponto de vista ambiental o desenvolvimento e crescimento.
- ✓ A Educação Ambiental necessita estimular a importância e a necessidade da participação em todos os níveis local, nacional e internacional, para resolver problemas ambientais.

Segundo a carta de Belgrado a principal meta da Educação Ambiental é instruir a população mundial para que tenham preocupação com o meio ambiente e com os problemas correlacionados, com o objetivo de ter pessoas com atitude,

aptidão, motivação e conhecimento para buscar soluções para os problemas atuais e evitar novos. Desta forma, os professores desempenham um importante papel na Educação Ambiental, no sentido de ajudar o aluno a desenvolver um pensamento crítico as questões como: consumismo, bem estar, responsabilidade, solidariedade e a relação dos indivíduos com os recursos naturais (LARANJEIRA, 1997).

A educação ambiental é uma concepção que se desenvolve na própria educação, resultante das relações entre ações pedagógicas e do ambientalismo (LOUREIRO, 2004). É considerada interdisciplinar, portanto, deve ser trabalhada de forma transversal, em todas as disciplinas, com objetivo de poder construir o conhecimento necessário para resolver os problemas ambientais atuais. É preciso trabalhar o conhecimento prático e teórico em diversas áreas, estabelecendo uma ligação entre as diversas disciplinas (LEFF, 2001).

O desenvolvimento de atividades não corriqueiras como visitas técnicas, exposições de documentários ou filmes didáticos, debates, palestras e leituras sobre toda a temática que gira em torno da preservação dos recursos naturais, se mostram capazes de mudar a percepção individual dos estudantes com relação à sua interação com o meio ambiente. No caso específico do tema água, FERREIRA e AOKI (2008) descrevem como estes métodos não formais de educação podem ter um resultado positivo:

Com o resultado da avaliação foi possível observar que ocorreu a compreensão das formas básicas de cuidado da água, a importância de se evitar o desperdício e ações práticas e simples de realizá-lo cotidianamente. Foi possível detectar também o aprendizado significativo, uma vez que houve relatos e explicações de como ocorre o ciclo da água, da importância de se preservar a natureza e utilizar de forma consciente esse recurso. Foi gratificante observar a capacidade de detalhamento daquilo que presenciaram nas aulas teóricas e na visita a Estação de Tratamento.

Além de ser discutido em ocasiões pontuais o problema da crise hídrica deve ser debatido diariamente. A água é um recurso essencial para todas as formas de vida, mas isso ainda não impede que pessoas continuem poluindo e desperdiçando esse bem. A educação ambiental voltada para o uso racional da água deve ser um tema abordado com pessoas de todas as idades, principalmente nas escolas, onde as crianças e adolescentes, os futuros tomadores de decisão, podem entender que a preservação da água é fundamental para garantia de qualidade de vida e que determinados hábitos do

seu dia a dia interferem na quantidade e na qualidade de água disponível (SILVEIRA *et.al.*, 2015).

Quando trabalhada nas escolas de forma contínua, e implementada nas variadas disciplinas, a educação ambiental possibilita que as pessoas desenvolvam uma visão mais crítica, sejam capazes de transformar o uso atual dos recursos naturais através de mudanças de hábitos, e que consigam influenciar outras pessoas a refletir sobre o tema.

Willis et al. (2011), realizaram um estudo que quantificou o consumo de água em 132 casas localizadas na cidade de Gold Coast, na Austrália. Os moradores das casas analisadas também foram entrevistados, e responderam perguntas que visavam avaliar seus hábitos diários e o nível de preocupação com o meio ambiente. A análise das respostas da pesquisa dividiu os participantes em dois grupos, um com grande preocupação ambiental e outro com preocupação mediana. Em geral, o grupo que tinha grande preocupação com as questões ambientais era formado por famílias com mais de duas pessoas, enquanto o grupo dos que tinham preocupação mediana possuía mais casais sem filhos e solteiros. Quando comparados o consumo médio de cada um dos dois grupos, chegou-se ao resultado de que as residências do grupo com alta preocupação ambiental consumiam em torno de 128 litros por dia, enquanto o grupo com preocupação mediana tinha seu consumo médio de 169 litros por dia. Estes valores demonstram naquele caso estudado que a percepção dos problemas ambientais influenciou diretamente no consumo de água das pessoas. Os autores afirmam que os resultados dessa pesquisa proporcionam a compreensão de quão impactantes as atitudes em prol da preservação ambiental podem ser, e que os programas educacionais devem ser voltados para que se consiga um uso efetivo e racional de água.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho é classificado como uma pesquisa exploratória descritiva (GIL, 1991), com aplicação de estudo realizada em determinadas instituições de ensino do município do Rio de Janeiro-RJ. A pesquisa teve como objetivo analisar o consumo de água de alunos do ensino médio de escolas públicas e privadas, além de identificar eventuais pontos de desperdício. De forma geral, a dissertação considera também a percepção dos alunos em relação ao uso da água no ambiente escolar.

O desenvolvimento do trabalho consiste de aplicação de questionário, que se baseou em um modelo virtual disponível *online* pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP), foi aplicado pessoalmente com cada aluno. Foi feita ainda uma revisão bibliográfica a partir de artigos, livros e dissertações para servir como base teórica para discussão dos resultados. De maneira associada, também foram avaliadas faturas mensais ou contas de água fornecidas pelas escolas, para análise comparativa de valores obtidos durante a pesquisa entre o valor medido e o valor estimado de consumo de água nas instituições selecionadas.

2.1. Seleção das instituições de ensino

A definição dos locais da pesquisa considera, além da elegibilidade da instituição junto ao Ministério da Educação, os critérios de: uniformidade nos níveis de ensino, facilidade no acesso às informações, adequação de transporte até os locais da pesquisa, ausência de interrupção das atividades de ensino durante o período de coleta de dados, aspectos administrativos e aceitação por parte da direção acadêmica e professores na realização dos trabalhos.

As escolas foram escolhidas como objeto de estudo, pois são grandes consumidoras de recursos hídricos e influenciam diretamente na formação pessoal dos indivíduos. A escolha das escolas foi feita com objetivo de abranger diversas regiões do Rio de Janeiro permitindo assim uma análise de um público específico, porém diverso.

A coleta de dados foi realizada em quatro escolas (Figura 3), duas públicas, Instituto Federal do Rio de Janeiro e o Colégio Pedro II, e duas particulares, Bahiense e Miguel Couto. Todas as escolas estão localizadas no município do Rio de Janeiro, porém em diferentes regiões, a escolha dessas escolas se deu para obter uma amostra de um público diverso, uma vez que estão em diferentes pontos do município e pertencem a escolas que apresentam padrões diferentes.

Figura 3 Localização das instituições de ensino no município do na cidade do Rio de Janeiro- RJ



Fonte: Elaborado pela autora/ ArcGis Online.

2.2. Caracterização dos locais selecionados

2.2.1. Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

O IFRJ, antigo Cefet Química, criado em 2008 busca formar jovens e adultos comprometidos com o desenvolvimento sustentável, cidadania e ética. De modo geral, a instituição é referência no setor da educação tecnológica, profissional e científica. Além disso, tem como objetivo incluir uma parcela da população historicamente excluída e, portanto “resgatar o direito ao conhecimento e à formação profissional de cidadãos, principalmente daqueles a quem sempre foi negado o direito de participação e intervenção consciente nos grandes temas que norteiam a vida na sociedade” (IFRJ, 2011). O IFRJ possui alunos do ensino médio técnico, graduação e pós-graduação.

O Instituto Federal do Rio de Janeiro ou IFRJ está localizado na Zona Norte do Rio de Janeiro, no bairro Maracanã. Essa região acomoda uma população total de 25.256 habitantes numa área territorial de 166,73 hectares (Portal GeoRio, 2010). Também encontra-se localizada próxima a Praça da Bandeira e do estádio Jornalista Mário Filho ou Maracanã. Está localizado também próximo aos bairros: Tijuca, Vila Isabel, Mangueira, Cidade Nova, Estácio e São Cristóvão.

2.2.2. Colégio Bahiense (CBH)

A primeira unidade do Colégio Bahiense foi inaugurada em fevereiro de 1973, com atividade de ensino desde a educação infantil até o ensino médio. O objetivo principal da instituição é formar indivíduos capazes de se adequar às mudanças constantes de informações, e que pelo conhecimento consigam exercer maior influência, além de poder contribuir para a construção de uma sociedade mais justa. O Bahiense possui alunos do maternal até o ensino médio.

A unidade encontra-se localizada na região Norte da cidade do Rio de Janeiro, no bairro Vaz Lobo, cuja área abrange cerca de 110,12 hectares e população total de 15.167 habitantes (Portal GeoRio, 2010).

2.2.3. Colégio Miguel Couto (CMC)

Inicialmente, no ano de 1963, o Colégio Miguel Couto funcionava apenas como curso preparatório para vestibular. Após a compra do Instituto Guanabara, o Curso Miguel Couto mudou seu nome para Colégio Miguel Couto, tendo como objetivo principal auxiliar os alunos com valores comportamentais e uma formação cultural elevada, e fortalecer assim os valores ético-sociais e morais que definem o caráter dos cidadãos. O Miguel Couto possui apenas alunos do ensino médio e do curso preparatório para o vestibular.

Possui onze unidades no Estado do Rio de Janeiro e a unidade selecionada situa-se no bairro de Jacarepaguá, Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, com área de 7.529,64 ha e população de 157.326 habitantes (Portal GeoRio, 2010).

2.2.4. Colégio Pedro II (CPII)

Fundado em dezembro de 1837, o Colégio Pedro II hoje representa uma das mais tradicionais instituições públicas de ensino básico no Brasil. Tem como objetivo a excelência na educação integral e inclusiva, consoante às novas técnicas e tecnologias do mundo contemporâneo, e contribui assim na formação de cidadãos, e numa sociedade sustentável e com ética. O Colégio Pedro II trabalha desde a educação infantil até o ensino médio regular, além da Educação de Jovens e Adultos (Proeja). O CPII possui alunos do ensino fundamental até o ensino médio.

A unidade escolhida encontra-se localizada na região Sul da cidade do Rio de Janeiro, no bairro Humaitá, que compõe área de 105,45 ha e uma população de 13.285 habitantes (Portal GeoRio, 2010).

2.3. Cálculo da amostra para aplicação dos questionários

A população escolhida para essa pesquisa foram os alunos do Ensino Médio. E para calcular o tamanho da amostra para a população de alunos disponível em cada escola foi realizado o cálculo de amostra aleatória simples (COSTA, 2011). Para esse cálculo foi necessário escolher um erro amostral, de 7%, devido às condições econômicas e de tempo para a pesquisa ser realizada.

Para calcular o tamanho da amostra foi necessário obter o número da população total de alunos de ensino médio de cada Instituição, a partir do erro amostral foi feita uma primeira aproximação para o número amostral. E assim, com a equação (1), a amostra para pesquisa foi definida para cada instituição.

$$(1) n = \frac{(N \times n_0)}{(N + n_0)}$$

Onde:

n= Tamanho da amostra

N= Tamanho da população

n₀= Primeira aproximação da amostra

Sendo que $n_0 = \frac{1}{(E^2)}$

E= Erro amostral

O erro amostral compreende a diferença entre o valor que pode ser acusado através da estatística e o real valor que o parâmetro deseja estimar (BARBETTA, 2002). Ao considerar um erro amostral de 7%, a tabela 8 definiu quantos questionários deveriam ser realizados para a pesquisa em cada instituição.

Tabela 8 Quantidade de amostra de alunos em cada instituição de ensino

Escola	Colégio Bahiense	Colégio Pedro II	IFRJ	Colégio Miguel Couto
Alunos de ensino médio	72	608	1200	216
Amostra	53	153	175	105

Fonte: Elaborada pela autora.

2.4. Ferramentas de Pesquisa

Para atender os objetivos da dissertação e possibilitar assim o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados instrumentos específicos de modo a obter dados qualitativos e quantitativos.

2.4.1. Consumo de água nas instituições

Este trabalho utiliza determinados métodos como ferramentas para estimar o consumo de água nas instituições de ensino selecionadas. As informações iniciais constam de: número de pessoas que frequentam o colégio, atividades que demandam água, horário de funcionamento, infraestrutura do colégio e faturas das contas de água fornecidas pela CEDAE, no período de 2010 até 2016. Os pontos de consumo analisados foram os bebedouros, as torneiras, os vasos sanitários e os chuveiros. Para esta pesquisa não foram considerados pontos de consumo de água como limpeza e irrigação, pois o foco da análise é o consumo de água por parte dos alunos de ensino médio.

Para estimar as vazões de consumo de água nos colégios foram realizadas medições diretas, que consistiram em medir o tempo que o equipamento fica aberto e o volume de água liberado. As medições diretas foram realizadas em bebedouros e torneiras. As amostras foram coletadas com o auxílio de garrafas plásticas de 500 ml e 1,5 litros (Figura 4). Após a coleta dos volumes, as garrafas foram levadas ao laboratório para realizar a medição com balão volumétrico e pipetas para obter resultados de volume com maior exatidão.

Figura 4 Estimativa de vazões de consumo de água nas torneiras



Fonte: Autoral.

Para o cálculo do consumo de água, segundo FASOLA *et al.* (2011), pode-se utilizar a equação (2), válida para torneiras manuais, chuveiros, bebedouros e bacias sanitárias com válvula de descarga.

$$(2) \quad C = f \times t \times Q$$

Onde:

C é o consumo de água de cada usuário por aparelho sanitário (litros/dia);

f é a frequência média de utilização (vezes/dia);

t é o tempo médio de cada utilização (segundos/vez); e

Q é a vazão média do dispositivo (litros/segundo).

Porém, o cálculo acima não pode ser utilizado em todas as escolas. Assim para poder adaptar o cálculo do consumo de água de acordo com a estrutura da escola foi utilizada outra equação, que pode ser utilizada para torneiras de

fechamento. O cálculo do consumo para os aparelhos de torneira com fechamento automático e bacias sanitárias (FASOLA *et al.*, 2011) pode ser realizado com base na equação (3).

$$C = f \times A \times V \quad (3)$$

Onde:

C = consumo de água de cada usuário para cada aparelho (litros/dia);

f = frequência média de utilização para cada aparelho (vezes/dia);

A = número médio de acionamentos do dispositivo ao utilizá-lo (acionamentos/vez) e

V = volume médio de água armazenado na caixa de descarga ou volume despejado pela torneira (litros/acionamento).

Os dados da tabela 9 apresentam valores de vazões de determinados aparelhos sanitários, como chuveiros e vaso sanitário com válvulas de descarga (NBR 5626/98).

Tabela 9 Vazões de aparelhos sanitários.

Aparelho Sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	0,15
	Válvula de descarga	1,70
Bebedouro	Registro de pressão	0,10
Chuveiro ou Ducha	Misturador (água fria)	0,20
	Chuveiro elétrico	0,10
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15

Fonte: Adaptado de NBR 5626/1998.

Para análise gráfica foi elaborada uma planilha *Excel* para facilitar a construção e a interpretação dos resultados.

2.4.2. Aplicação de questionários para avaliação do consumo de água

De forma estimada, o consumo de água foi obtido por um conjunto de amostras de questionários aplicados aos alunos do ensino médio das instituições selecionadas para o projeto de pesquisa. Maiores detalhes do cálculo amostral podem ser encontrados nesta dissertação em **2.4 Cálculo da amostra para aplicação dos questionários**. A definição da abordagem de aplicação das perguntas se baseia em metodologia direta com foco no entrevistado (YIN, 2003).

Os questionários continham dez perguntas divididas em abertas, onde o aluno poderia expressar sua opinião de forma livre, e fechadas, onde era necessário que respondessem sobre seus padrões de comportamento na escola (SILVA e MENEZES, 2001). Estes questionários foram aplicados nas salas de aula com auxílio de professores e coordenadores, com as adaptações necessárias nas questões referentes à infraestrutura específica de cada escola, de modo a obter uniformidade no conjunto de respostas.

Os anexos 1 e 2 constam os modelos de questionários aplicados em cada escola junto aos alunos, composto por um conjunto de dez questões, sendo: sete adaptadas do modelo SABESP, e o restante elaboradas como forma de avaliação subjetiva e conceitual relacionado à percepção dos alunos sobre o uso da água na instituição.

2.5. Comitê de Ética

Antes de aplicados, os questionários foram submetidos à avaliação do Comitê de Ética da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pela Plataforma Brasil, do Ministério da Saúde, para verificação de possíveis riscos à saúde do público entrevistado na pesquisa. O anexo 3 constam modelos de autorizações encaminhados ao Comitê de ética, emitidos por cada instituição de ensino para realização da pesquisa, além do resumo da pesquisa e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) no anexo 4.

Após o parecer favorável emitido pela Plataforma Brasil, cujo resultado informa que a pesquisa está bem fundamentada e não apresenta riscos ao público, os questionários foram colocados em prática. Antes de aplicar os questionários, também foi solicitado que cada entrevistado lesse e assinasse o TCLE, caso concordasse em participar da pesquisa.

2.6. Avaliação do consumo de água

2.6.1. Contas de água

O objetivo principal ao realizar o levantamento das contas de água dos colégios é avaliar o volume total de água utilizado por toda escola, para obtenção de um valor real que possa ser comparado com os resultados dessa pesquisa. No entanto apenas o IFRJ e o CPIL, disponibilizaram as contas de água.

2.6.2. Identificação dos pontos de consumo de água

Para estabelecer propostas de redução do consumo de água em cada instituição, foi realizada avaliação *in loco* dos aparelhos sanitários existentes que são utilizados pelos alunos, com a identificação dos ambientes e dos locais que apresentassem vazamentos. De maneira associada, foram verificadas as respostas dos alunos, que sinalizaram pontos de uso não listados nos questionários ou de desperdício de água em determinados locais. Além disso, foi feito um levantamento junto aos funcionários no sentido de identificar obras de reforma e manutenção dos aparelhos sanitários ou do conhecimento da existência de projetos de redução do consumo e desperdício de água.

2.6.2.1. Pontos de consumo de água no Instituto Federal do Rio de Janeiro

O IFRJ não possui uma quantidade de aparelhos sanitários padronizados por andar. No térreo, são dois vestiários sendo que um feminino e outro masculino e três banheiros, um unissex na enfermaria e os outros dois divididos por gênero. O térreo é o único andar que possui dois bebedouros; todos os outros andares apresentam apenas um. O primeiro andar não possui banheiro para os alunos, neste andar existe apenas um banheiro para os funcionários. No segundo andar são quatro banheiros, sendo dois para os alunos e dois para os funcionários. O terceiro e quarto andares possuem dois banheiros cada. A tabela 10 apresenta uma relação completa dos aparelhos sanitários do IFRJ, por andar.

Tabela 10 Aspectos hidro-sanitários identificados no IFRJ.

IFRJ					
Aparelhos					
Andar	Torneira com temporizador	Vaso sanitário de válvula	Bebedouro	Chuveiro	Observações
Térreo	8	8	2	7	Uma torneira quebrada no banheiro masculino; Bebedouros apresentam vazamento
1º	0	0	1	0	-
2º	9	5	1	0	-
3º	4	2	1	0	Vaso sanitário do banheiro feminino estava interdito;
4º	4	2	1	0	Uma torneira quebrada no banheiro feminino

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

No ano de 2013 ocorreu uma obra na infraestrutura da escola onde alguns aparelhos sanitários foram trocados como é o caso das torneiras de todos os banheiros da instituição. Já os vasos sanitários não foram modificados para vasos de volume reduzido de descarga (Figura 5). Foi constatado que algumas válvulas, torneiras e bebedouros apresentam vazamento (Figura 6).

Figura 5 Instalações sanitárias em banheiro do Térreo, IFRJ.



Fonte: Autoral.

Figura 6 Bebedouro situado Térreo, IFRJ.



Fonte: Autoral.

As torneiras dos banheiros não apresentam uma vazão regulada. Mesmo com o temporizador algumas despejam um grande volume de água.

Apesar de não serem considerados nessa pesquisa, através das visitas realizadas os alunos listaram os laboratórios no IFRJ com grande consumidores de água, a instituição possui um total de 15 laboratórios. Os alunos bolsistas que trabalham nos laboratórios de microbiologia informaram que a autoclave é utilizada no mínimo cinco vezes ao dia, utilizando assim no mínimo 45 litros por dia. Em outro laboratório foi informado que a produção média de água deionizada é de 50 litros por dia, mas isso varia de acordo com o consumo.

2.6.2.2. Pontos de consumo de água no Colégio Bahiense

A maior parte dos aparelhos sanitários do Colégio Bahiense fica localizada no andar térreo sendo: quatro banheiros, dois femininos e dois masculinos e dois vestiários também separados por gênero (Tabela 11). Sete bebedouros ficam localizados no andar térreo e um no segundo andar. A tabela 11 apresenta a descrição dos aparelhos sanitários da escola.

Tabela 11 Aspectos hidro-sanitários identificados no Colégio Bahiense.

Bahense					
Aparelho					
Andar	Torneira com temporizador	Vaso sanitário Dual Flush	Bebedouro	Chuveiro	Observações
Térreo	10	10	7	6	-
1º	0	0	0	0	-
2º	0	0	1	0	-

Fonte: Elaborada pela autora.

Foi informado pela coordenação que no ano de 2016 a escola passou por uma reforma estrutural em um período próximo ao início da pesquisa. Os vasos sanitários com válvulas de paredes e torneiras convencionais foram substituídos por aparelhos mais eficientes, como o vaso sanitário com mecanismo dual flush e torneiras com temporizador (Figura 7 e 8).

Figura 7 Torneiras do banheiro Feminino no térreo do Colégio Bahiense.



Fonte: Autoral.

Figura 8 Vasos sanitários dual flush no banheiro masculino do térreo do Colégio Bahiense.



Fonte: Autoral.

A respeito dos aparelhos sanitários novos, os vasos sanitários que despejam no máximo 6 litros de água por acionamento e as torneiras possuem temporizador, mas nenhuma apresenta arejador. Nas visitas realizadas a escola não foi encontrado nenhum tipo de vazamento.

2.6.2.3. Pontos de consumo de água no Colégio Miguel Couto

O colégio Miguel Couto apresenta aparelhos sanitários em todos os andares. O térreo e segundo andar possuem dois banheiros cada, sendo um masculino e outro feminino. Todos os andares têm um bebedouro à disposição dos alunos, com exceção do terceiro andar. No primeiro andar além dos banheiros disponíveis para os alunos, há um banheiro de uso exclusivo dos professores. O terceiro andar possui apenas um banheiro de uso exclusivos dos funcionários da escola. A tabela 12 apresenta um resumo geral do que foi observado no colégio.

Tabela 12 Aspectos hidro-sanitários identificados no Colégio Miguel Couto.

Miguel Couto					
Aparelhos					
Andar	Torneira de válvula	Vaso sanitário Dual Flush	Bebedouro	Chuveiro	Observações
Térreo	3	3	1	0	-
1º	4	3	1	0	Um banheiro exclusivo dos professores.
2º	3	3	1	0	Um vaso sanitário do banheiro feminino está quebrado.
3º	0	1	1	0	Banheiro exclusivo dos funcionários.

Fonte: Elaborada pela autora.

No Miguel Couto não houve obra recentemente para manutenção ou mudança na infraestrutura. As bacias sanitárias são consideradas de menor consumo de água por terem caixa acoplada ao invés de válvula de descarga (Figura 9).

Figura 9 Banheiro Masculino do segundo andar, CMC.



Fonte: Autoral.

Os banheiros do colégio apresentam aparelhos sanitários em bom estado. As torneiras dos banheiros não são automáticas. No dia da visita não foi observado nenhum tipo de vazamento.

2.6.2.4. Pontos de consumo de água no Colégio Pedro II

O colégio Pedro II possui um número elevado de aparelhos sanitários por andar em relação aos demais colégios listados. O térreo consta com dois vestiários e dois banheiros divididos entre feminino e masculino, além de cinco bebedouros. O primeiro, segundo e terceiro andar possuem a mesma padronização com dois bebedouros e dois banheiros, um feminino e um masculino por andar (Tabela 13).

Tabela 13 Aspectos hidro-sanitários identificados no Colégio Pedro II.

Colégio Pedro II					
Aparelhos					
Andar	Torneira com temporizador	Vaso sanitário de válvula	Bebedouro	Chuveiro	Observações
Térreo	4	7	5	12	Botões de acionamento de alguns bebedouros emperram.
1º	5	8	2	0	Botões de acionamento dos bebedouros emperram; Baixo Fluxo de água.
2º	5	8	2	0	Uma torneira apresenta vazamento no acionador.
3º	5	8	2	0	Botões de acionamento dos bebedouros emperram; Baixo Fluxo de água

Fonte: Elaborada pela autora.

O colégio Pedro II apresenta muitos problemas relacionados a vazamentos nos bebedouros e em algumas torneiras. O banheiro masculino do segundo andar foi o único que as torneiras não eram do mesmo padrão (Figura 10) dos outros banheiros da escola. Este banheiro apresentava torneiras convencionais sem nenhum tipo de dispositivo para reduzir a vazão da água (Figura 11). O colégio informou que há projetos voltados para economia de água na escola, porém ainda não se dispõe de verba para realizá-los.

Figura 10 Banheiro Feminino no segundo andar do Colégio Pedro II.



Fonte: Autoral.

Figura 11 Banheiro Masculino no Segundo andar do Colégio Pedro II.



Fonte:Autoral.

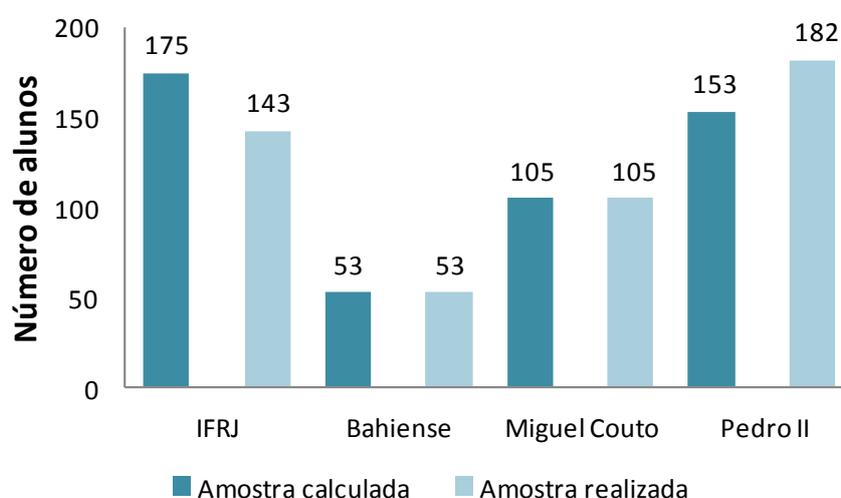
Os vasos sanitários não são os mais adequados para economia de água, pois são do modelo com válvulas de descargas de parede. Além disso o volume de água que sai das torneiras dos banheiros não são regulados e variam muito. Apesar de possuírem torneiras com temporizadores os tempos não são padronizados e despejam um grande volume de água.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Total de questionários aplicados

Foram aplicados um total de 483 questionários em quatro escolas. O número de alunos que responderam aos questionários por escola está representada no gráfico 4.

Gráfico 4 Amostra de alunos do ensino médio por instituição.



Fonte: Elaborado pela autora.

Devido a greves e posterior férias dos alunos não foi possível atingir o número esperado de 175 alunos no IFRJ, calculado com o erro amostral de 7%. Desta forma o erro amostral foi recalculado para atender o número de questionários já realizados. Com base em um erro amostral de 8% o número de questionários caiu para 139 alunos e assim o número final de questionários atende esse valor.

No colégio Miguel Couto e no colégio Bahiense foi possível realizar a pesquisa com o número esperado de alunos para um erro amostral de 7%. Já no Pedro II foi possível realizar 29 questionários acima do calculado.

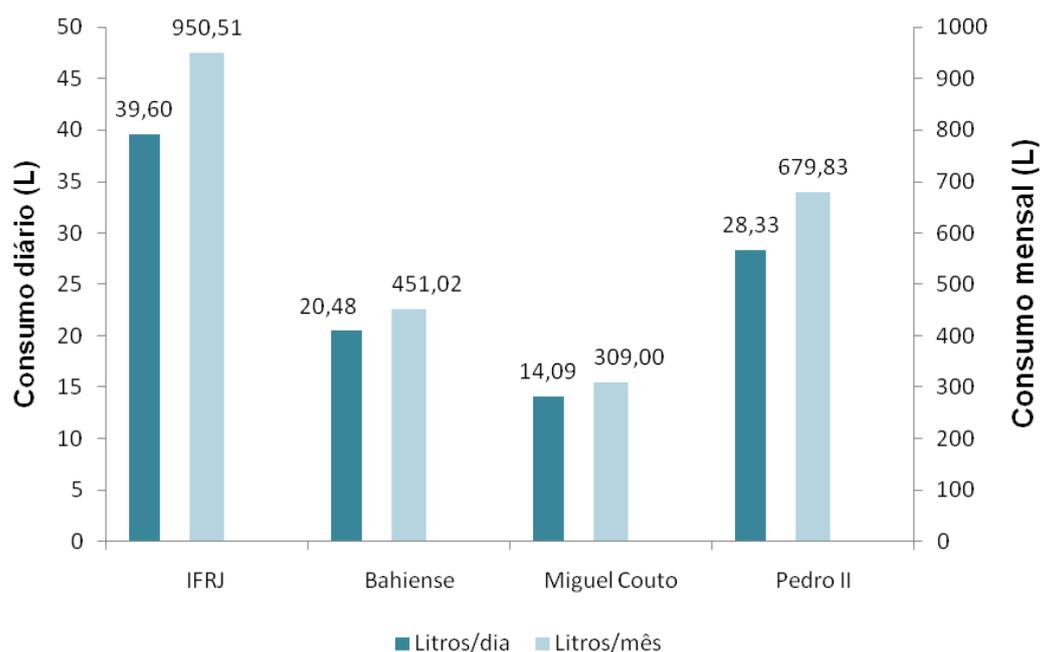
3.2. Consumo doméstico de água

Para a avaliação do consumo doméstico de água o questionário aplicado contempla perguntas relacionadas aos hábitos dos alunos, como forma para avaliar o comportamento quanto ao uso da água durante as atividades realizadas na instituição. Os questionários apresentam perguntas como: duração dos banhos, lavagem de louças, uso dos sanitários e uso das torneiras para higienização das mãos e dos dentes.

Os dados obtidos foram analisados, e a partir deles foram estimados os consumos diários. Essas estimativas foram comparadas com dados de estudos realizados anteriormente por Tomaz (2000) e Nunes (2006) que mostram qual o valor médio de consumo de água em escolas de um turno e de período integral. O consumo mensal foi estimado para ser comparado com os valores obtidos nas contas da CEDAE, fornecidas pelas instituições.

Os resultados do gráfico 5 apresentam o consumo médio de água dos alunos, calculado por instituição, a partir do somatório do consumo total de água dos alunos no uso das torneiras, bacias sanitárias, bebedouros e chuveiros, obtidos com base nas respostas dos questionários realizados.

Gráfico 5 Consumo estimado de água diário e mensal médio por aluno nas instituições.



Fonte: Elaborado pela autora.

O maior consumo médio de água por aluno encontra-se no IFRJ, onde a média foi de 950,51 litros por mês. A menor média mensal foi no Colégio Miguel Couto, com um valor de 309 litros.

Um fator que pode contribuir para o consumo de água total mensal é o número médio de horas e dias que os alunos permanecem na escola. As aulas nos colégios Bahiense e Miguel Couto ocorrem no período de um turno e no IFRJ e CPII no regime de contra-turno (Tabela 14).

Tabela 14 Frequência dos alunos de ensino médio nas instituições

Escolas	IFRJ	Bahiense	Miguel Couto	Pedro II
Frequência de dias/semana	6	5	5	6
Média de horas/dia	8	6	6	7

Fonte: Elaborada pela autora.

Os hábitos diários dos alunos interferem diretamente no consumo de água estimado, fato que também ocorre devido à diferença de regulação e modelos de aparelhos disponíveis, sobretudo nos banheiros de uso coletivo.

Tomaz (2000) e Nunes (2006) estimaram que um estudante que permanece durante o período de um turno, ou seja, manhã, tarde ou noite, nas escolas consome em média de 10 a 30 litros, enquanto alunos de turno integral usam em média 50 litros por dia. Dessa forma, de acordo com as análises realizadas baseadas nas respostas dos questionários, nenhuma das escolas apresentou valores fora das faixas de referência para o valor de consumo de água por aluno.

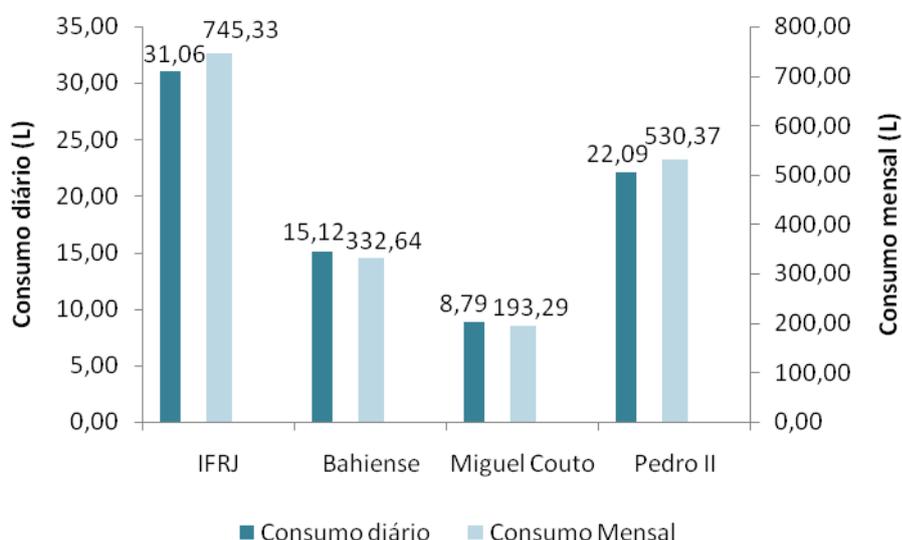
3.3. Consumo desagregado de água por instituição

Como forma de atender um dos objetivos do trabalho de identificar e comparar os pontos de maior consumo de água tratada nas instituições e evidenciar assim possíveis pontos de desperdício foi feita a análise do consumo de água de forma desagregada. A análise individual dos aparelhos sanitários possibilita identificar pontos que podem apresentar desperdícios no uso da água e dessa forma subsidiar a elaboração de propostas de melhoria.

3.3.1. Consumo de água nas bacias sanitárias

Foi analisado o consumo diário e mensal das bacias sanitárias por instituição, tendo em vista que este aparelho sanitário representa elevado consumo de água, sobretudo quando os vasos sanitários são acionados por válvula de descarga. Para realizar esta análise foi multiplicado o número de vezes que cada aluno utiliza as bacias sanitárias, pelo volume estimado de cada aparelho. Conforme a NBR 5626/1998, que trata das instalações prediais de água fria, a vazão média de uma bacia sanitária com válvula é de 1,70 L/s enquanto uma bacia sanitária com caixa de descarga a vazão é de 0,15 L/s.

Gráfico 6 Avaliação do consumo diário e mensal das bacias sanitárias por aluno.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para chegar aos valores individuais de cada escola, foi adotado que as bacias sanitárias com válvula despejam cerca de 11,08 litros por acionamento, já as bacias sanitárias com caixa acoplada de volume reduzido despejam em média 4,5 litros por acionamento. O valor por uso das bacias sanitárias com caixa acoplada com mecanismo dual flush foi estipulado a partir de uma média, uma vez que não foi diferenciado no questionário se o aluno pressiona o botão com o volume que libera 3 litros ou se pressiona o de volume máximo de 6 litros. Além disso, o tempo de pressionamento do botão influencia na quantidade de água despejada. Para as bacias sanitárias com válvula foram realizados testes com medição do tempo de acionamento da válvula necessário para que os dejetos sejam transportados. A média de tempo calculada foi de aproximadamente 6 segundos, com este valor multiplicado pela vazão média da NBR 5626/1998 foi obtido o volume de 11,08 litros por uso.

A partir dos cálculos realizados estima-se que o IFRJ tem o maior consumo médio de água por aluno, seguido pelos Colégios Pedro II, Bahiense e Miguel Couto respectivamente. Estes valores se deram pela conjunção de fatores estruturais das escolas com os padrões comportamentais dos alunos.

O IFRJ e o CPII, as duas maiores médias de consumo, possuem bacias sanitárias dos banheiros de válvula que consomem, em média, o dobro do volume de água do que as bacias sanitárias com sistema *dual flush* que são utilizadas no Bahiense e Miguel Couto, que representam as duas menores médias. Sendo assim, o fator determinante para a variação do volume consumido por instituição, além da diferença na especificação dos aparelhos sanitários, pode ser o comportamento dos alunos.

A tabela 15 apresenta o número médio de vezes que os alunos de cada escola utilizam o vaso sanitário, estes valores foram encontrados a partir da média do número total de vezes que os alunos colocaram como resposta nos questionários.

Tabela 15 Número médio de utilização dos vasos sanitários por aluno por dia.

Uso diário	IFRJ	Bahiense	Miguel Couto	Pedro II
Média de uso dos vasos sanitários	2,80	3,36	1,95	1,99

Fonte: Elaborada pela autora.

O IFRJ e o Colégio Pedro II possuem o mesmo tipo de vasos sanitários, porém no IFRJ consome-se em média 9 litros a mais de água por dia. Isso provavelmente ocorre, pois os alunos utilizam as bacias sanitárias com maior frequência. A mesma situação acontece com o Bahiense e o Miguel Couto: os dois possuem aparelhos sanitários similares, mas o primeiro consome 7 litros a mais por aluno do que o último. Essas diferenças de consumo podem ser verificadas no Gráfico 6.

3.3.2. Consumo de água nas torneiras nas instituições de ensino

Para calcular o consumo total de água nas torneiras foi considerado o uso para higiene pessoal (lavar as mãos e escovar os dentes) e também para lavar a louça após as refeições.

De modo a obter os valores individuais estimados de cada escola foram utilizados métodos diferentes. Para as escolas com torneiras de fechamento automático (IFRJ, Bahiense e Pedro II) foi realizada uma média do volume despejado por todas as torneiras de cada local multiplicado pelo número de uso indicado pelos alunos. A tabela 15 demonstra os volumes médios adotados nos cálculos para estimativa do consumo de água nas torneiras.

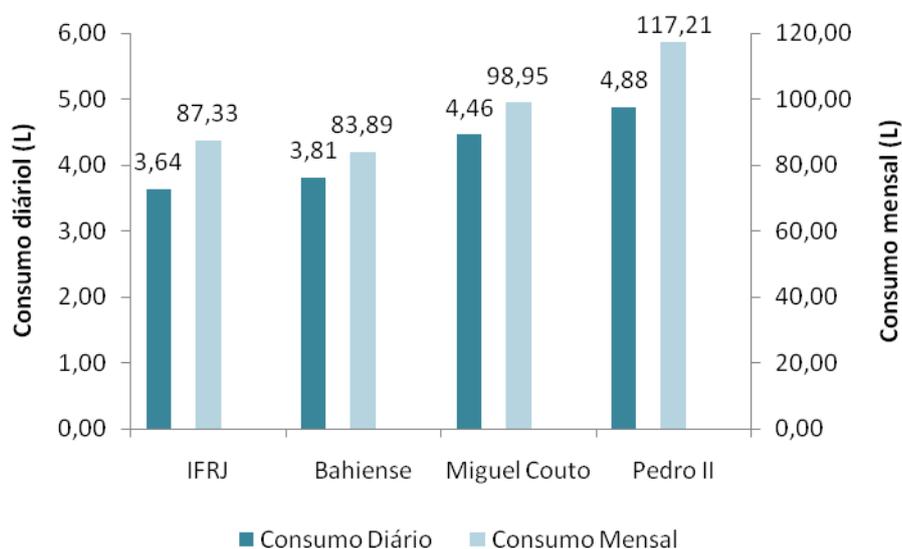
Tabela 16 Volume médio despejado por acionamento das torneiras automáticas nas instituições

Instituição de ensino	Volume médio por acionamento da torneira em litros
IFRJ	0,45
Bahiense	0,48
Pedro II	0,74

Fonte: Elaborada pela autora.

Para o Miguel Couto, que possui torneiras convencionais, foi adotado o valor de vazão padrão indicado na NBR 5626/1998 de 0,15 litros por segundo multiplicado pela abertura da torneira e pelo tempo de uso indicados por cada aluno de ensino médio. A partir dos valores estipulados foi possível calcular o consumo médio de água por aluno para cada escola referente às torneiras.

Gráfico 7 Consumo diário e mensal das torneiras por aluno.



Fonte: Elaborado pela autora.

Era esperado que o Colégio Miguel Couto fosse apresentar o maior consumo de água nas torneiras em relação às outras instituições, pelo fato de não possuir torneiras automáticas ou qualquer dispositivo redutor de vazão. No entanto, o Colégio Pedro II, mesmo com torneiras automáticas, foi à instituição

que indicou o maior valor de consumo médio de água por aluno nas torneiras, isto ocorreu porque o volume despejado por cada acionamento é de cerca de 0,735 ml, um valor relativamente alto para torneiras consideradas mais econômicas por conter o temporizador. Nesse caso, manutenções nesses aparelhos são fundamentais de modo a garantir o uso racional da água.

O IFRJ apresenta o menor consumo médio diário por aluno quando se trata do uso das torneiras. Entretanto quando o consumo médio mensal é analisado, a escola que possui o menor consumo médio por aluno é o Bahiense. Isso pode ter ocorrido pelo fato do IFRJ ter um dia a mais de aula na semana.

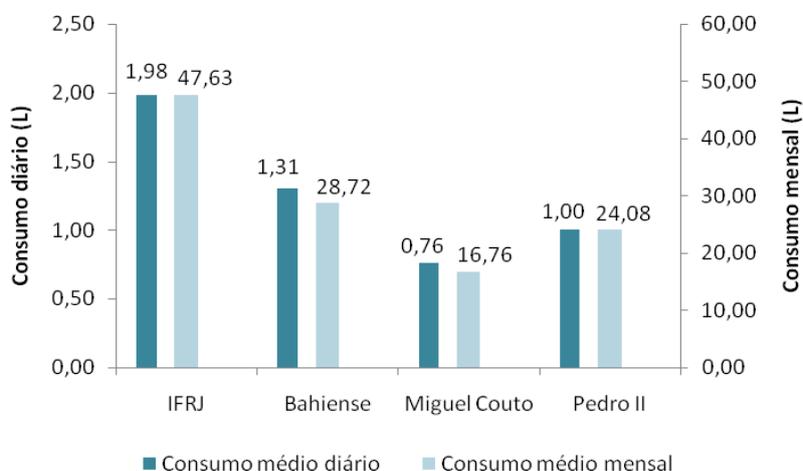
Constatou-se que os consumos diários e mensais médios das torneiras representam o segundo maior ponto de consumo de água em todas as instituições.

3.3.3. Consumo de água nos bebedouros

Para calcular este consumo foi multiplicado o número de vezes que os alunos utilizam o bebedouro pelo tempo de uso informado no questionário e pela vazão medida nos bebedouros.

No Bahiense a vazão medida foi de 0,04 l/s, no IFRJ foi 0,05 l/s, já no Pedro II foi de 0,008. No Miguel Couto os bebedouros eram diferentes. Desta forma, para esta escola, foi pedido que os alunos informassem o número de copos que consomem durante o dia. O volume do copo plástico adotado foi de 200 ml, podendo a partir disso calcular o volume médio consumido por aluno.

Gráfico 8 Consumo diário e mensal de água nos bebedouros por aluno.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os bebedouros são o terceiro maior ponto de consumo de água nas escolas. Este consumo foi estimado por fazer parte do consumo de água pelos alunos em suas rotinas, porém é um ponto que não deve ser considerado como gasto que possa ser reduzido, uma vez que é essencial para a saúde dos alunos. O levantamento realizado para identificação de vazamentos é o ideal para evitar desperdícios de água nesse aparelho, e assim otimizar o uso do mesmo.

3.3.4. Consumo de água nos chuveiros

O cálculo do consumo de água do chuveiro teve como referência as vazões definidas pela NBR 5626/1998 para chuveiros elétricos e duchas de 0,10 e 0,20 litros por segundo, respectivamente. Esta vazão foi multiplicada pelo tempo de uso e abertura do registro dos chuveiros. Este resultado foi multiplicado pelo número de vezes que o estudante toma banho durante a semana, e depois dividido pelo número de dias de aulas que ocorrem na semana, sendo Colégio Pedro II e o IFRJ 6 dias, e no caso do Bahiense 5. Isso foi necessário para se chegar a um valor estimado diário, ou seja, a quantidade de água gasta nos banhos foi dividida igualmente pelos dias da semana. O cálculo utilizado para estimar pode ser observado na equação (4).

$$(4) \quad C = \frac{\partial x t x Q x F}{n}$$

∂ =Coeficiente de abertura da válvula do chuveiro.

t= tempo de abertura do chuveiro em segundos.

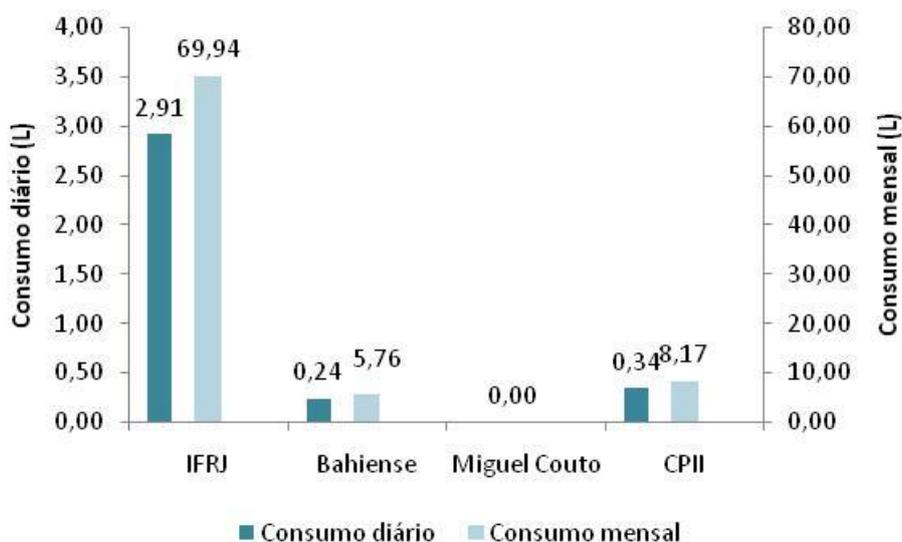
Q= vazão do chuveiro (L/s).

F= frequência de utilização na semana.

n= número de dias de aula na semana.

Para cada abertura da válvula informada meia volta, uma volta ou abertura total foram atribuídos coeficientes específicos. Para as opções de meia volta o coeficiente foi de 0,25, para uma volta foi 0,5 e por fim abertura total o coeficiente foi 1. O gráfico 9 ilustra os consumos médios estimados por escola.

Gráfico 9 Consumo diário e mensal dos chuveiros por aluno.



Fonte: Elaborado pela autora.

Constata-se que este equipamento pode não possuir uma influência muito grande no consumo médio diário de água por aluno nas escolas estudadas. A infraestrutura do Colégio Miguel Couto não possui chuveiros. Dessa forma, não consta o uso para a instituição. No IFRJ 28% dos alunos utilizam o chuveiro para banho após as aulas de Educação Física. No Colégio Pedro II, apenas 4,4% dos alunos tomam banho enquanto estão na escola e no Bahiense cerca de 2%.

A equação (5) exemplifica o padrão de utilização do chuveiro de um estudante do IFRJ.

$$(5) \quad C = \frac{1 \times 900 \times 0,2 \times 1}{6} = 30l$$

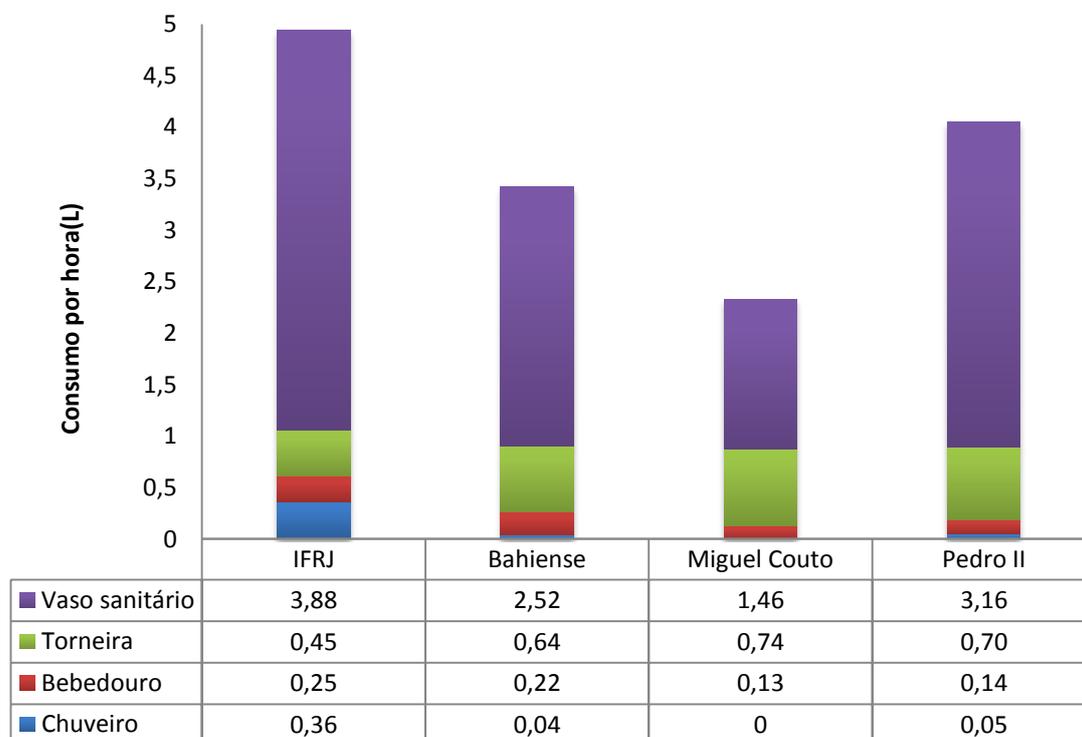
No exemplo acima temos os seguintes valores: 15 minutos de duração do banho (900 segundos), vazão do chuveiro de 0,2 L/s, coeficiente de abertura total correspondendo a 1, e a utilização de uma vez na semana, tudo isso dividido por 6, que é a quantidade de dias de aulas regulares no IFRJ, o resultado desta expressão é o consumo médio de 30 litros por dia para este aluno. Por outro lado, o gasto pontual, a quantidade de água gasta em uma utilização, do chuveiro é o maior dentre todos os equipamentos que utilizam água nas escolas, por banho o aluno da equação (5) gasta em média 180 litros.

3.3.5. Consumo desagregado de água por hora

Grande parte dos trabalhos que realizam a avaliação do consumo de água em ambientes escolares não levam em conta o consumo de água por hora, quando o estudo trabalha com escolas que não apresentam as mesmas características, como os horários de funcionamento, é necessário que seja feita uma abordagem diferente. Os horários de aula dos alunos nas escolas estudadas são diferentes, portanto o cálculo do consumo diário poderia mostrar uma maior diferença entre os resultados. Para obtenção de resultados mais precisos para comparação foi estimado o consumo por hora dos alunos. Após os cálculos do consumo diário os valores foram divididos pela média de horas que os alunos permanecem em cada escola. Os alunos do IFRJ ficam em média 8 horas por dia na escola, no colégio Pedro II cerca de 7 horas, já nos colégios Bahiense e Miguel Couto ficam em média 6 horas por dia.

Os resultados das respostas, obtidas pelo questionário, referentes aos equipamentos que os alunos utilizam que consomem água nas Instituições de ensino por hora estão apresentadas no Gráfico 10.

Gráfico 10 Consumo estimado médio por hora por aluno



Fonte: Elaborado pela autora.

Quando o consumo é analisado por hora as escolas apresentam os mesmos padrões da análise de consumo diário, com exceção das torneiras em que o consumo no colégio Miguel Couto aparece em um maior valor do que o do colégio Pedro II. Logo, o consumo diário do colégio Pedro II é maior pois os alunos permanecem por mais tempo na escola, porém quando o consumo é avaliado por hora o colégio Miguel Couto apresenta o maior gasto neste aparelho.

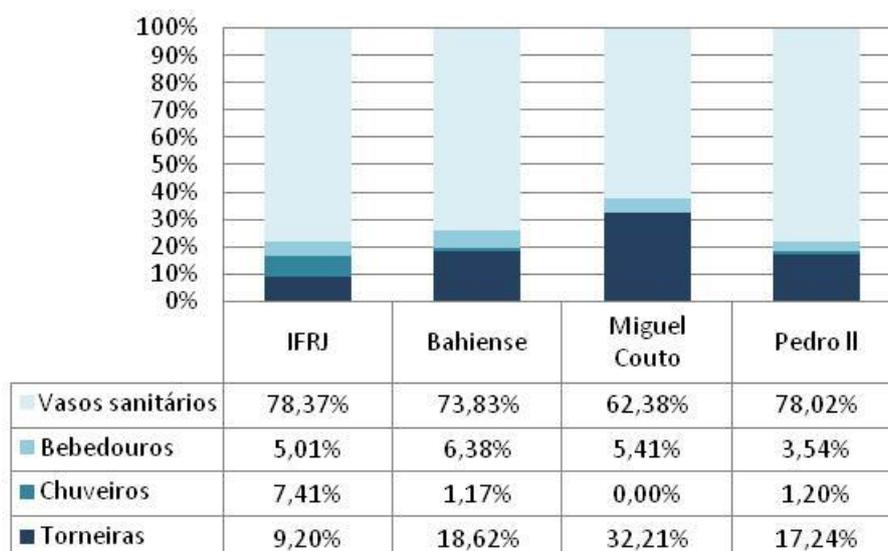
3.4. Perdas/Desperdício de água

Este trabalho considera o estudo de perdas ou desperdício através de dois métodos específicos, de modo a acrescentar as possíveis lacunas não observadas no estudo do consumo: (1) estimativa de vazões dos aparelhos sanitários em contrapartida à instalação de dispositivos economizadores ou substituição por aparelhos de menor consumo e (2) identificação de vazamentos em pontos específicos, conforme informado pelo usuário na aplicação de questionários. O desperdício de água pode ser um fator de grande contribuição para o aumento do consumo e das contas de água. Sendo assim, é de suma importância que seja solucionado esse problema.

3.4.1. Análise do consumo e projeção de economia de água

O gráfico 11 resume os percentuais de consumo dos alunos por escola em cada equipamento, discriminando a sua respectiva representatividade no consumo total de água.

Gráfico 11 Percentual de consumo dos alunos por equipamento.

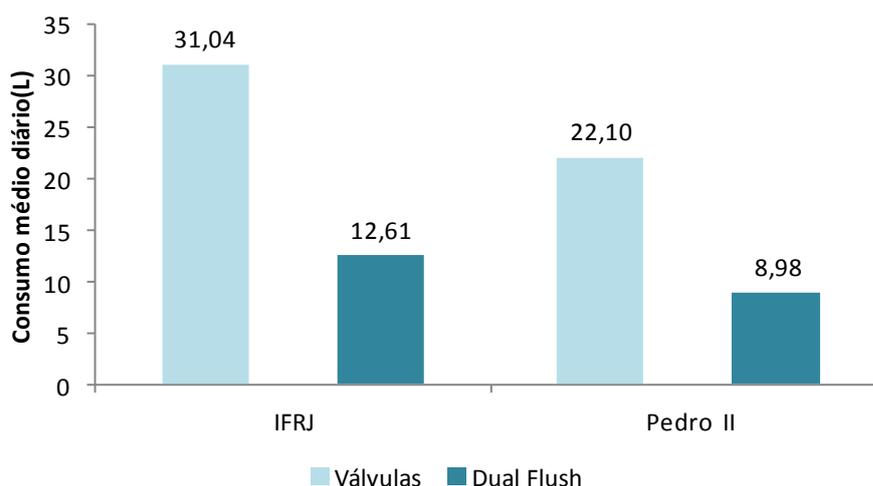


Fonte: Elaborada pela autora.

Na análise do potencial de economia, cenários de uso da água foram contemplados de forma individual por aparelhos. O aparelho sanitário que apresentou maior gasto percentual em todas as escolas foi a bacia sanitária, com mais de 60% do consumo diário total de água dos alunos. O IFRJ e o Colégio Pedro II são os maiores consumidores de água por uso de bacias sanitárias, o que pode ser creditado à ausência de aparelhos mais eficientes, poupadores de água. O padrão comportamental dos alunos do Colégio Pedro II e do Colégio Miguel Couto se aproxima, sendo que os alunos das duas escolas utilizam as bacias sanitárias duas vezes ao dia, em média, aproximadamente. Porém a vazão de consumo de água nas bacias sanitárias no Colégio Pedro II é quase o triplo das vazões observadas nos vasos existentes no Colégio Miguel Couto, devido à tipologia dos sistemas de acionamento das válvulas e o número de horas de permanência nas escolas.

O gráfico 12 ilustra diferenças estimadas no consumo de água por aluno no caso da substituição de bacias sanitárias de válvula hidra por sistema *dual-flush* na caixa acoplada, nas instituições do IFRJ e Colégio Pedro II.

Gráfico 12 Diferença estimada de consumo médio diário das bacias sanitárias em função da substituição do sistema de válvula por caixa acoplada com mecanismo dual flush.



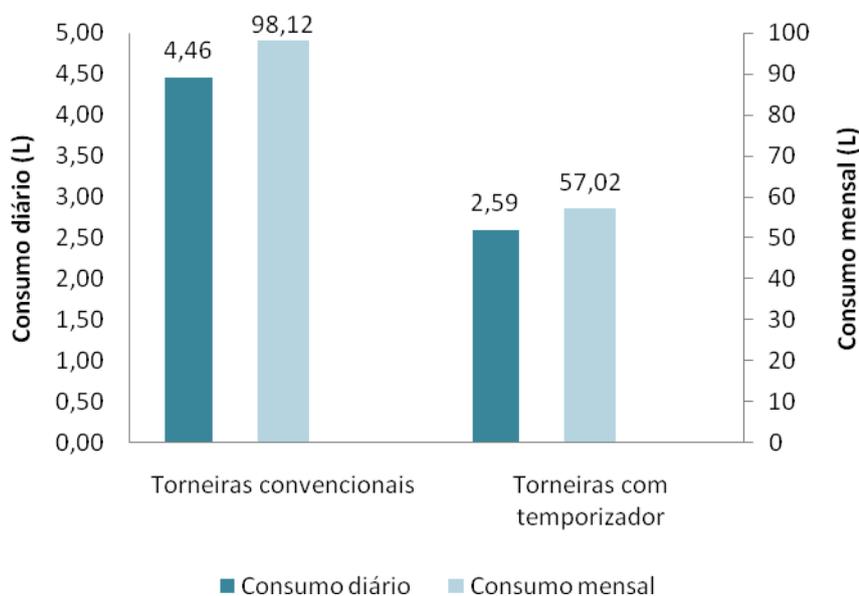
Fonte: Elaborado pela autora.

Em uma eventual troca desses aparelhos sanitários, nota-se um potencial de redução no consumo de água em torno de 60% em cada uma dessas instituições. No mês, a economia média estimada por aluno correspondente a

cerca de 442,8 litros no IFRJ e de 314,9 litros no Colégio Pedro II. Na economia total mensal as alterações propostas atingem uma redução no consumo de até 360 m³ no IFRJ e de 130 m³ no Colégio Pedro II.

Em relação às torneiras, o Colégio Miguel Couto apresenta o maior percentual relativo a esse uso com um total de 32,21% do consumo desagregado, baseado no emprego de modelos de torneiras convencionais. O gráfico 13 apresenta um cenário estimado caso a escola promova a mudança das torneiras convencionais por torneiras automáticas.

Gráfico 13 Estimativa de potencial diferença de consumo médio diário e mensal das torneiras no Miguel Couto, em uma eventual troca das torneiras convencionais por torneiras com temporizador



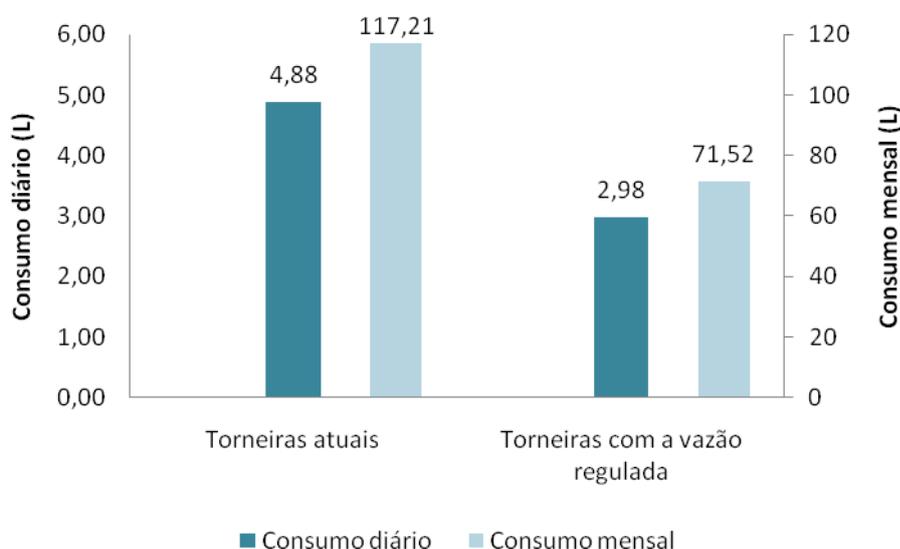
Fonte: Elaborado pela autora.

As vazões consideradas pelas torneiras temporizadoras correspondem ao menor volume médio despejado por acionamento da torneira aferido empiricamente no IFRJ, cuja quantidade de água é de 0,45 litros por acionamento. Este valor multiplicado pelo padrão de acionamento médio das torneiras por aluno resulta uma redução de 43% do volume despejado por uso em relação ao uso das torneiras convencionais, o que representa uma economia média de aproximadamente 42 litros de água por aluno por mês.

O Colégio Pedro II apresentou o maior valor de consumo médio de água estimado nas torneiras, mesmo sendo seu sistema composto de torneiras com

temporizadores. Isto ocorre provavelmente devido a regulagem inadequada desses aparelhos, que utilizam aproximadamente 0,735 litros de água por acionamento. O gráfico 14 apresenta uma estimativa do consumo diário e mensal médio dos alunos do Colégio Pedro II, caso fossem feitas as regulagens dos equipamentos com a finalidade de se atingir uma redução da vazão para 0,45 litros por acionamento.

Gráfico 14 Potencial diferença de consumo médio diário e mensal das torneiras no Pedro II



Fonte: Elaborado pela autora.

Na reconstituição das vazões de consumo das torneiras semi-automáticas utilizadas no Colégio Pedro II, há previsão de redução do consumo em até 39% ao mês, correspondente a uma média de 45,69 litros por aluno.

Esses aparelhos foram identificados como o de maior impacto no consumo total médio de água pelos alunos e, em comparação com os outros dispositivos, são mais fáceis quantificar a economia que geram quanto a sua substituição ou regulagem de vazão.

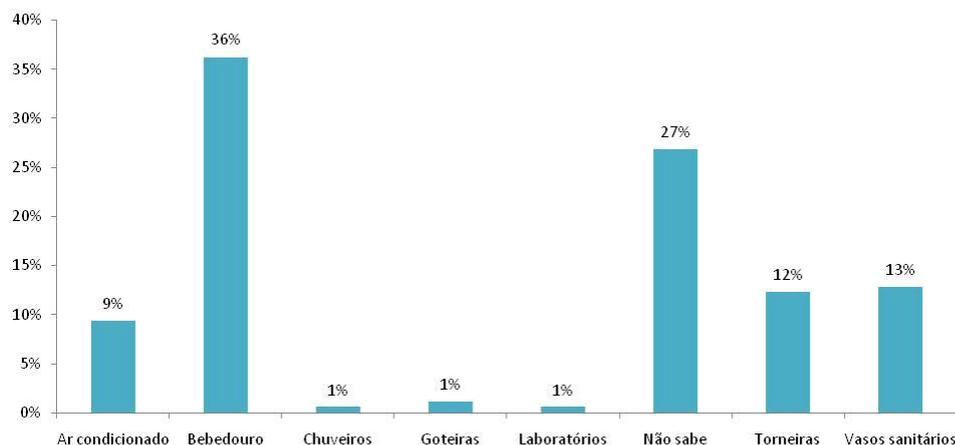
Bebedouros e chuveiros não são aparelhos muito simples de se identificar prováveis perdas, pois são utilizados conforme a satisfação do usuário durante o uso, sendo, portanto de controle subjetivo. Para que se possa saber se há ou não desperdício de água nesses aparelhos é necessário evidenciar possíveis vazamentos a partir das questões abertas dos questionários.

3.4.2. Identificação de vazamentos por apreciação de questionários aplicados no IFRJ

Com o intuito de identificar pontos de vazamento e possíveis desperdícios de água existentes nas escolas não identificados durante as visitas optou-se pela aplicação de questionários de modo que o aluno pudesse auxiliar na localização de eventuais perdas.

O gráfico 15 foi gerado a partir das respostas obtidas pelos questionários, que ajudam a nortear possíveis ações voltadas para o uso racional da água nas escolas.

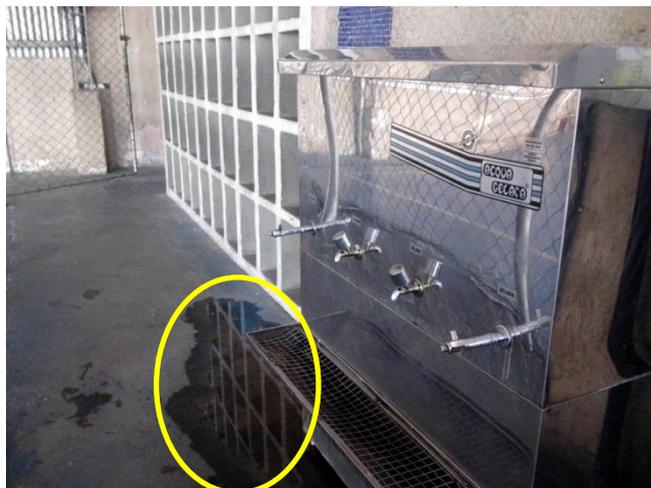
Gráfico 15 Identificação dos vazamentos pelos alunos no IFRJ, por meio das respostas ao questionário.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as respostas dos alunos, cerca de 27% não sabem identificar problemas de vazamentos no IFRJ. O principal ponto de vazamento identificado ocorre nos bebedouros. Relatos apontam falha nos sistemas de botões de acionamentos como, por exemplo, emperrados, o que gera desperdícios de água, (Figura 12).

Figura 12 Bebedouro com vazamento conforme identificado pelos alunos no IFRJ.



Fonte: Autoral

Os vasos sanitários correspondem ao terceiro ponto mais identificado pelos alunos com relatos de vazamentos, em sua maioria, nas válvulas de acionamento.

Um total de 12,28% dos alunos se manifestaram quanto às torneiras terem problemas com vazamentos, como gotejamento e perdas sem acionamento. Cerca de 0,60% dos alunos especificaram que esse vazamento não ocorre somente nos banheiros, mas também nos laboratórios. O mesmo percentual aparece para os vazamentos relacionados aos chuveiros.

Apesar de não ser considerado como um ponto de vazamento de água, 9,36% dos alunos listaram os aparelhos de ar condicionado como desperdício, resulta como uma possibilidade de uso da água nesses locais. Isso pode ter acontecido porque no térreo do IFRJ a água que sai dos aparelhos de refrigeração fica acumulada no chão, formando poças (Figura 13).

Figura 13 Água proveniente dos aparelhos de ar condicionado não aproveitada.



Fonte: Autoral.

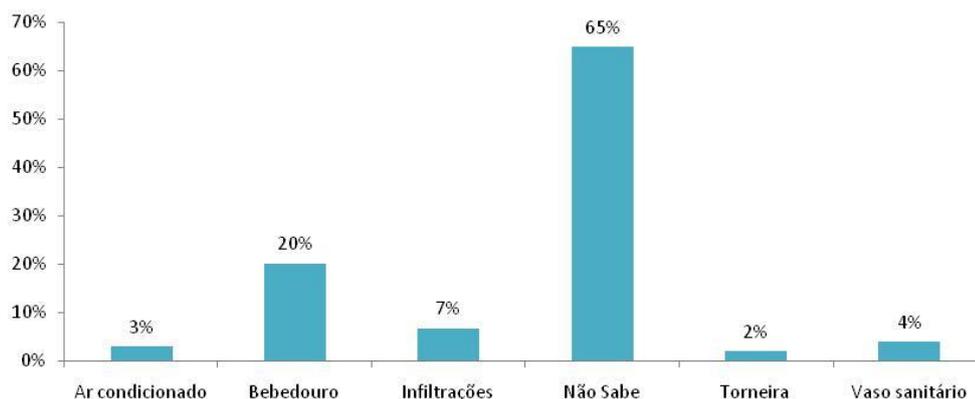
A figura 13 evidencia as poças de água derivadas de goteiras dos aparelhos de ar condicionado. Além de poder ser considerada como um desperdício, essa água que fica acumulada pode servir de ambiente propício para o desenvolvimento de vetores, como os mosquitos.

Cerca de 1% dos alunos indicaram existência de vazamento como goteiras, no entanto sem especificar a fonte de origem.

3.4.3. Identificação de vazamentos a partir dos resultados de questionários aplicados no Miguel Couto

No Colégio Miguel Couto cerca de 65% dos alunos não identificaram problemas de vazamento nas escolas (Gráfico 16).

Gráfico 16 Identificação dos vazamentos pelos alunos do Colégio Miguel Couto.



Fonte: Elaborado pela autora

Assim como nas outras escolas, o bebedouro foi indicado como o maior ponto de vazamento dentre os aparelhos, porém o caso do Miguel Couto pode estar relacionado a um evento que ocorreu uma semana antes dos questionários serem realizados. Os alunos explicaram que um grupo de estudantes havia cortado a mangueira (Figura 14) de um dos bebedouros, sendo consertado no dia seguinte. Desta forma, deve-se considerar um vazamento pontual e eventual devido a um comportamento inadequado de um grupo de alunos. A figura 14 demonstra o local onde os alunos cortaram a mangueira.

Figura 14 Bebedouro Miguel Couto



Fonte: Autoral.

O segundo ponto de maior ocorrência vazamentos no Colégio Miguel Couto, identificado por 6,67% dos alunos, consta como sendo infiltrações nas estruturas da escola. Porém os alunos não identificaram o local e nas visitas realizadas a escola também não foi possível identificar estas infiltrações.

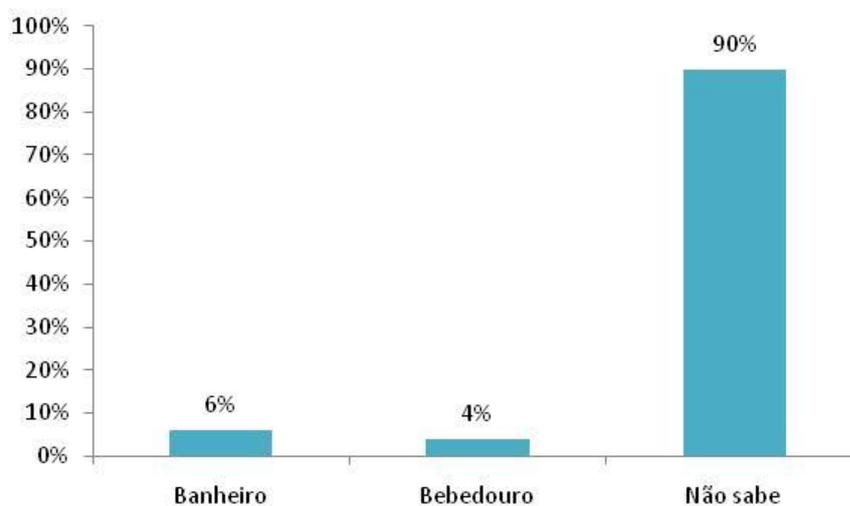
Cerca de 3,81% dos alunos responderam que os vasos sanitários apresentam vazamento, o que ocorre também em 1,90% das torneiras dos banheiros. Os alunos especificaram que isso ocorre devido ao uso inadequado do aparelho pelos alunos, como por exemplo, não fechar as torneiras de maneira correta.

Novamente, os aparelhos de ar condicionado foram identificados como uma possível forma de vazamento, sendo listado por um total de 2,86% dos alunos do Colégio Miguel Couto.

3.4.4. Identificação de vazamentos com base na apreciação de questionários aplicados no Bahiense

No Colégio Bahiense, cerca de 90% dos alunos não identificaram vazamentos nos aparelhos sanitários, provável interferência de obras recentes realizadas antes da aplicação dos questionários.

Gráfico 17 Identificação dos vazamentos pelos alunos no Bahiense



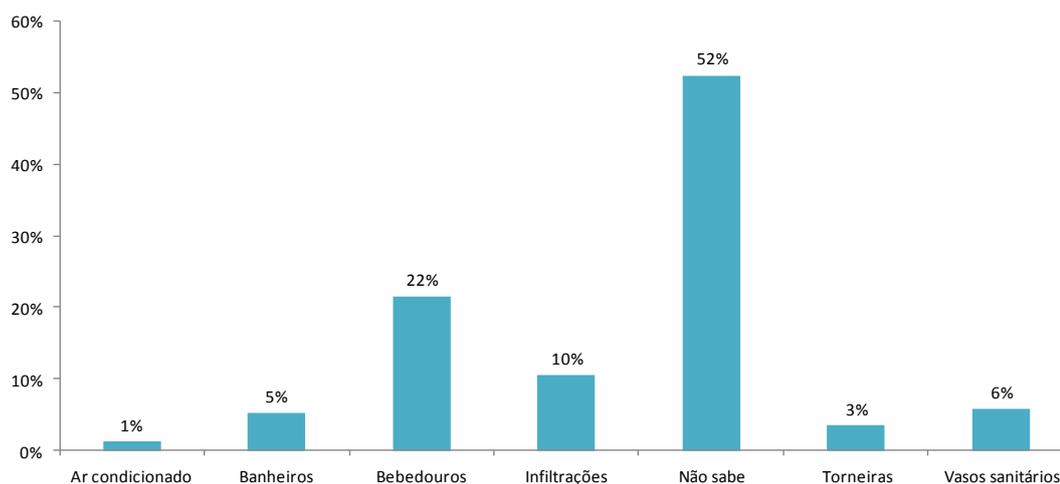
Fonte: Elaborado pela autora.

Dos alunos que conseguiram identificar algum tipo de vazamento, cerca de 6% indicaram o banheiro como local que apresenta perdas, porém não identificaram os aparelhos. 4% relataram serem os bebedouros os pontos de fuga, sobretudo devido ao uso inadequado ou falhas no sistema de acionamento.

3.4.5. Identificação de vazamentos com base na apreciação de questionários aplicados no Colégio Pedro II

No Colégio Pedro II estimam-se 52,33% dos alunos não sabem identificar possíveis fontes de vazamento.

Gráfico 18 Identificação dos vazamentos pelos alunos no Pedro II.



Fonte: Elaborado pela autora.

O maior ponto de vazamento listado por 10% dos alunos no Colégio Pedro II foi o bebedouro, com 22%, os alunos responderam que esses aparelhos apresentam falhas ao detectarem exposição no tempo de abertura dos botões de acionamento, observado na figura 15, de modo que permanecem travados por períodos prolongados.

Figura 15 Bebedouro com vazamento no Colégio Pedro II



Fonte: Autoral.

O segundo maior ponto de vazamento identificado no Colégio Pedro II foram discriminados como acúmulos de água nas estruturas da escola. Os alunos descreveram infiltrações nas paredes e tetos, muitas vezes sem identificação do local.

Cerca de 5% dos alunos não especificaram o aparelho que apresenta perdas nos banheiros. De outro modo, 6% dos alunos responderam que os vasos sanitários apresentam vazamento, o que ocorre também em 3% das torneiras dos banheiros. Este vazamento acontece em sua maioria quando as torneiras são acionadas.

De maneira similar ao que ocorre no IFRJ, um total de 1% dos alunos do Colégio Pedro II também listaram os aparelhos de ar condicionado como uma fonte de vazamento.

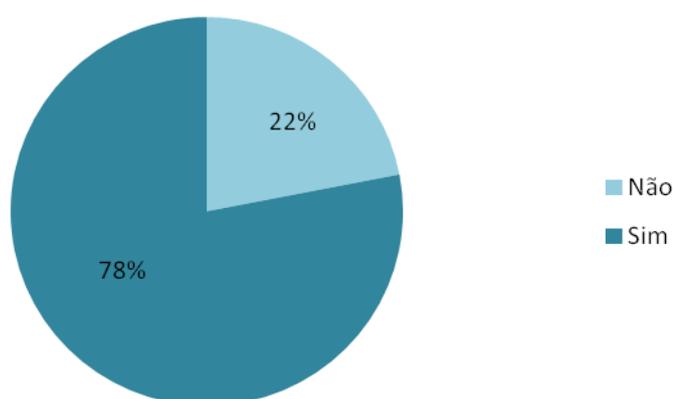
Os percentuais de alunos que não souberam identificar possíveis pontos de vazamentos sugerem dúvidas quanto ao conhecimento de causa do problema e ausência de percepção ou de observação quanto à questão do uso da água. No entanto, evidências fotográficas ou relatos por parte de determinados alunos demonstram haver perdas consideráveis de volumes de água nos aparelhos sanitários, o que pode ser reiterado nas visitas aos locais.

3.5. Análise da percepção dos alunos sobre o tema abordado

3.5.1. Crise hídrica e problemas de escassez

Nos questionários também constam perguntas para avaliação da percepção do aluno sobre a crise hídrica (Gráfico 19), e também quanto aos problemas de escassez de água nos bairros onde moram. O objetivo é avaliar se estes aspectos podem ter influência no comportamento do aluno quanto ao uso da água na instituição.

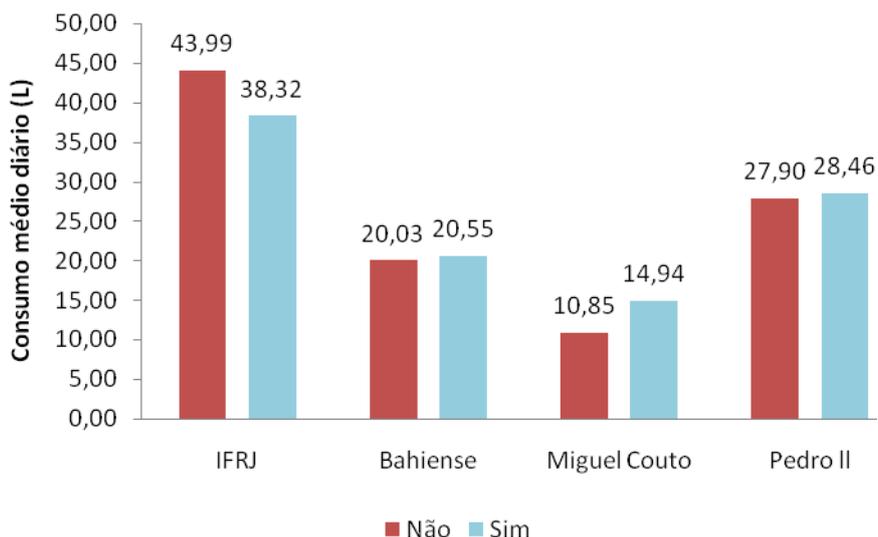
Gráfico 19 Pergunta (1) - Você sabe o que é crise hídrica?



Fonte: Elaborado pela autora.

Na primeira questão a maior parte dos alunos respondeu que sabe o que é crise hídrica, um total de 78% para uma amostra de 483 alunos. Para avaliar se pode haver uma correlação entre a percepção sobre este tema e o comportamento dos alunos, as respostas dos alunos sobre a crise hídrica foram associadas aos consumos estimados médios diários, em cada instituição (Gráfico 20).

Gráfico 20 Associação entre consumo diário médio nas escolas avaliadas e a percepção da questão da crise hídrica

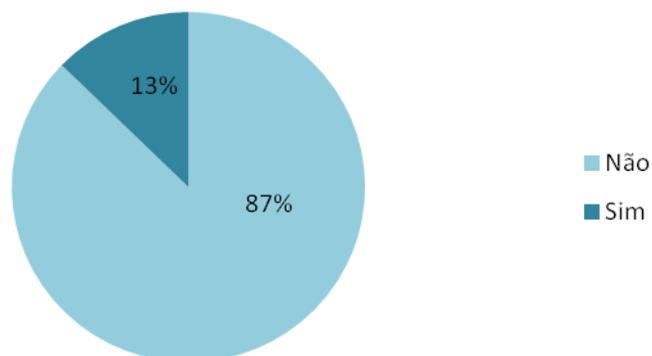


Fonte: Elaborado pela autora.

Apenas os alunos do IFRJ apresentaram um padrão de consumo de água que pode ser considerado reflexo do conhecimento sobre a temática. Isso pode ter ocorrido porque a Instituição é a única que possui matérias específicas relacionadas ao meio ambiente em sua grade curricular. Além disso, as respostas levam a uma reflexão sobre o real conhecimento ou importância que os alunos dão para a temática da crise hídrica, tendo em vista que 78% dos mesmos responderam que tinham conhecimento sobre o tema.

A segunda questão abordada nos questionários tratava sobre problemas de escassez hídrica.

Gráfico 21 Pergunta (2) - Você sofre com algum problema de escassez no bairro onde mora?

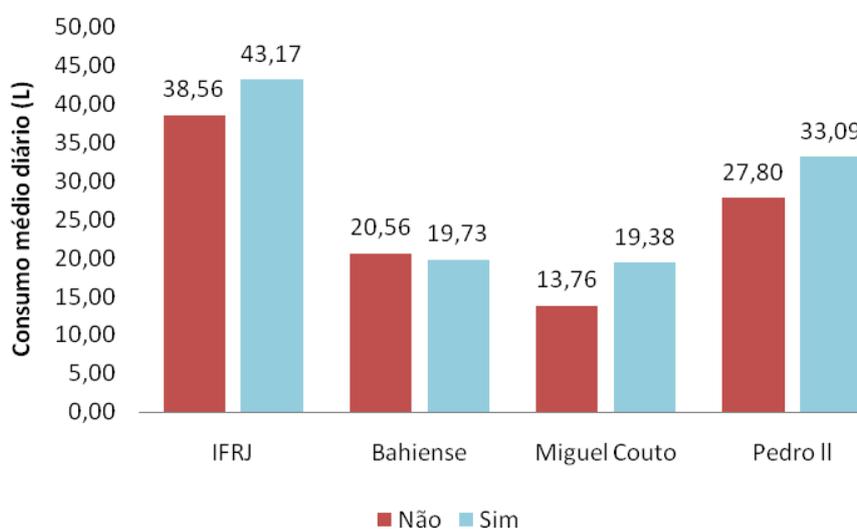


Fonte: Elaborado pela autora.

Nessa questão 87% do total de alunos afirmou não sofrer com problemas de escassez nos bairros onde moram.

Foi realizada uma comparação, que pode ser observada no gráfico 22, do consumo diário médio dos alunos com as respostas dessa questão.

Gráfico 22 Comparação entre o consumo diário médio nas escolas estudadas e a percepção sobre a escassez de água.



Fonte: Elaborado pela autora.

Apenas no Bahiense as pessoas que afirmaram sofrer com problemas de escassez, apresentaram um consumo médio de água inferior ao que disseram não sofrer com problemas de escassez, mas a diferença entre esses resultados é muito pequena o que não pode justificar a teoria anterior. Já nas outras escolas quem afirmou sofrer com problemas de escassez apresentou um consumo médio de água superior mais significativo.

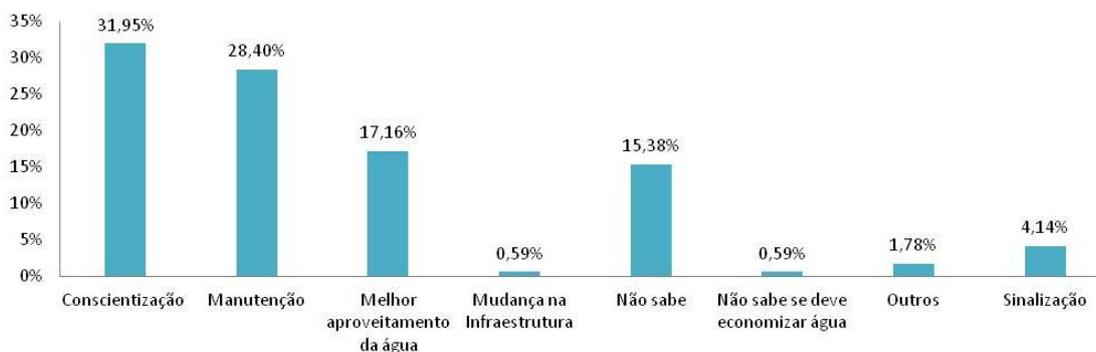
3.5.2. Sugestões dos alunos para o uso Racional da água

O questionário apresenta a pergunta discursiva: “Como você acha que pode haver um uso racional de água na sua escola?”. As respostas foram divididas em grupos para que houvesse uma análise comparativa. A partir destas respostas foi possível avaliar as opiniões dos alunos como estratégia para elaborar critérios para o uso racional da água na instituição. As sugestões dos alunos são importantes, tendo em vista que eles convivem diariamente com os problemas existentes, e podem ter uma noção mais próxima da realidade. As respostas também podem ajudar a revelar o grau de conhecimento dos alunos sobre a temática.

3.5.2.1. Respostas dos alunos do IFRJ

No IFRJ, as sugestões dos alunos foram divididas em oito grupos de respostas, que estão expressas no Gráfico 23.

Gráfico 23 Sugestões dos alunos do IFRJ para o uso racional da água.



Fonte: Elaborado pela autora.

No IFRJ, 32% dos alunos responderam que para haver um uso racional de água na escola o caminho é pela conscientização de alunos e funcionários, por exemplo, com programas de educação ambiental em forma de palestras, debates em sala de aula e campanhas educativas. Além disso, alguns alunos sugerem a sinalização como forma de conscientização das pessoas, com placas, cartazes e

adesivos afixados em locais estratégicos como próximo aos aparelhos sanitários de modo alertar às pessoas no uso racional da água.

Outra parcela dos alunos do IFRJ sugeriu mudanças estruturais para o uso racional da água, como: estabelecer mudanças nos procedimentos das práticas de laboratório, instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva e de volumes excedentes dos aparelhos de ar condicionado. Além disso, também foi proposto manutenções periódicas nos aparelhos sanitários.

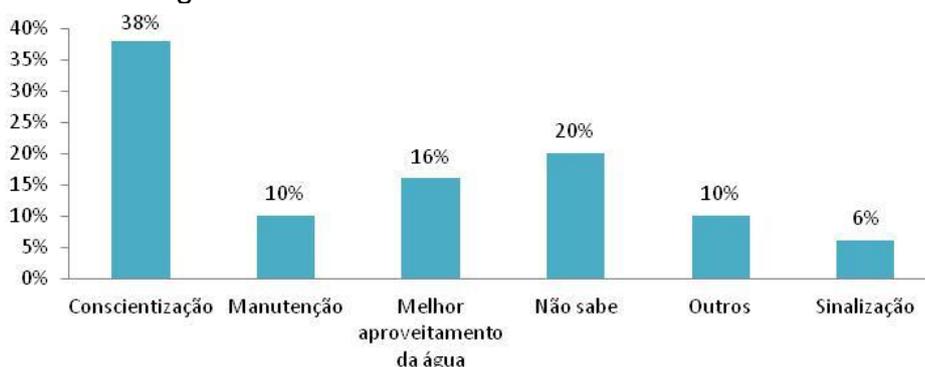
Uma pequena parte dos alunos apresentou sugestões que não se encaixaram nos grupos de opiniões da maioria dos alunos. Para alguns alunos o simples fato de trazer água de casa mudaria o consumo de água nas escolas e estabeleceria o uso racional da água.

Uma parcela de 15,38% dos alunos não soube opinar como pode haver economia no uso da água na instituição e outro pequeno grupo, cerca de 0,59%, indicou que não sabe se deve haver uso racional da água na escola.

3.5.2.2. Sugestões dos alunos do colégio Bahiense

No Bahiense as sugestões foram divididas em seis categorias de respostas e estão apresentadas no gráfico 24.

Gráfico 24 Sugestões dos alunos do Colégio Bahiense para o uso racional da água.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Bahiense apresentou uma parcela de 38% dos alunos, sugerindo que a conscientização é a melhor estratégia a ser adotada para o uso racional da água. Os alunos identificaram que a conscientização por meio de palestras, campanhas, projetos com os alunos, são fundamentais como forma de transferência de

conhecimento. Além disso, foi sugerido por 6% dos alunos, o uso de cartazes como modo de alertar sobre o assunto e adesivos nas torneiras e bebedouros.

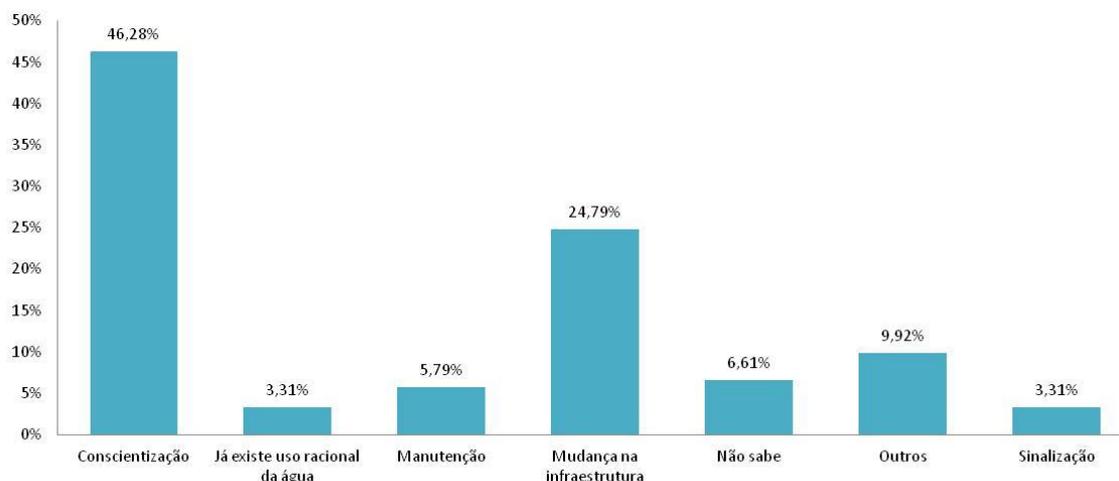
Uma parcela de 16% do total de alunos sugeriu mudanças como a instalação de um sistema de captação de águas pluviais e 10% dos alunos sugeriu uma manutenção periódica para manutenção dos equipamentos.

Os alunos que não souberam responder representam um percentual de 20% do total de alunos. E a parcela de 10% dos alunos indicaram como medida a redução do número de limpezas, limitar o tempo de uso e reduzir o consumo de água na cozinha.

3.5.2.3. Sugestões dos alunos do colégio Miguel Couto

No Miguel Couto as sugestões foram divididas em sete grupos de respostas e estão representadas no gráfico 25.

Gráfico 25 Sugestões dos alunos do Miguel Couto para o uso racional da água



Fonte: Elaborado pela autora.

No colégio Miguel Couto cerca de 46% dos alunos sugerem a conscientização como melhor estratégia a ser adotada em prol da economia de água. Apenas alguns alunos dos que sugeriram a conscientização, identificaram como ela poderia acontecer. Estes alunos apontaram a realização de palestras, projetos com os alunos, promover campanhas, debates nas salas de aula sobre o assunto. Esses apontamentos são maneiras de introduzir a Educação Ambiental

no colégio, para mostrar aos alunos a importância desse tema e evitar que situações de vandalismo voltem a acontecer na escola. A maioria das sugestões apenas usava a palavra conscientização, o que não relata um conhecimento aprofundado sobre o tema. Uma parcela de 3,31% sugere a fixação de placas e avisos perto de banheiros como estratégia para promover a conscientização no consumo de água.

Outra parcela dos alunos sugere mudanças estruturais como na substituição das torneiras convencionais por torneiras com temporizador ou sensor, e a revisão dos bebedouros. Também foi sugerida a realização de manutenções nos aparelhos sanitários.

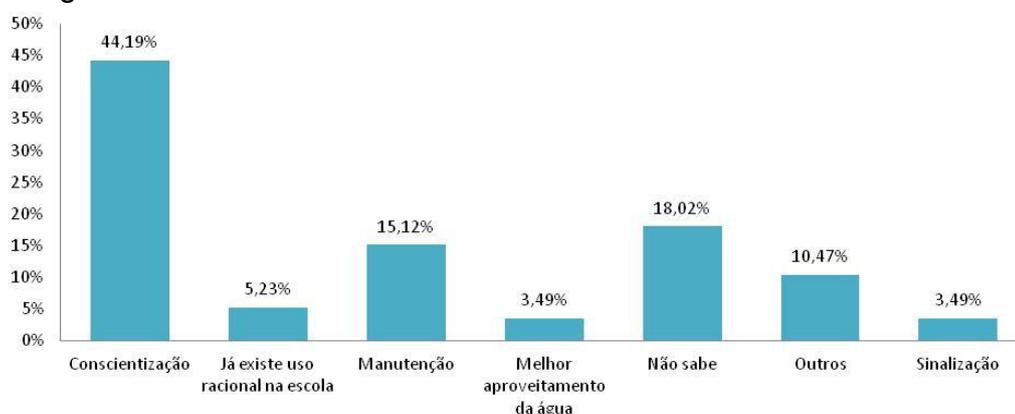
Outro grupo de respostas variadas não se enquadram nas opções apresentadas, como: trazer água de casa, o uso de álcool gel para higiene pessoal, reduzir o horário de uso da água e o uso de garrafinhas no lugar dos copos plásticos.

Uma pequena parcela dos alunos (um total de 6,61%) não soube identificar como pode haver o uso racional da água no Miguel Couto e 3,31% dos alunos afirmou que já existe o uso racional da água em sua escola.

3.5.2.4. Sugestões dos alunos do Colégio Pedro II

No Colégio Pedro II as sugestões dos alunos foram divididas em sete grupos, que estão expressas no gráfico 26.

Gráfico 26 Sugestões dos alunos do Colégio Pedro II para o uso racional da água



Fonte: Elaborado pela autora.

A conscientização foi apontada pela maior parte dos alunos, 44,19%, como o caminho para alcançar o uso racional. No entanto, grande parte destes alunos, que respondeu conscientização, não especificou em suas respostas de que forma ela poderia ser desenvolvida nas escolas. Dentre as respostas que especificaram, foram sugeridos debates em sala de aula, introdução da temática nas disciplinas e campanhas com apelos para crise hídrica e a possibilidade de escassez. Além disso, 3,49% dos alunos apontaram que a sinalização através de avisos espalhados pela escola é uma forma de conscientização. Os alunos também alertaram que seria importante um incentivo vindo dos professores e da equipe de direção e coordenação.

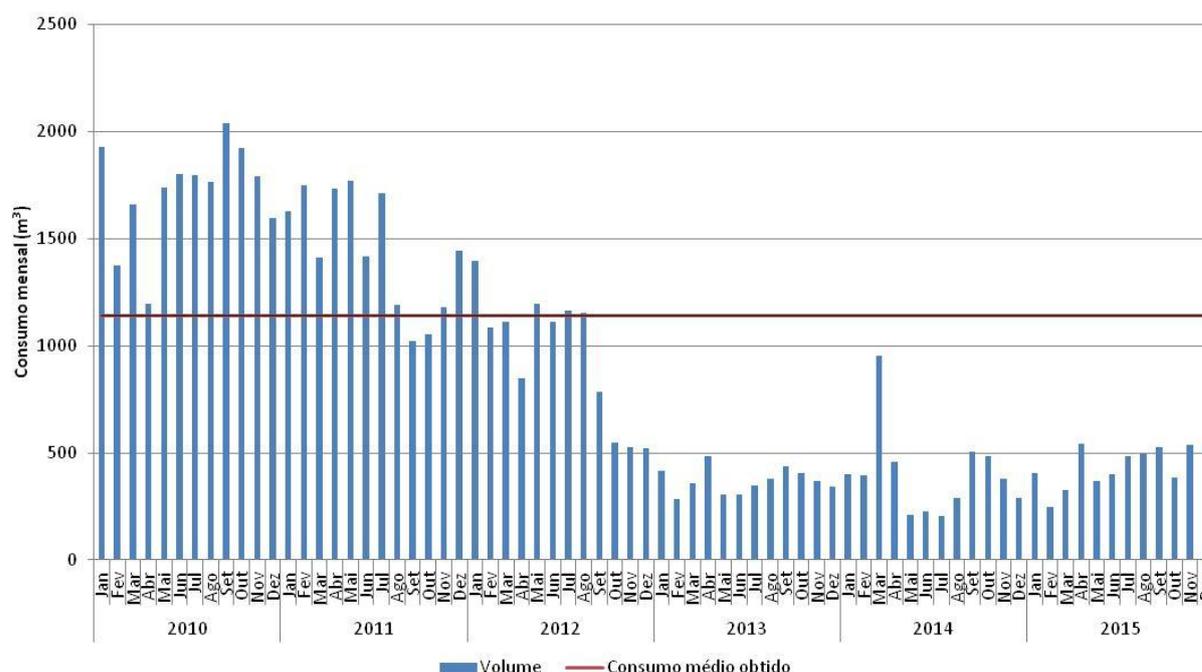
Uma grande parcela sugeriu mudanças na infraestrutura das escolas, através da instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, troca de alguns aparelhos sanitários e manutenção dos equipamentos.

Outra parte correspondente a 10,47% dos alunos responderam que os alunos deveriam utilizar menos vezes as descargas, levar garrafas de água para diminuir as idas aos bebedouros e limitar o uso por turno, orientar os funcionários da cozinha a não desperdiçarem água. Alguns alunos afirmaram que já existe o uso racional da água em sua escola e 18,2% dos alunos não souberam responder a questão.

3.6. Comparação entre as contas de água e o consumo dos alunos

Para comparar os consumos médios estimados na pesquisa e o volume faturado nas instituições, foram levantadas as contas de água no período de 2010 a 2015 no IFRJ, e o no período de 2014 a 2016 no CPII. As escolas particulares não disponibilizaram suas contas de água para a pesquisa. Os períodos acima foram determinados pela disponibilidade das escolas em ceder às informações, uma vez que foi aberto um protocolo no Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-Sic) para solicitar dados de outros anos, porém não houve um retorno a até a conclusão da pesquisa.

Gráfico 27 Volume faturado das contas de água (CEDAE) do IFRJ no período (2010-2015) e o volume médio mensal estimado



Fonte: Dados da CEDAE 2010-2015.

Para realizar essa comparação no IFRJ, o consumo médio mensal de água estimado por aluno foi multiplicado pelo número total de alunos do ensino médio, um total de 1200, pois é o público alvo desta pesquisa. É importante lembrar que a amostra escolhida no IFRJ, é a que consome mais água quando comparada

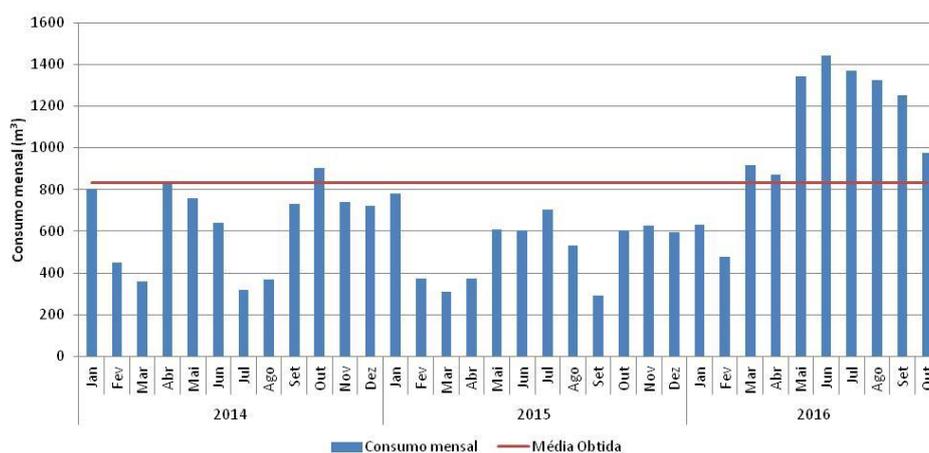
aos alunos da graduação e pós-graduação da instituição, devido ao seu maior número de atividades, quantidade de dias e horas que permanecem na escola.

Os valores das contas de água incluem outros pontos de consumo que não foram abrangidos nesta pesquisa. O valor de consumo médio foi de 1.141 m³ de água por mês. Este padrão de consumo pode ser considerado compatível para o período de 2010 até agosto de 2012. Foi informado que no período entre 2012 e 2013, aconteceu uma obra que promoveu mudanças nos equipamentos sanitários. As torneiras de todos os banheiros foram trocadas por torneiras com temporizador e os bebedouros também foram trocados.

Uma outra possibilidade é que os alunos e/ou as próprias estimativas do trabalho tenham superestimado os consumos, elevando assim o valor do consumo médio por aluno que foi calculado nessa pesquisa e fazendo com que não se encaixe dentro dos padrões de consumo de água reais dos últimos anos medidos pela CEDAE.

Outro fator de relevância que pode ter interferido na média de consumo mensal fornecida pela CEDAE, foram os períodos de greve que ocorreram nos anos de 2011, 2012, 2014 e 2016 (Gráfico 28).

Gráfico 28 Volume faturado das contas de água do CPII no período de 3 anos e o volume médio calculado



Fonte: Dados da CEDAE 2014-2016.

Para essa comparação o consumo médio mensal de água estimado por aluno de ensino médio foi multiplicado pelo número total de alunos da escola, um total de 1225 estudantes. O valor obtido com esta operação foi à média estimada de 832 m³ de água por mês, o que se encaixa nos padrões de consumo do ano

de 2016, e em alguns meses dos anos anteriores. Esta média obtida parece representar o consumo real do colégio, tendo em vista que os estudantes que foram entrevistados eram alunos do colégio no ano de 2016.

Como a média das contas mensais foi de 1.060,24 m³ e o valor médio mensal estimado pela pesquisa foi de 832 m³, esta média encontrada pode ser considerada aceitável uma vez que os aproximados 230 m³ de diferença entre o valor médio mensal real e o valor médio mensal estimado abre margem para a explicação de consumo em outras atividades desenvolvidas na escola, como a irrigação das plantas e da horta, atividades de limpeza, cozinha e consumo individual dos funcionários.

Vale ressaltar que em 2014 o Pedro II passou por um período de greve, nos meses de maio até julho, o que é refletido nas medições dos meses posteriores, junho a agosto, o que pode ter influenciado na média de consumo mensal daquele ano.

4. PROPOSTAS PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA NAS ESCOLAS

Após o levantamento dos dados e análise dos resultados obtidos, foi possível se ter uma visão mais realista dos possíveis pontos de melhoria e das necessidades individuais de cada escola. Percebeu-se que os dois grandes fatores de influência no consumo de água são os hábitos individuais e o tipo de equipamento sanitário utilizado. Com isso foram traçadas duas linhas estratégicas para o estabelecimento do uso racional da água, a primeira com mudanças estruturais e a segunda com um plano para mudanças comportamentais.

4.1. Mudanças comportamentais

Como forma de ampliar os conhecimentos dos estudantes sobre os problemas ambientais e paralelamente modificar a forma com que eles interagem com a questão da água, são propostas diferentes possibilidades de se trabalhar a Educação Ambiental no ambiente escolar:

- Inserida nas matérias cotidianas de forma interdisciplinar e em todos os níveis educacionais, como está estabelecido nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação básica;
- Realização de palestras com profissionais de áreas relacionadas para tratar de diversas questões que envolvem a água, como por exemplo, o consumo de água de forma indireta, a crise hídrica, processos de tratamento da água, entre outros;
- Incentivos, projetos de atualização ou instrução para os docentes afim de que estes sejam capazes de abordar o tema de maneira mais profunda;
- Promover debates no ambiente escolar como forma de trocar conhecimento sobre o assunto e incentivar a busca de informações pelos alunos sobre a temática;

- Realização de campanhas educativas com os alunos e funcionários, buscando demonstrar a importância da preservação dos recursos hídricos e os benefícios dessa economia;
- Sinalização nas escolas através de cartazes, adesivos e placas com alertas e informações para evitar o desperdício, as advertências podem ficar próximas aos aparelhos sanitários e bebedouros;
- Realização de atividades extracurriculares como visitas as estações de tratamento de água e esgoto, reservas ou parques naturais, entre outros;

Essas propostas, voltadas para mudança do comportamento a partir da Educação Ambiental que buscam estratégias de ação para reduzir o consumo de água, foram sugeridas devido à observação dos alunos nos questionários sobre a necessidade de se haver uma maior conscientização dos mesmos com relação aos seus hábitos no ambiente escolar.

4.2. Sugestões de mudanças estruturais

Para reduzir e racionalizar o consumo de água algumas medidas alternativas são utilizadas para um melhor aproveitamento da água, como por exemplo, o emprego de equipamentos economizadores de água.

Com objetivo de analisar a viabilidade da instalação dessas tecnologias nas escolas estudadas nessa pesquisa, apresentam-se aparelhos disponíveis no mercado e o custo médio unitário. A partir disso foi calculada a economia, de água e dinheiro, e o tempo de retorno que esse investimento pode gerar, observado na tabela 17.

Tabela 17 Proposta de substituição dos aparelhos sanitários por escola

Miguel Couto							
Equipamento	Quantidade	Preço por unidade	Investimento	Economia mensal estimada de água em metros cúbicos	Preço por metro cúbico de água*	Dinheiro economizado por mês	Tempo de recuperação do investimento em meses
Torneira com temporizador	11	\$79,00	\$869,00	9,07	\$10,35	\$93,90	9
Arejador	11	\$12,00	\$132,00	10,69	\$10,35	\$110,60	2
IFRJ							
Equipamento	Quantidade	Preço por unidade	Investimento	Economia mensal estimada de água em metros cúbicos	Preço por metro cúbico de água*	Dinheiro economizado por mês	Tempo de recuperação do investimento em meses
Bacia Sanitária Dual Flush	17	\$244,00	\$4.148,00	360	\$10,35	\$3.726,00	2
Arejador	31	\$12,00	\$372,00	26,55	\$10,35	\$274,77	1
Pedro II							
Equipamento	Quantidade	Preço por unidade	Investimento	Economia mensal estimada de água em metros cúbicos	Preço por metro cúbico de água*	Dinheiro economizado por mês	Tempo de recuperação do investimento em meses
Bacia Sanitária Dual Flush	31	\$244,00	\$7.564,00	130	\$10,35	\$1.345,50	7
Arejador	19	\$12,00	\$228,00	36	\$10,35	\$368,79	1
Bahense							
Arejador	6	\$12,00	\$72,00	36	\$9,08	\$323,54	1

*Tarifa disponível pela CEDAE

Fonte: Elaboração própria. (Os preços foram pesquisados no site da loja Leroy Merlin (RJ) no mês de maio de 2016).

Para calcular o valor do investimento foi multiplicada a quantidade de aparelhos sanitários a serem trocados em cada instituição pelo valor médio de mercado pesquisado. O valor do metro cúbico de água adotado utilizado foi o disponível pela CEDAE em sua estrutura tarifária vigente do ano de 2016, os preços foram adaptados de acordo com a região de abrangência. Para o cálculo do investimento não foi levado em conta à mão de obra necessária para a realização dessas mudanças, uma vez que o preço pode variar de acordo com a localização das escolas, a quantidade e também o tempo necessário para realizar tais mudanças.

As economias mensais estimadas em metros cúbicos foram calculadas da seguinte forma: substituíram-se os volumes despejados dos equipamentos existentes em cada escola pelos volumes despejados dos equipamentos economizadores nos cálculos de consumo médio mensal por aluno, gerando assim uma nova média mensal de consumo. Multiplicou-se a nova média, de

consumo médio mensal por aluno, pelo número total de alunos, obtendo-se assim um consumo mensal corrigido. Então, este consumo mensal corrigido foi subtraído do consumo mensal verificado, o que gerou o resultado de economia. Este procedimento foi feito para todos os equipamentos que deveriam ser substituídos por novos, exceto os arejadores, que, por informações dos fabricantes, foi adotada uma redução de vazão de 50%.

Para se chegar ao tempo de recuperação do investimento foi multiplicada a economia mensal, gerada por cada dispositivo, pelo preço por metro cúbico de água, informado pela CEDAE. Após isto foi dividido o valor do investimento pelo valor de economia mensal, obtendo assim o tempo, em meses, do retorno do investimento. Os prazos para o retorno do investimento foram arredondados para cima, para que o valor em meses fosse expresso em números inteiros, por exemplo: se o tempo de retorno é de 45 dias, o tempo de retorno em meses descrito na tabela será de 2 meses.

Todas as economias foram calculadas a partir dos dados de consumo mensal estimado por aluno em cada uma das escolas. Com exceção dos arejadores adotado uma média de 50% de economia, dados informados pelos fabricantes dos produtos.

Para o Colégio Miguel Couto sugere-se apenas a substituição de torneiras ou a instalação de arejadores nas torneiras já existentes, devido os outros aparelhos já possuírem dispositivos economizadores de água nas bacias sanitárias. Dentre as opções apresentadas a que apresenta um maior custo benefício é a instalação de arejadores, uma vez que o tempo de retorno do investimento é menor e a economia gerada é de até 50%.

No IFRJ e no Colégio Pedro II o investimento na substituição das bacias sanitárias atuais por outras de menor consumo é primordial para a redução dos volumes consumidos. A economia gerada pela substituição desse aparelho no Colégio Pedro II foi estimada somente para os alunos do ensino médio, composto por um total de 608 estudantes, no entanto quando se considera o número total de 1225 alunos existentes na instituição, o retorno financeiro ocorre em cerca de 7 meses.

No Colégio Bahiense somente foi sugerido que a instalação de arejadores nas torneiras, tendo em vista obras recentes realizadas de infraestrutura e uso de dispositivos economizadores de água, sobretudo nos banheiros.

CONCLUSÃO

O presente trabalho conseguiu atingir os objetivos relacionados ao cálculo do consumo médio de água para cada aparelho sanitário de acordo com as características de infraestrutura e o comportamento dos alunos de cada escola. Esta análise foi realizada através de visitas as escolas, para identificar os pontos de consumo de água, verificar a presença de vazamentos, mensuração direta da vazão dos aparelhos sanitários e aplicação dos questionários que buscavam entender o comportamento dos alunos com relação ao seu uso de água quando estão na escola e o conhecimento e preocupação dos alunos sobre a temática da crise hídrica.

Das quatro escolas estudadas duas possuem vasos sanitários convencionais, o IFRJ e colégio Pedro II, e duas possuem vasos sanitários com mecanismo dual flush, o colégio Miguel Couto e o colégio Bahiense. E em todas as escolas este aparelho sanitário foi o que apresentou o maior consumo diário e por hora de água, cujo menor consumo percentual foi no colégio Miguel Couto com 62,38% e o maior consumo foi no IFRJ com 78,37% do consumo total de água.

O segundo maior ponto de consumo de água em todas as escolas foram às torneiras, com o menor consumo estimado diário no IFRJ de 3,64 litros e o maior de 4,88 litros no colégio Pedro II. Quando a análise foi feita por hora o Miguel Couto apresentou o maior consumo de água com um valor médio estimado de 0,74 litros por hora por aluno. O terceiro aparelho que os alunos mais fazem uso da água é o bebedouro, onde o menor consumo médio é no colégio Miguel Couto de 0,76 litros por aluno e o maior consumo médio é no IFRJ de 1,98 litros por dia por aluno. Por fim, os chuveiros, que não apresentam um gasto significativo na maioria das escolas, com exceção do IFRJ. No colégio Bahiense e no colégio Pedro II os alunos fazem menos uso deste aparelho do que no IFRJ, enquanto o colégio Miguel Couto não faz uso do chuveiro por não ter este aparelho em suas instalações.

Quando comparados os resultados do consumo estimado pelo estudo com o consumo real, fornecido pelas contas de água, foi possível verificar que o

modelo de análise do consumo de água foi válido, tendo em vista que os consumos estimados estiveram dentro dos padrões de consumo reais das escolas, especialmente no Colégio Pedro II. Sendo assim espera-se que o modelo utilizado sirva como guia para outros estudos que pretendam avaliar o consumo de água em instituições.

Em todas as escolas, a maior parte dos alunos indicou que além da substituição de determinados aparelhos sanitários, o uso racional da água seria obtido através da conscientização de todas as pessoas envolvidas no seu consumo, desde os alunos até os funcionários e professores. Sendo assim foram sugeridas abordagens estratégicas para se desenvolver essa conscientização através da Educação ambiental, estratégias essas que tiveram subsídio da literatura, concluindo mais um objetivo específico.

Após verificação dos aparelhos sanitários e análise dos padrões de consumo foi feita uma proposta de substituição dos equipamentos consumidores de água por outros de maior economia, ajustada as necessidades específicas de cada escola, na qual foi demonstrado o valor dos equipamentos e as economias em volume de água dinheiro, trazidas por essa substituição. As duas escolas públicas demonstraram ter interesse em reduzir o consumo de água, porém a dificuldade em obter verba para as demais modificações é um empecilho nas instituições.

O trabalho concluiu que dois fatores são determinantes para o consumo de água, sendo o primeiro o comportamento do usuário e o segundo o grau de economia do aparelho, sendo ambos de igual importância no que tange o uso racional de água.

Por fim espera-se que este trabalho norteie ações voltadas para a proteção da água nas instituições participantes, como a troca de aparelhos sanitários com alto consumo de água, identificação e posterior conserto de vazamentos e sugestões de atividades de educação ambiental para haver um diálogo sobre os recursos naturais.

Referências

Agência Nacional de Águas, **Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**, 2005.

Água no Rio+20. Produzido pelo Departamento de Informação Pública das Nações Unidas, 2012. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/temas-agua/>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527: Dispõe informações sobre o reuso da água pluvial**. Rio de Janeiro, 2007.

Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional/ Agência Nacional de Águas; Engecorps/ Cobrape- Brasília: ANA: Engecorps/ Cobrape; 2010.

Bairros cariocas. Disponível em: http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairroscariocas/index_bairro.htm>

BARBETTA, P., **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**, Cap. 3, Ed. UFSC, 5ª Edição, 2002.

BARBOSA, J. **Análise do uso racional da água em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo: métodos, práticas e certificação ambiental**, 2013.

BARROS, F.; AMIN, M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**, G&DR , v. 4, n. 1, p. 75-108, jan-abr/2008, Taubaté, SP, Brasil, 2008.

Brasil. **Código de Águas: e legislação correlata**. – Brasília, 1934. Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2003. 234 p. – (Coleção ambiental ; v. 1)

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p. : il.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental, Lei n^o 9.795, de 27 de abril de 1999.

BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos/Ministério do Meio Ambiente – **Água: Manual de Uso**. Brasília – DF, 2006.

CEDAE. Disponível em: < <http://www.cedae.com.br/tarifas>>

CHAPAGAIN, A. K. ; HOEKSTRA, A.Y. **Water footprints of nations**. Países Baixos: UNESCO-IHE, 2004. (Value of water research report series, n. 16). Disponível em: < <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf>>.

CHAHIN, R. **Gestão da Demanda de Água Através de Convênios e Parcerias com o Governo do Estado de São Paulo e Prefeitura da Cidade de São Paulo – SABESP**, 2011.

CHENG, C. L.; LIAO, M. C. **Regional rainfall level zoning for rainwater harvesting systems in northern Taiwan**, Resources, Conservation and Recycling 53: 421–428, 2009.

COELHO, C.; CARDOSO, D.; FIRPO, M., **A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil**, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2015.

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em:< <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=145>>.

Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Ed. Especial. -- Brasília: ANA, 2012ç. Disponível em:< <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/Conjuntura2012.pdf>>

Consumo sustentável: manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p., 2005.

COSTA, G., **Metodologia da pesquisa aplicada a projetos**, Universidade Federal do Amazonas, 2011.

CRUZ, E. **A construção de uma gestão socioambiental através das diretrizes para adesão ao programa agenda ambiental da administração pública (A3P), no instituto federal de educação, ciência e tecnologia do rio de janeiro (IFRJ)**. Rio de Janeiro, 2014.

CUNHA, A. ET al., **O REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PAÍS**, 2011.

DANTAS,D. ; SALES, A. **Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água**, 2009.

DEVES, O. **Utilização da Água: Um Estudo do Potencial de Captação de Água das Chuvas e a Importância das Políticas Públicas e da Educação Ambiental**, 2008.

Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do estado do rio de janeiro- INEA, SEA, Governo do Estado do RJ, 2013. Disponível em:<

<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdyy/~edisp/inea0062134.pdf>>.

FAZOLA, G. B., GHISI. **Potencial de Economia de Água em duas Escolas em Florianópolis em Santa Catarina**. Ambiente Construído. Porto Alegre V. 11 n. 4 p. 65-78. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2011.

FEARNSIDE, P., **Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle**, 2006.

FERREIRA, A.; AOKI, Y. **Educação ambiental e a problemática do uso da água: conhecer para cuidar**, 2012.

FERREIRA, Aldo; CUNHA, Cynara. **Environmental sustainability of water resources in the city of Rio de Janeiro, Brazil**. Rev. Panam Salud Publica vol.18 n°2, Washington, 2005. Disponível em:<http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1020-49892005000700003&script=sci_arttext&tlng=es>. Acessado em: 01/04/2016
FISCHER, M., **Crise hídrica em publicações científicas: olhares da bioética ambiental**, 2016.

FURUMAI, H. **Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use**. Physics and Chemistry of the Earth 33: 340-346, 2008.

GAUDIANO, E.; ORTEGA, M. **LA EDUCACIÓN AMBIENTAL INSTITUCIONALIZADA: ACTOS FALLIDOS Y HORIZONTES DE POSIBILIDAD**, 2009.

GEO Brasil : recursos hídricos : resumo executivo. / Ministério do Meio Ambiente ; Agência Nacional de Águas ; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília : MMA; ANA, 2007.

GHISI, E. **Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil**, Building and Environment 41: 1544-1550, 2006.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em:<<<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>>. Acesso em : 22/03/2016.

GWENZI, W et al. **Water quality and public health risks associated with roof rainwater harvesting systems for potable supply: Review and perspectives**, 2015.

HAFNER, A., **Conservação e Reúso de Água em Edificações – experiências nacionais e internacionais**, Rio de Janeiro, 2007.

HAGEMANN, S. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**, 2009.

HEIJNEN, H. **A captação da água da chuva: aspectos da qualidade da água, saúde e higiene**, 2012.

HIGUCHI, M.; ALVES, H.; SACRAMENTO, L., **A arte no processo educativo de cuidado pessoal e ambiental**, Manaus, 2009.

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K.,. **Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern**. Water Resources Management, Estocolmo, n. 21, p. 1-14, out. 2006.

IBGE, **Atlas do Censo demográfico- Brasil e o mundo**, 2010.

IBGE, **Mapa clima do Brasil**, 2002. Disponível em:<http://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Atlas geográfico**, 6. ed. Rio de Janeiro , 2012.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Ministério do Meio Ambiente. **Conjuntos de normas legais: recursos hídricos**. 8º ed. Brasília, 2014. 684 p.

JAQUES, R. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**, 2005.

LANNA, A. **A economia dos recursos hídricos: os desafios da alocação eficiente de um recurso (cada vez mais) escasso**. Estudos Avançados vol. 22 nº 63, São Paulo, 2008.

LARANJEIRA, M. I. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente/ Saúde/ Secretaria de Educação Fundamental**. Vol. 9, Brasília, 1997.

LEFF, E. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade e Poder**. Petrópolis, Vozes, 2001.

LEITE,A. **Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos**, 2003.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental Transformadora. In: Layrargues, P. P. (Coord.) **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

MACHADO, M. **Uso Sustentável da Água: Atividades Experimentais para a Promoção e Educação Ambiental no Ensino Básico**, 2006.

MARENGO *et.al.*, **A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo**, 2015.

MARENGO, J., Água e mudanças climáticas, Estudos avançados.vol.22, no.63 São Paulo, 2008.

MARTINS, J., MEMELLI, M. **Balanço hídrico e indicadores de consumo de água potável e não potável em uma edificação dotada de sistema de reuso de águas cinza**, UFES, 2011.

Ministério do Meio Ambiente, **Ciclo Hidrológico**, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico#>> Acessado em: 26/02/2016.

Ministério do Meio Ambiente, **Consumo Sustentável- Manual da Educação**, Brasília, 2005.

NIMER, E. **Um modelo metodológico de classificação de climas**, IBGE. Disponível em: <<http://atlasescolar.ibge.gov.br/>>. Acessado em 03/02/2016.

NUNES, R. T.S., **Conservação da água em edifícios comerciais: Potencial de uso racional e reuso em shopping Center** - Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, L.; GONÇALVES, O. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios** -São Paulo, EPUSP, 1999.

OLIVEIRA, M. (Coord.), **Coletânea de melhores práticas de gestão do gasto público**, 3ª ed., Brasília, 2012.

PICCOLI, R. **Análise Físico-química da Qualidade das Águas Pluviais: Estudo de Caso - Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira , Rio Comprido – RJ**- Rio de Janeiro, UERJ, 2014.

PIMENTEL DA SILVA, L., **Hidrologia: Engenharia e Meio Ambiente**, 2015.

Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9795. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: Acesso em: 15 jan. 2012.

Portal Geo Rio. Disponível em:< <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairros Cariocas/>>

Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), Ministério das Cidades - Disponível em:<<http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/programa-nacional-combate-ao-desperdicio-agua-pncda>>. Acessado em: 30/03/2016.

Programa de pesquisas em saneamento básico. Rede Cooperativa de Pesquisas. **Tecnologias de Segregação e Tratamento de Esgotos Domésticos na Origem, Visando a Redução do Consumo de Água e da Infra-Estrutura de Coleta, Especialmente nas Periferias Urbanas**. Vitória: UFES, UFSC, UNICAMP, IPT, 2006.

REBOUÇAS, A., **Água no Brasil: Abundância, Desperdício e Escassez**. Bahia, Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

Resolução CNE/CP 2/2012. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de junho de 2012 – Seção 1 – p. 70

Ribeiro, C. S. **Pegada hídrica e água virtual: estudo de caso da manga no submédio do Vale do São Francisco, Brasil**. Dissertação Mestrado – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, 2014.

RIO DE JANEIRO, Lei 4.397, 17 de setembro de 2004, **Dispõe sobre a instalação de dispositivos e sistemas hidráulicos e elétricos visando ao controle e à redução do consumo de água e energia elétrica em suas instalações**, Rio de Janeiro, 2004.

RIO DE JANEIRO, Lei 7.463, 18 de outubro de 2016, **Regulamenta os procedimentos para armazenamento de águas pluviais e águas cinzas para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública e dá outras providências**, Rio de Janeiro, 2016.

SABESP. Disponível em: < <http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>.

Secretaria Municipal de Urbanismo. Disponível em: <<http://mapas.rio.rj.gov.br/>>
Acessado em: 09/03/2016.

SELBOURNE, L. **A ética do uso da água doce: um levantamento**, UNESCO, 2001.

SILVA, G.; TAMAKI, H.; GONÇALVES, M., **Implantação de programas de uso racional da água em campi universitários**, 2004.

SILVA, T.; CAMELLO, T.; ALMEIDA, J., **Impactos ambientais hidrológicos ocasionados pelo desflorestamento metropolitano: Petrópolis, RJ**, 2015.

SILVEIRA, A.P.G. et al., **Educação ambiental e consumo consciente de água**. Goiânia, Goiás, 2015.

SOS Mata Atlântica, **Atlas dos municípios da mata atlântica**, 2015. Disponível em:< <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2015/11/Atlas-munic%C3%ADpios-SOS-Rio-de-Janeiro-OK.pdf>>. Acessado em: 08/04/2016.

SOS Mata Atlântica, **Atlas dos Municípios da Mata Atlântica**, 2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**: para áreas urbanas e fins não-potáveis. São Paulo: Navegar, 2003.

TOZONI-REIS, M.F.C. **Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição**. Ciência & Educação, Bauru, v.8, n.1, p. 83-96, 2002.

TUCCI, C., **Águas urbanas**, Estudos avançados, vol.22 n°.63, São Paulo 2008.
TUCCI, C., **Hidrologia – ciência e aplicação**. Editora da Universidade, ABRH, Porto Alegre, 2000.

TUNDISI, J. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. *Cienc. Cult.* [online]., vol.55, n.4, pp. 31-33. ISSN 2317-6660, 2003.

UERJ. Disponível em: < http://www.uerj.br/ensino/ensino_fundamental.php>. Acessado em: 08/01/2016.

VELÁSQUEZ, V. **Educación Ambiental: Una Perspectiva no Formal**. España: Educativa 2000.

VERDUGO, V., **Determinantes psicológicos e situacionais do comportamento de conservação de água: um modelo estrutural**, 2003.

VIMEIRO, G., **Educação ambiental e emprego de equipamentos economizadores na redução de consumo de água em residências de famílias de baixa renda e uma escola de ensino fundamental**, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

VIMIEIRO, G. **Educação ambiental e emprego de equipamentos economizadores na redução do consumo de água em residências de famílias de baixa renda e em uma escola de ensino fundamental**, 2005.

WaterFootprint. Disponível em:< <http://waterfootprint.org/en/>>

WILLIS, R. *et.al.*, **Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption**, 2011.

YIN, R., **Case study research : design and methods**, 3rd ed. Thousand Oaks : Sage Publications, 2003.

YWASHIMA, L. *et.al.* **Método para avaliação da percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas**, São Paulo, 2006.

YWASHIMA, L., **Avaliação do uso da água em edifícios escolares públicos e análise da viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo**, 2005.

YWASHIMA, L.; ILHA, M. ; GRANJA, A. D.; **Avaliação econômica da instalação**

de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água: estudo de caso de escolas da rede pública de campinas, 2005.

ANEXOS

Anexo 1

Questionário – Alunos IFRJ/ CPII/ Bahiense

Por favor, caso não haja espaço, responda as respostas discursivas no verso da folha.

Nome:

Idade:

Turma:

- 1- Você sabe o que é crise hídrica? Sofre com algum problema de escassez no bairro onde mora?
- 2- Quantas horas você permanece na escola? _____.
- 3- Você costuma tomar banho na escola? () Não () Sim

Se sim, selecione a abertura da válvula do chuveiro:

() ½ volta; () 1 volta; () Abertura total.

Tempo de abertura: _____. Vezes utilizadas por dia/ semana: _____.

- 4- Na hora de lavar as mãos quantas vezes você pressiona a torneira?

() 1 vez; () 2 vezes; () 3 vezes () 4 ou mais vezes

Quantas vezes por dia você lava as mãos: _____.

5- Você escova os dentes na escola? Se sim, na hora de escovar os dentes, quantas vezes você pressiona a torneira? () Não escovo os dentes na escola.

Se sim, selecione a abertura da válvula da torneira:

() 1 vez; () 2 vezes; () 3 vezes () 4 ou mais vezes

Vezes utilizadas por dia: _____. Dias que escova os dentes na semana: _____.

- 5- Qual a média de vezes que você utiliza o vaso sanitário por dia? _____.

6- Qual a média de vezes que você utiliza o bebedouro? _____.

7- Se traz almoço para a escola, você lava sua louça? () Sim; () Não

Se sim, selecione a abertura da torneira: () $\frac{1}{2}$ volta; () 1 volta; () Abertura total; Tempo de abertura: _____; Vezes utilizadas por dia/ semana: _____.

8- Você consegue identificar outras fontes de consumo de água? Já observou algum tipo de vazamento? Qual?

9- Como você acha que pode haver um uso racional de água na sua escola?

Anexo 2Questionário – Alunos Miguel Couto

Por favor, caso não haja espaço, responda as respostas discursivas no verso da folha.

Nome:

Idade:

Turma:

- 1- Você sabe o que é crise hídrica? Sofre com algum problema de escassez no bairro onde mora?
- 2- Quantas horas você permanece na escola? _____.
- 3- Você costuma tomar banho na escola? () Não () Sim

Se sim, selecione a abertura da válvula do chuveiro:

() ½ volta; () 1 volta; () Abertura total.

Tempo de abertura: _____. Vezes utilizadas por dia/ semana: _____.

- 4- Na hora de lavar as mãos, qual a abertura da torneira?

() ½ volta; () 1 volta; () Abertura total.

Tempo de abertura: _____.

Quantas vezes por dia você lava as mãos: _____.

- 5- Você escova os dentes na escola? Se sim, na hora de escovar os dentes, qual a abertura da torneira?

() ½ volta; () 1 volta; () Abertura total.

() Não escovo os dentes na escola

Tempo de abertura: _____.

Vezes utilizadas por dia: _____. Dias que escova os dentes na semana:_____.

6- Qual a média de vezes que você utiliza o vaso sanitário por dia? _____.

7- Qual a média de vezes que você utiliza o bebedouro? _____.

8- Se traz almoço para a escola, você lava sua louça? ()Sim; ()Não

Se sim, selecione a abertura da torneira: () $\frac{1}{2}$ volta; ()1 volta; ()Abertura total; Tempo de abertura: _____; Vezes utilizadas por dia/ semana: _____.

9- Você consegue identificar outras fontes de consumo de água? Já observou algum tipo de vazamento? Qual?

10-Como você acha que pode haver um uso racional de água na sua escola?

Anexo 3**CARTA DE AUTORIZAÇÃO**

Eu, Bernardo Cabral Bessa, coordenador do Colégio Miguel Couto, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada: Avaliação do consumo de água em ambiente institucional: proposta de uso racional da água, sob responsabilidade do pesquisadora Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva, e orientação do Prof. Alfredo Akira Ohnuma Júnior, do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, da Faculdade de Engenharia, da UERJ, no colégio Miguel Couto, unidade Jacarepaguá.

Os questionários foram analisados pela coordenação da escola, dessa forma a autorização dos pais para a realização dessa pesquisa foi dispensada uma vez que não apresenta riscos aos alunos. Para isto, constam disponíveis ao pesquisador o uso do espaço físico da escola para realizar as entrevistas, documentos de análise e o auxílio dos funcionários para eventuais dúvidas da pesquisadora.

Rio de Janeiro, 21 de janeiro de 2017.

Bernardo Cabral Bessa

Bernardo Cabral Bessa, Coordenador do Colégio Miguel Couto.

Colégio e Curso Miguel Couto
Bernardo Bessa
Coordenador



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ
Direção de Extensão, Pesquisa e Inovação - DEPI

Rio de Janeiro, 26 de abril de 2017.

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins, que **ANA GABRIELA DOS SANTOS GARCIA DA SILVA, CPF 130.378.807-16**, foi autorizada a realizar um estudo de levantamento de dados no Instituto Federal do Rio de Janeiro, *campus* Rio de Janeiro, com parte dos requisitos da sua dissertação de Mestrado.

Sem mais, coloco-me à disposição para qualquer esclarecimento,

Respeitosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Clenilson da Silva Sousa Junior'.

Clenilson da Silva Sousa Junior
DIRETOR DE EXTENSÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
SIAPE 2606029

Clenilson da Silva Sousa Junior
Diretor de Extensão, Pesquisa
e Inovação
IFRJ - Campus Rio de Janeiro
SIAPE 2606029

CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Eu, Rosane de Freitas Pedro Campos, coordenadora do Colégio Bahiense, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada: Avaliação do consumo de água em ambiente institucional: proposta de uso racional da água, sob responsabilidade da pesquisadora Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva, e orientação do Prof. Alfredo Akira Ohnuma Júnior, do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, da Faculdade de Engenharia, da UERJ, no colégio Bahiense, unidade Vaz Lobo.

Os questionários foram analisados pela coordenação da escola, dessa forma a autorização dos pais para a realização dessa pesquisa foi dispensada uma vez que não apresenta riscos aos alunos. Para isto, consta disponíveis ao pesquisador o uso do espaço físico da escola para realizar as entrevistas, documentos de análise e o auxílio dos funcionários para eventuais dúvidas da pesquisadora.

Rio de Janeiro, 22 de março de 2017.

Rosane de Freitas Pedro Campos

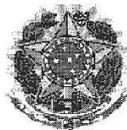
Rosane de Freitas Pedro Campos, Coordenadora do Colégio Bahiense.

00.634.192/0001-98

COLÉGIO PRISMA VAZ LOBO LTDA.

Av. Ministro Edgard Romero, 870
Vaz Lobo - CEP: 21361-140

Rio de Janeiro - RJ



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

Processo nº 23040.005774/2016-21

PARECER

Comunico, para os devidos fins, que a pesquisa **Avaliação do consumo de água em ambientes institucionais: proposta de uso nacional da água** a ser elaborada por Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, sob a orientação do professor Alfredo Akina Ohnuma Júnior conta com a aprovação da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura para sua realização no Colégio Pedro II.

O projeto será desenvolvido junto aos alunos do Ensino Médio do *campus* Humaitá II do Colégio Pedro II, e tem o objetivo de avaliar o consumo de água de forma desagregada em escolas, para propor medidas que visem otimizar o uso dos recursos hídricos. Para isso, a mestranda realizará uma pesquisa de caráter exploratório e descritivo, a partir da aplicação de questionários aos alunos da referida modalidade de ensino. A partir deste método, a pesquisadora tem o intuito de detectar pontos de vazamento, bem como captar a visão dos estudantes sobre o assunto.

A pesquisadora se compromete a solicitar aos responsáveis pelos discentes a autorização necessária para uso de informações obtidas dos alunos, por meio do preenchimento do Termo de Autorização do uso do depoimento. Além disso, a pesquisadora se compromete a preservar a identidade dos mesmos e da Instituição na redação de seu trabalho e em materiais futuros que vier a publicar ou apresentar, seguindo os princípios éticos de pesquisa.

O pesquisador, conforme o Termo de Compromisso assinado no requerimento, deverá dar ciência a esta Pró-Reitoria da conclusão de seu trabalho, bem como fazer a entrega de 2 (duas) cópias do material conclusivo (dissertação) referentes à pesquisa realizada no Colégio Pedro II e, caso esta julgue necessário, divulgar os resultados em evento a ser agendado pela PROPGPEC.

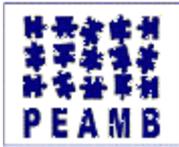
Rio de Janeiro, 23 de março de 2017.


 JORGE FERNANDO SILVA DE ARAUJO
 Diretor de Pesquisa
 Matr. SIAPE N.º 1585939
 Colégio Pedro II



Fundado em 2 de dezembro de 1837

Anexo 4



Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente
Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa de Avaliação do consumo de água e proposta de instalação de dispositivos economizadores em ambiente institucional, desenvolvida por Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva, mestranda em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, sob orientação do Professor Dr. Alfredo Akira Ohnuma Júnior.

O objetivo principal do trabalho é: avaliar o consumo de água de forma desagregada no Instituto.

Sua participação é voluntária e se dará por meio de questionários com poucas perguntas que vão auxiliar no entendimento de como a água é utilizada no Instituto por usuário. Não há riscos decorrentes de sua participação na pesquisa. Se você aceitar participar, estará contribuindo para avaliar o consumo de água e estabelecer um uso racional no Instituto que trará uma economia nos gastos com consumo de água, além de evitar desperdícios deste recurso.

Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com:

Ana Gabriela dos Santos Garcia da Silva

Alfredo Akira Ohnuma Júnior

Tel.: (21) 99776-9853

Tel.: (21) 99591-7373

Email: gabrielagarcia221@gmail.com

Email: ik.lahac@gmail.com

Endereço: Rua São Francisco Xavier, nº 524 – Maracanã – Rio de Janeiro RJ.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2334-2180.

Eu, _____, fui informado sobre o objetivo da pesquisadora e a importância da minha colaboração, e compreendi o que foi explicado. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou receber nenhuma remuneração, nem vou ter nenhuma despesa e que posso deixar de participar quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via com cada um de nós.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Muito obrigada pela sua participação nesta pesquisa.