



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

KAYC ARAUJO TRINDADE

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO
POTÁVEIS EM UNIDADE DE ENSINO PÚBLICO FEDERAL
NO MUNICÍPIO DE LAGARTO/SE**

SÃO CRISTÓVÃO - SE

2021

KAYC ARAUJO TRINDADE

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO
POTÁVEIS EM UNIDADE DE ENSINO PÚBLICO FEDERAL NO
MUNICÍPIO DE LAGARTO/SE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa

Coorientadora: Prof.^a Dra. Neuma Rubia Figueiredo Santana

SÃO CRISTÓVÃO / SE

2021

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

T833a Trindade, Kayc Araujo
Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em
unidade de ensino público federal no município de Lagarto/SE /
Kayc Araujo Trindade ; orientador Inajá Francisco de Sousa. –
São Cristóvão, SE, 2021.
125 f. : il.

Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade
Federal de Sergipe, 2021.

1. Recursos hídricos. 2. Águas pluviais – Lagarto (SE). 3. Água
– captação. 4. Métodos de simulação. 5. Arduino (Controlador
programável). I. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Sergipe. II. Sousa, Inajá Francisco de, orient. III.
Título.

CDU 556.18:004.9426(813.7)

KAYC ARAUJO TRINDADE

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM
UNIDADE DE ENSINO PÚBLICO FEDERAL NO MUNICÍPIO DE LAGARTO/SE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Recursos Hídricos como um dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Recursos Hídricos

APROVADA: 11 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa

Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos

Prof. Dr. Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas

Universidade Federal de Sergipe



Prof. Dr. Waldson Marcelo dos Santos Silva

Multi Engenharia

SÃO CRISTÓVÃO / SE

2021

Dedico este trabalho a todos aqueles que sofreram com a pandemia COVID-19, que tenham fé e acredite na ciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir estar nesse estágio de vida e peço-lhe que me dê discernimento para fazer bom uso do meu privilégio.

Agradeço a minha família pelo amor e pelo abrigo de sempre, meus pais, minhas irmãs e sobrinhos.

Agradeço a minha namorada Kelly por ser meu porto seguro e meu refúgio, a você todo amor que houver nessa vida.

Aos meus professores sou grato por tanta compreensão e por tantos ensinamentos, em especial ao meu orientador, Professor Dr. Inajá e minha Coorientadora Prof^a Dr^a Neuma.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo modelar o aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis do Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto, no município de Lagarto/SE. Para isso, foi dividido em três capítulos, onde o primeiro abordou a percepção dos usuário sobre o uso da água da chuva, o segundo realizou estimativa dos usos finais de água e o terceiro dimensionou o sistema com o auxílio do programa Netuno. A percepção dos usuários foi realizada a partir da aplicação de questionários, onde foi identificado que 86,67% dos usuários já conheciam o tema. Além disso, quase 95% dos entrevistados se sentem confortável em realizar pelo menos uma atividade que não requer água potável. Índice crescente conforme grau de escolaridade e renda. Dessa forma, conclui-se que o sistema de água da chuva para atividades de fins não potáveis é aceito pela comunidade do objeto de estudo. Os usos finais do prédio foi estimado através da instalação de sensores de fluxo nas saídas de água dos aparelhos hidráulicos, acopladas a plataforma de desenvolvimento de projetos eletrônicos por meio do microcontrolador Arduino Uno. Foi considerado o consumo dos vasos sanitários, mictórios e torneira de jardim como substituíveis pela água pluvial, assim, o monitoramento no local, respaldado por trabalhos científicos existentes, definiu que o consumo dos aparelhos supracitados equivalem a 45% do consumo total do prédio. Por fim, o sistema que prever captação, condução, armazenamento e condução da água da chuva foi dimensionado a partir do modelo comportamental Netuno, foi necessário coletar e analisar os seguintes dados: Precipitação, obtido através dos órgãos governamentais; área de captação, obtida pelo aferição do projeto arquitetônico; demanda total, coletada através da concessionária local; aceitabilidade dos usuários (questionários) e qualidade da água, coletada e analisada por laboratório especializado; e o percentual substituível por água pluvial, obtida pelo Arduino. Após simulação de diversos cenários foi definido que o volume ideal do reservatório para o estudo de caso é de 107 mil litros, com potencial de economia de água de 33,33% e tempo de retorno de 5 anos e 10 meses, se tornando viável para implantação no IFS-Campus Lagarto.

Palavras chave: Coleta de água pluvial. Economia de água potável. Arduino. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The present work aimed to model the use of rainwater for non-potable purposes at the Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto, in the city of Lagarto/SE. For this, it was divided into three chapters, where the first addressed the users' perception about the use of rainwater, the second estimated the final uses of water and the third dimensioned the system with the help of the Neptune program. The users' perception was carried out from the application of questionnaires, where it was identified that 86.67% of the users already knew the topic. In addition, nearly 95% of respondents feel comfortable doing at least one activity that does not require drinking water. Increasing index according to level of education and income. Thus, it is concluded that the rainwater system for non-potable activities is accepted by the community of the object of study. The final uses of the building were estimated through the installation of flow sensors in the water outlets of the hydraulic devices, coupled to the electronic project development platform through the Arduino Uno microcontroller. The consumption of toilets, urinals and garden faucets was considered as replaceable by rainwater, thus, on-site monitoring, supported by existing scientific works, defined that the consumption of the aforementioned appliances is equivalent to 45% of the total consumption of the building. Finally, the system that predicts capture, conduction, storage and conduction of rainwater was dimensioned from the Neptune behavioral model, it was necessary to collect and analyze the following data: Precipitation, obtained through government agencies; catchment area, obtained by gauging the architectural project; total demand, collected through the local concessionaire; user acceptability (questionnaires) and water quality, collected and analyzed by a specialized laboratory; and the percentage replaceable by rainwater, obtained by Arduino. After simulating several scenarios, it was defined that the ideal volume of the reservoir for the case study is 107 thousand liters, with a water saving potential of 33.33% and a payback time of 5 years and 10 months, making it viable for implementation at IFS-Campus Lagarto.

Keywords: Rainwater harvesting. Saving drinking water. Arduino. Water resources.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Isoietas anuais no país, entre 1961 e 1990.....	17
Figura 02 - Uso final de água potável e não potável em diferentes tipos de construções no Brasil.....	25
Figura 03 - Modelo típico de transferência de massa no aproveitamento de água.....	26
Figura 04 - Fluxograma de funcionamento do modelo Netuno	29
Figura 05 - Localização da área de estudo	35
Figura 06 - Foto aérea do IFS – Campus Lagarto	37
Figura 07 - Estratificação da amostra	40
Figura 08 - Gráfico sobre índice de conhecimento do tema para cada subgrupo.....	45
Figura 09 - Gráfico sobre aceitabilidade das atividades fins para os tipos de vínculo.....	50
Figura 10 - Gráfico sobre aceitabilidade das atividades fins para as faixas etárias	51
Figura 11 - Gráfico sobre aceitabilidade das atividades fins para os níveis de escolaridade ..	52
Figura 12 - Gráfico sobre opinião dos entrevistados quanto a contribuição do aproveitamento da água da chuva.....	54
Figura 13 - Localização da área de estudo	61
Figura 14 - Foto aérea do IFS – Campus Lagarto	63
Figura 15 - Equipamentos utilizados para aferir o consumo de água.....	64
Figura 16 - Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do software da placa Arduino..	65
Figura 17 - Consumo dos aparelhos hidráulicos no IFS – Campus Lagarto	71
Figura 18 - Localização da área de estudo	78
Figura 19 - Foto aérea do IFS – Campus Lagarto	80
Figura 20 - Implantação do IFS – Campus Lagarto	81
Figura 21 - Equipamentos utilizados para aferir o consumo de água.....	83
Figura 22 - Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do software da placa Arduino..	84
Figura 23 - Coleta de água.....	85
Figura 24 - Cenários para definição do volume ideal do reservatório a partir das áreas de captação	86
Figura 25 - Interface do programa Netuno 4 – Simulação 1	88
Figura 26 - Precipitação média mensal da cidade de Lagarto/SE	91
Figura 27 - Precipitação média decenal da cidade de Lagarto/SE	93
Figura 28 - Histórico de consumo de água do IFS-Campus Lagarto	94

Figura 29 - Consumo dos aparelhos hidráulicos no IFS – Campus Lagarto	95
Figura 30 - Aceitabilidade dos usuários quanto a atividade fim da água pluvial.....	97
Figura 31 - Gráfico de potencial de economia de água potável para cada volume de reservatório	102
Figura 32 - Gráfico do percentual de atendimento ao sistema do cenário 7	103
Figura 33 - Locação do reservatório de água pluvial	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Distribuição da disponibilidade hídrica e população do Brasil Isoietas anuais no país, entre 1961 e 1990	18
Tabela 02 – Indicadores de água e esgoto no Brasil.....	20
Tabela 03 - Parâmetros de potabilidade de água da chuva.....	23
Tabela 04 - Estratificação da amostra.....	40
Tabela 05 - Faixa etária dos participantes	43
Tabela 06 - Nível de escolaridade dos participantes	43
Tabela 07 - Respostas sobre o conhecimento na perspectiva etária e nível de escolaridade...	46
Tabela 08 - Relação faixa etária e nível de escolaridade.....	46
Tabela 09 - Resultado das respostas a “Na sua opinião, a água da chuva captada através do telhado da edificação é de boa qualidade?”	49
Tabela 10 - Resultado das respostas a “Qual a contribuição que a utilização da água da chuva pode trazer para o local?”	55
Tabela 11 - Determinação dos Fatores de Calibração dos sensores	68
Tabela 12 - Teste de precisão dos sensores	68
Tabela 13 - Volume de água aferido pelos sensores	69
Tabela 14 – Estimativa do uso final de água dos aparelhos hidráulicos do IFS - Lagarto.....	70
Tabela 15 - Consumo médio de água no IFS - Campus Lagarto.....	87
Tabela 16 - Volume médio de água de chuva anual captável por bloco	93
Tabela 17 - Análise da água da chuva	98
Tabela 18 - Resultados das simulações dos cenário definidos para definição do volume ideal do reservatório	100
Tabela 19 - Diferença de potenciais para volume máximo de reservatório	101
Tabela 20 - Comportamento anual do sistema para o cenário 7.....	104
Tabela 21 - Análise de economia de água e custo das tarifas.....	106

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 GERAL.....	15
2.1.1 Específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	16
3.2 ÁGUA PLUVIAL COMO FONTE ALTERNATIVA DE ABASTECIMENTO	20
3.3 MODELOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS	25
PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS LAGARTO SOBRE O USO DA ÁGUA DE CHUVA PARA ATIVIDADES DE FINS POTÁVEIS E NÃO POTÁVEIS.....	32
1 INTRODUÇÃO	32
2 MATERIAL E MÉTODOS	34
2.1 ÁREA DE ESTUDO	34
2.2 OBJETO DE ESTUDO	36
2.3 COLETA DE DADOS	37
2.4 ANÁLISE DE DADOS	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.1 PERFIL ETÁRIO E ESCOLARIDADE	42
3.2 NÍVEL DE CONHECIMENTO SOBRE O TEMA.....	45
3.3 PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA E SUAS ATIVIDADES FINS	48
3.4 PERCEPÇÃO SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA ÁGUA DA CHUVA.....	54
4 CONCLUSÃO.....	57
ESTIMATIVA DOS USOS FINAIS DE ÁGUA DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS LAGARTO	58
1 INTRODUÇÃO.....	58
2 MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 ÁREA DE ESTUDO	60
2.2 OBJETO DE ESTUDO	62
2.3 COLETA DE DADOS	63
2.4 ANÁLISE DE DADOS	67

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
3.1 CALIBRAÇÃO DOS SENSORES E AFERIÇÃO DOS VOLUMES DE ÁGUA	68
3.2 ESTIMATIVA DOS USOS FINAIS.....	70
4 CONCLUSÃO.....	74
SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS ATRAVÉS DO MODELO NETUNO NO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS LAGARTO	75
1 INTRODUÇÃO.....	75
2 MATERIAL E MÉTODOS	77
2.1 ÁREA DE ESTUDO	77
2.2 OBJETO DE ESTUDO	79
2.3 COLETA DE DADOS	80
2.4 ANÁLISE DE DADOS	89
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	91
3.1 PRECIPITAÇÃO E ÁREA DE CAPTAÇÃO	91
3.2 DEMANDA DE ÁGUA TOTAL E POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL.....	94
3.3 VOLUME IDEAL DO RESERVATÓRIO.....	99
4 CONCLUSÃO.....	108
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A - TCLE	120
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO	121
APÊNDICE C – AUTORIZAÇÃO DE USO DE ESPAÇO FÍSICO	123
ANEXO A – ANÁLISE DA ÁGUA PELO ITPS.....	124

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos principais recursos naturais para a sobrevivência dos seres vivos. Sua utilização propicia acesso ao consumo humano, a obtenção e produção de alimentos, a dessedentação de animais e a geração de energia, além de ser utilizada como meio de navegação.

Considerando a problemática de escassez e má qualidade que envolve a água, órgãos governamentais, pesquisadores e instituições de tecnologia estudam maneiras de preservar os recursos hídricos. O desenvolvimento de medidas alternativas para minimizar o consumo de água, combatendo as constantes interrupções no abastecimento e o alto custo das tarifas pode ser feito através do aproveitamento da água da chuva, tornando-se potencial solução para auxiliar nas lacunas existentes entre demanda e oferta de água (IWA, 2019).

O crescimento populacional e da demanda de produção de alimento, tem ocasionado consequências como o uso desordenado dos recursos hídricos e o aumento de dejetos lançados nos mananciais de água doce. Esses fatores contribuem para a poluição e conseqüentemente a escassez de fontes de água potável. Além do desprovisionamento de água com qualidade aceitável, a degradação da água gera riscos à saúde humana, através de transmissão de doenças.

A principal fonte de abastecimento mundial são as águas superficiais, que por sua vez, corresponde a apenas 0,26% do total de água doce no planeta (SHIKLOMANOV; RODDA, 2003). Esse dado maximiza a relevância da preservação dos lagos e rios e ratifica a necessidade de atitudes sustentáveis pelas civilizações.

Muitos países já estão passando por situações generalizadas de escassez hídrica, e provavelmente terão de lidar com uma menor disponibilidade de águas superficiais a partir de 2050 (UNESCO, 2018), onde prevê-se crescimento da demanda global entre 20 a 33% (BUREK *et al.* 2016).

O Brasil é um país abundante em água doce, caracterizado por grandes aquíferos e bacias hidrográfica, porém a maior parte de sua disponibilidade é concentrada na região norte, onde também é caracterizado por maior ocorrência de precipitações (BRASIL, 2018). Já a região semiárida nordestina sofre historicamente por períodos de estiagem que acarretam redução dos níveis dos reservatórios e até a interrupção do abastecimento, situação agravada pelas mudanças climáticas e ações antrópicas que influenciam diretamente na qualidade dos recursos hídricos.

A Organização das Nações Unidas (ONU), incluiu o aproveitamento, a reciclagem ou reuso da água, entre os objetivos da “Agenda 2030”, que é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade a partir de 17 objetivos que podem transformar o mundo.

Devido as mudanças climáticas e a ocorrência de alertas é notável o crescimento de uma onda de ambientalismo que leva ao desenvolvimento sustentável, onde o foco está nas fontes renováveis de captação de água (YAZAR; ALI, 2016).

Desde 2009 nota-se crescimento de obras internacionais sobre a utilização de água da chuva, onde saiu de menos de 60 publicações por ano para mais de 110 publicações anuais, esses trabalhos são utilizados tanto no intuito de mitigar problemas de extrema seca como também para proporcionar economia financeira e reduzir o impacto ambiental (TESTON et al., 2018).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Modelar o aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em unidade de ensino público federal no município de Lagarto/SE.

2.1.1 Específicos

- 1) Analisar a percepção dos usuários do Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto sobre o uso da água de chuva para atividades de fins potáveis e não potáveis;
- 2) Estimar os usos finais de água do Instituto federal de Sergipe – Campus Lagarto;
- 3) Dimensionar sistema de aproveitamento de água da chuva através do modelo Netuno.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água disponível em todo planeta é em sua maior parte salgada. Conforme Shiklomanov e Rodda (2003) a água doce em todos os seus estados corresponde a apenas 2,53 %, sendo destes, 68,7% presente nas calotas polares, 29,9% localizadas em aquíferos subterrâneos e apenas 0,26% do total de água doce na Terra são concentradas em lagos, reservatórios e sistemas fluviais.

Claramente pode-se observar que a disponibilidade de água para consumo humano está longe de ser abundante, considerando que a maior parte dos recursos utilizados são provenientes de águas superficiais e que a água excessivamente contaminada não pode mais ser aproveitada como recurso hídrico, o que ratifica a necessidade de uso dos recursos hídricos de maneira sustentável (HAFNER, 2007; KOBAYAMA *et al.*, 2008).

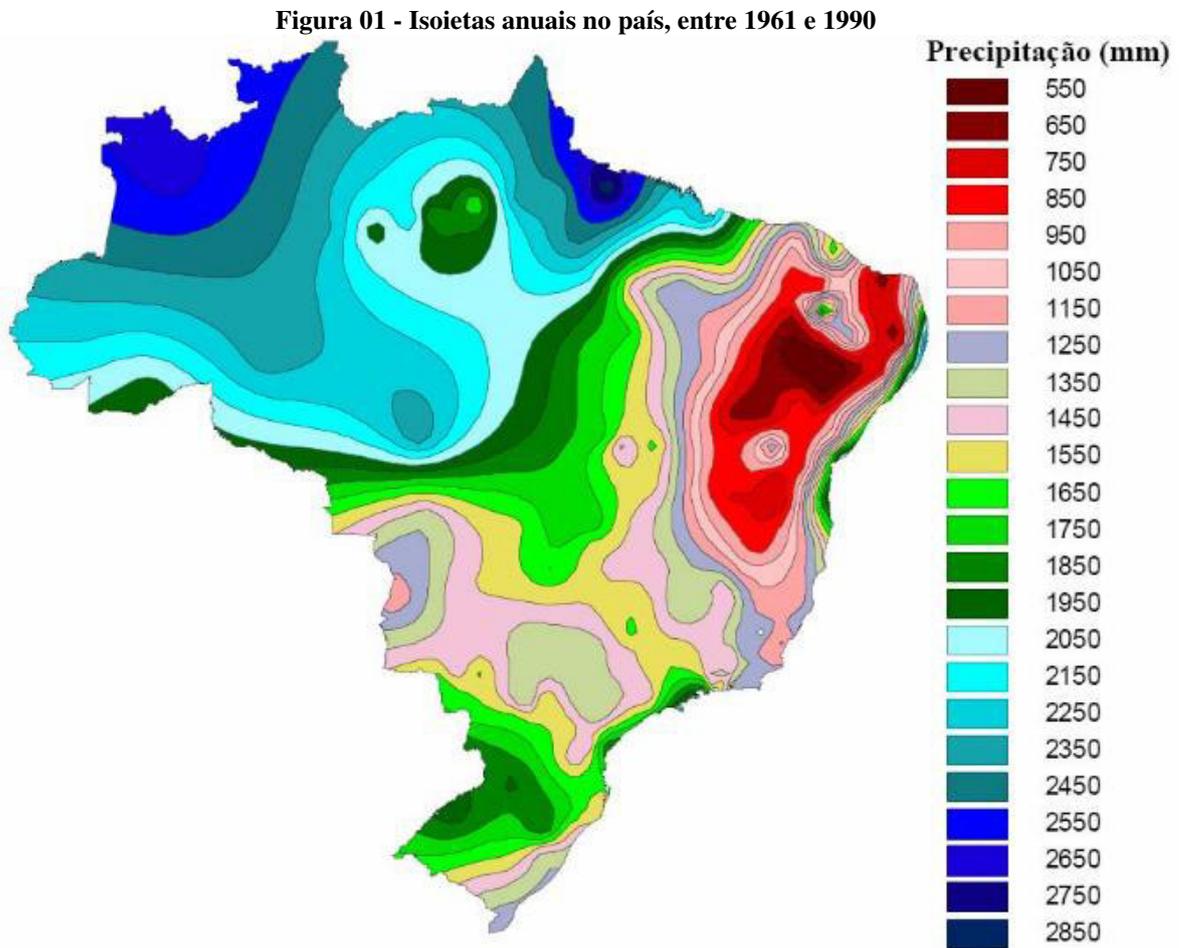
Esta pequena porção de água restante é a que serve para suprir as necessidades da população, os usos produtivos e a manutenção dos ecossistemas. Além disso, a distribuição da água doce no mundo não é uniforme, tanto em tempo como no espaço (UNESCO, 2020).

A FAO (Food and Agriculture Organization) através do O AQUASTAT - Sistema Global de Informação sobre Água e Agricultura afirma que o uso da água tem aumentado em todo mundo aproximadamente 1% por ano desde a década de 1980. Já Burek *et al.* (2016) preveem aumento da demanda global entre 2010 e 2050, considerando cenários de ações sustentáveis, moderadamente sustentáveis e não sustentáveis, onde a demanda global pode crescer de 20 a 33%. Nesse contexto, a conservação e a eficiência da água ganham significância, envolvendo tanto o uso controlado e eficiente dos recursos hídricos, quanto as medidas para a reutilização de águas (COUTO *et al.*, 2015).

O Brasil, em termos globais, é caracterizado por grande disponibilidade de água doce, cerca de 260 mil m³ s⁻¹ de água escoam pelo território brasileiro. Apesar da abundância, a maior parte (cerca de 80%) encontra-se na região Amazônica, onde vive a menor parte da população e a demanda de água é menor (BRASIL, 2018).

Para Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001) as dimensões do país e a variabilidade climática anual e sazonal no território brasileiro é significativa. Essa variabilidade é o fator condicionante da disponibilidade hídrica. O Caderno de Recursos Hídricos da Agência Nacional das Águas (ANA), em publicação sobre disponibilidade e demandas de recursos

hídricos, divulgou isoietas anuais no país entre 1960 e 1990 (Figura 01), onde pode perceber a estreita relação entre regime de precipitações e regime fluvial.



Fonte: Caderno de Recursos Hídricos (BRASIL, 2007)

Observando a disponibilidade hídrica maior em regiões com baixa densidade demográfica e menor nos centros urbanos, constata uma disparidade na relação demanda e oferta, essa dessemelhança é observada na Tabela 01. A situação é agravada no Nordeste, por ter a maior variabilidade sazonal e no Sudeste, devido a fenômenos naturais e má gestão dos recursos hídricos. Com isso, a escolha da sociedade humana para as políticas de hoje moldará suas futuras condições socioeconômicas e climáticas (BUREK *et al.*, 2016).

A região nordeste tem a menor disponibilidade hídrica do país e em contrapartida concentra a segunda maior população, o que acentua sua situação de stress hídrico, principalmente na região semiárida, que corresponde a 60% da área total da região (SILVA; PEREIRA; ALMEIDA, 2012). Altas taxas de evapotranspiração e baixos índices de precipitação são peculiares do território nordestino (SILVA *et al.*, 2010). A precipitação média

anual varia de 1800 mm a 400 mm entre costa leste e centro do semiárido. Temperatura do ar entre 16,8 a 33,8 °C e evaporação em torno de 10 mm d⁻¹ (SILVA *et al.*, 2006).

Tabela 01 - Distribuição da disponibilidade hídrica e população do Brasil Isoietas anuais no país, entre 1961 e 1990

Região	Vazão (Km ³ /ano)	Porcentagem disponível (%)	Porcentagem da população (%)
Norte	3.845,80	68,50	8,60
Nordeste	186,20	3,30	27,60
Sudeste	334,20	6,00	41,90
Sul	365,40	6,50	14,28
Centro-Oeste	878,70	15,70	6,62
Total	5.610,00	100,00	100,00

Fonte: Adaptado de: THOMAZ (2011); IBGE (2016).

Silva, Pereira e Almeida (2012) realizaram estudo de variabilidade da precipitação na região nordeste que apresentam o número de dias com chuva para cada estado, dessa forma é possível identificar os períodos críticos de seca, que interferem no volume de armazenamento de água da chuva. Considerando as particularidades de cada estado, o Maranhão apresentou maior dia de chuvas no período chuvoso, 16 dias, enquanto Pernambuco e Bahia apresentaram 07 dias de chuvas para o mesmo período.

Na estação de estiagem, os valores variaram em 05 dias no Rio Grande do Norte e 01 dia para Piauí e Ceará. O estado de Sergipe apresentou nesse estudo o maior valor da chuva anual, com média de 109 dias da chuva por ano, concentrados no período de abril (11 dias) a agosto (13 dias), os meses com menores dias da chuva são janeiro, novembro e dezembro.

O volume precipitado e sua distribuição no tempo são fundamentais para um dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva, volumes menores para o reservatório de água pluvial suprir as necessidades da edificação está diretamente relacionado com chuvas bem distribuídas e regulares durante o ano (WAWERU, 1999; ROCHA, 2009), tornando o processo mais eficiente e menos oneroso.

O panorama de estresse do regime fluvial, além da estreita relação com o regime pluvial há também a influência da degradação por meio da ação antrópica, seja pelas atividades consuntivas do setor industrial, doméstico e agrícola, que diminuem o volume disponível nos mananciais, como também pelas atividades não consuntivas, seja lançando efluentes, fertilizantes ou resíduos sólidos.

De acordo com a FAO (2016), a agricultura é a maior consumidora de água, respondendo por 69% da retirada anual de água em todo o mundo. A indústria responde por 19%, e as residências particulares, por 12%. Porém em âmbito nacional, 54% são referentes a irrigação, 6% utilizados na criação de gado, 23% nos municípios e 17% nas indústrias. O uso da água no setor residencial depende, entre outros aspectos, dos costumes culturais, do desenvolvimento econômico e da disponibilidade de água (OCAÑA *et al.*, 2018).

O abastecimento humano apresenta uma retirada de água abaixo da irrigação, mas Tucci, Hespanhol e Netto (2001) realçam que esse consumo está limitado pela desqualificação das águas superficiais e subterrâneas e pela concentração da demanda em áreas urbanas. O uso de fontes alternativas de abastecimento, como o aproveitamento de águas pluviais e/ou residuais, além de programas que incentivam o uso racional surgem indispensavelmente no combate ao estresse hídrico.

A quarta edição do Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre o Desenvolvimento da Água – Gerenciando a Água sob Incertezas e Riscos, publicado em 2012, enfatiza o benefício que um planejamento urbano a partir da otimização de água doce, águas residuais e águas pluviais nas zonas urbanas, com o objetivo de melhorias nos aspectos ambientais, econômicos, técnicos, políticos e sociais.

Embora haja o entendimento de que uma gestão hídrica que preserve o meio ambiente depende do bom funcionamento dos serviços que englobam o saneamento básico, o panorama atual apresenta-se em situação deficitária. Moura (2013) enfatiza que a drenagem urbana é um determinante do grau de poluição da cidade em eventos de enxurradas, pois carregam com elas resíduos sólidos e efluentes não coletados.

De acordo com relatório publicado em 2014 sobre a Análise e Avaliação Global de Água e Saneamento: Água potável (GLASS) pela Organização Mundial da Saúde (OMS) 2,3 bilhões de pessoas ganharam acesso a água potável entre 1990 e 2012 e o número de mortalidade infantil devido às doenças diarreicas, associadas a falta de saneamento, diminuiu ao longo das últimas duas décadas, passando de 1,5 milhões de mortes em 1990 para pouco mais de 600 mil em 2012. Porém, ainda segundo a OMS (2014) há muito que fazer para a redução das desigualdades entre as populações. Cerca de 2,5 bilhões de pessoas não têm acesso ao saneamento adequado, um bilhão de pessoas defecam a céu aberto, 748 milhões não têm acesso a água com potabilidade adequada e 1,8 bilhões consome água infectada por fezes.

Segundo o Instituto Trata Brasil (2015) cerca de oito em cada dez pessoas sem acesso a água vivem em zona rural, e quase 50% não tem serviço de esgoto adequado, fato esse que pode

ser explicado pela necessidade de evacuar os dejetos das grandes cidades, não atrapalhando a vida da comunidade ali presente e a dificuldade de levar esses serviços para lugares longes e de pouca densidade demográfica, considerando os altos custos de investimento em saneamento e a falta de interesse dos entes públicos.

A partir do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2018, publicado pelo SNIS-Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, obteve-se dados sobre o panorama nacional nos sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto, conforme Tabela 02.

Tabela 02 – Indicadores de água e esgoto no Brasil

Região	Abastecimento de água (%)	Coleta de esgoto (%)	Tratamento do esgoto coletado (%)
Norte	57,05	25,90	83,36
Nordeste	74,21	39,68	83,55
Sudeste	91,03	68,69	67,52
Sul	90,19	46,80	95,00
Centro-Oeste	88,98	57,41	93,77
Total	83,62	58,06	74,48

Fonte: SNIS (2018)

Evidentemente, a devastação dos recursos hídricos é uma consequência desse déficit, pois a água consumida retorna ao meio ambiente como um efluente, contaminando os corpos hídricos e desequilibrando o ciclo hidrológico. Nas grandes cidades, um sistema de saneamento deficiente pode provocar uma situação caótica, justificando sua extrema importância devido a concentração de um enorme volume de efluentes e resíduos sólidos e sua baixa capacidade de absorvê-lo.

3.2 ÁGUA PLUVIAL COMO FONTE ALTERNATIVA DE ABASTECIMENTO

As fontes alternativas, não proveniente dos tradicionais mananciais, representam uma saída para problemática da água, entre elas está o aproveitamento de água da chuva. Através de sistemas de captação da água pluvial é possível reduzir o consumo de água potável, minimizar alagamentos e enchentes, diminuir problemas com falta de água e preservar o meio ambiente para evitar a escassez dos recursos hídricos. (MARINOSKI; GHISI, 2008).

Segundo Thomas (2009) existem registros da utilização de técnicas para armazenar a água a partir de precipitação desde a antiguidade, a exemplo da região da Mesopotâmia a 4500

a.C, fortaleza de Massada em Israel a 3000 a.C e registrada na pedra moabita (830 a.C), onde o rei Mesa diz que construiu uma cisterna, ambos localizados no oriente médio. Nas Américas, os incas, maias e astecas também utilizavam da água da chuva como fonte de abastecimento. Destacam-se também os registros na ilha de Creta, na Grécia (2000 a.C.) e em Roma onde foram encontrados grandes reservatórios que serviam para o abastecimento humano.

No Brasil, uma das instalações mais antigas foi construída na ilha de Fernando de Noronha, em 1943. (PRINCE, 1996; MAY, 2009; OWEIS *et al.*, 2012; THOMAZ, 2011).

Com os alertas sobre o futuro do planeta devido as mudanças climáticas a popularidade do tema vem, entre outros, atingindo o auge de uma nova onda de ambientalismo que busca o desenvolvimento sustentável, tendo como foco fontes renováveis de captação de água (YAZAR; ALI, 2016). Para Sharma *et. al* (2008) a coleta e armazenamento de água da chuva além de reduzir o consumo de água potável aplicado em grande escala, diminui significativamente os picos de águas pluviais.

Historicamente, o Oriente Médio, o norte da África e o oeste da Ásia, situados em climas áridos e semiáridos dependem de alternativas para geração de alimentos e consumo. Nessas regiões a utilização de aproveitamento de água é popular. Em Israel, a água da chuva é coletada e usada tanto para agricultura quanto para uso residencial, já em Istambul, Turquia, foi construído o maior tanque do mundo de água da chuva. Índia e Tailândia também se destacam em suas regiões (YAZAR; ALI, 2016; PRADHAN; SAHOO, 2019).

Nos últimos anos, o continente africano vem sendo reconhecido pelo uso em busca de inovação para uso residencial e na irrigação (PRADHAN; SAHOO, 2019). Em muitas partes do continente, a coleta de água da chuva é praticada como resultado de uma escassez de água econômica e não física, pois, como explicitado por Campisano *et al.*, (2017) há água adequada disponível para uso, mas falta de infraestrutura para armazená-la e distribuí-la. O uso integrado em pequenas comunidades é o nível de aplicação mais popular na África.

O Japão é um dos protagonistas no tocante ao uso de técnicas de armazenamento de água da chuva em diversos tipos de construção. Destaca-se a utilização em universidades públicas e escolas. Sua aplicabilidade em diversos setores apontam a importância do uso de tecnologias para obtenções de dados, tendo em vista o crescente uso em residências após o terremoto ocorrido em 2011. (KIM; FURUMAI, 2012; CAMPISANO *et al.*, 2017).

A Austrália, dispõe de menos de 1% da água doce do mundo, o governo restringe o uso através de alto custo nas tarifas e descontos para os usuários, atribuído a isso, quase 2 milhões

de pessoas instalaram tanques de água da chuva em suas residências, com destaque para uso doméstico, sendo a principal fonte de água em algumas regiões. (THOMAZ, 2011; ABS, 2013).

Estados Unidos (THOMAS *et al.*, 2014), Portugal (SILVA *et al.*, 2015), China (GOULD *et al.*, 2014), Reino Unido (WARD *et al.*, 2014) Suécia (IVEROTH *et al.*, 2013) e Alemanha (SOLER; MOSS; PAPASOZOMENOU, 2018) são exemplos de países desenvolvidos que utilizam a água pluvial e realizam pesquisas sobre as aplicações para fins menos nobres e mais nobres.

Teston *et al.* (2018) apontam aumento expressivo no número de estudos sobre água pluviais nos últimos cinco anos no Brasil, sendo em sua maioria com foco no potencial de economia de água potável, minimização de inundações, aceitação social, viabilidade econômica, impactos ambientais e design do sistema.

Para incentivar o uso racional da água através do aproveitamento de água da chuva é necessário que haja um engajamento do poder público, iniciativa privada e população através de programas de conscientização e disseminação do conhecimento sobre o tema, onde entra as escolas e universidades; popularização seja por fundações ou organizações não governamentais, benefícios tributários e legislações que incentive e/ou torne obrigatório a implantação do sistema supracitado (BORGES, 2003; ABS, 2013)

No Brasil, a NBR 15.527/2007 regulamenta o uso da água da chuva para utilização para fins não potáveis, como descargas em bacias sanitárias, irrigação de jardim, lavagem de veículos, limpeza de pisos e usos industriais.

Em 2017, o artigo 2º da Lei 9.433/1997 conhecida como a Lei das Águas foi alterado, através da Lei 13.501/2017, com a inclusão do seguinte objetivo: “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”. Existem diversos outros projetos de leis federais que estão em trâmite, destacam-se o PL 324/2015 e o PL 191/2013, que obriga a elaboração de projeto técnico prevendo a captação da água da chuva para prédios residenciais, comerciais, industriais e a obrigatoriedade da instalação dos sistemas para prédios públicos, respectivamente.

Dos 26 estados brasileiros e Distrito Federal, apenas sete apresentam legislação específica sobre o aproveitamento de água pluvial. Em termos municipais, são dezesseis cidades, todas elas capitais, que possuem leis referentes ao tema (PACHECO *et al.*, 2016). Florianópolis é a única cidade que concede incentivos fiscais para implementar o sistema. Já o estado de Sergipe não apresenta legislação sobre o tema.

O uso da água pluvial é em sua maioria utilizado para atividades que não exigem boa qualidade, porém países situados em climas áridos e semiáridos que sofrem com a falta de ocorrências de chuva, como Israel, por exemplo, vem utilizando-a para atividades de fins potáveis (PRADHAN; SAHOO, 2019). Dobrowksy et al. (2014) alertam para o risco de contaminação da água, principalmente por agentes microbiológicos. Em 2007 houve um surto de gastroenterite na escola rural de Victoria, Austrália. Em pesquisa realizada por Franklin et. al. (2008) a alegação da causa desse surto foi a contaminação dos tanques de coleta de água pela bactéria Salmonella. Chakraborty e Gupta (2014) reiteram que as qualidades da água da chuva podem sofrer consequências da poluição atmosfera, tendo como principais vilões a emissão industrial e de automóveis.

Mancuso e Santos (2003) referem-se ao reuso consciente e planejado de água de baixa qualidade (águas de drenagem agrícola, águas salobras, águas da chuva e esgotos domésticos e industriais), como o que há de mais moderno e eficaz instrumento de gestão para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos nacionais. Porém deve se atentar a qualidade da água precipitada captada pela cobertura, pois elas variam conforme a influência atmosférica (poluição do ar), tipo de telhado (cerâmica, metálica), condições meteorológicas (períodos de seca e chuvoso) e presença de animais.

A NBR 15527/2007 que trata do aproveitamento de água da chuva de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis, define que os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista, porém para uso mais restrito, devem seguir os parâmetros da Tabela 03.

Tabela 03 - Parâmetros de potabilidade de água da chuva

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

Nota: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio

(a) : No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção

(b): uT é a unidade de turbidez

(c): uH é a unidade de Hazen

Fonte: Adaptado de: NBR 15527/2007

Quando há o escoamento da água pelo telhado é recomendável que a primeira carga escoada seja descartada através de dispositivos apropriados, pois é propensa a conduzir partículas sólidas (matéria orgânica) que ficam depositadas na cobertura, esse procedimento é conhecido como first-flush. Gikas e Tsihrintzis (2012) utilizaram-se dessa técnica e pode concluir que há uma melhora na qualidade da água, porém pode não ser suficiente, necessitando de desinfecção. Dessa forma é pertinente a coleta e análise física, química e microbiológica da água a ser utilizada.

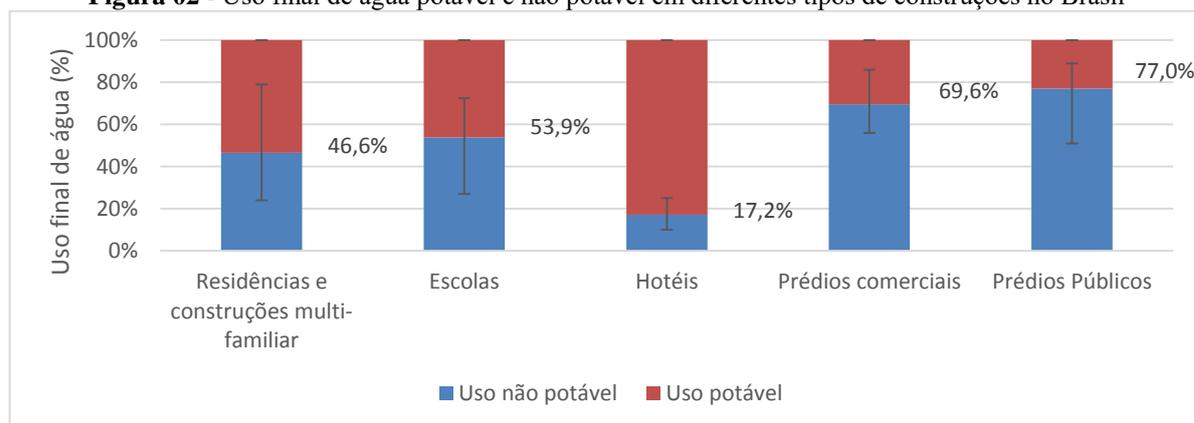
Na implantação de um sistema de aproveitamento de água é importante que haja a aceitação do usuário do local, principalmente nos quesitos qualidade e economia, esse pode ser um fator que limite a utilização da água pluvial. Islam, Chou e Kabir (2011) alegaram que em favelas de Bangladesh houve aceitação quanto ao uso da água da chuva em diversas atividades, porém essa aceitação diminui a partir da elevação do fator custo, evidenciando a importância da consonância entre os fatores qualidade e economia. Essa mesma relação foi observada por Ocaña *et al.* (2018), em pesquisa realizada em condomínio residencial na Colômbia.

A aceitabilidade dos usuários é relevante na definição das atividades fins de consumo da água da chuva, que por sua vez é de extrema importância para o dimensionamento do reservatório, pois a partir da determinação das atividades obtém-se o perfil de consumo do local e a demanda de água potável e não potável.

A coleta de água da chuva pode ser usada, sem relevante nível de tratamento, para usos não-potáveis, como descarga de banheiros, rega do jardim, limpeza de chão, carro e lavagem de roupa (GHISI, 2006), a substituição da água de melhor qualidade pela não potável gera um potencial de economia no consumo de água da rede (LEONG *et al.* (2018).

O consumo de água de uma edificação é variado em todo planeta, tanto entre os setores (residencial, comercial, industrial e público) como também entre os países. O uso da água depende, entre outros aspectos, dos costumes culturais, do desenvolvimento econômico e da disponibilidade de água (OCAÑA *et al.*, 2018).

Teston *et al.* (2018) realizaram uma revisão da literatura existente no Brasil sobre aproveitamento de água da chuva e a partir de diversas pesquisas verificaram (Figura 02) valores de uso potável e não potável para diferentes edificações, utilizando os valores médios, mínimos e máximos obtidos nas pesquisas.

Figura 02 - Uso final de água potável e não potável em diferentes tipos de construções no Brasil

Fonte: Adaptado de: Teston; Gerald; Colasio e Ghisi (2018)

A diversificação do consumo é evidenciada a partir de percentuais das atividades potáveis e não potáveis em prédios públicos localizados em Florianópolis/SC, onde Kammers e Ghisi (2006) detectaram valores variando de 52% a 89%. Caso semelhante foi detectado em escolas municipais e estaduais, onde o consumo não potável alternou entre 26,1 e 72% (FASOLA *et al.*, 2011).

O potencial de economia de água potável através da utilização da água da chuva varia muito, dependendo da demanda, da área de coleta e da precipitação local (TESTON *et al.*, 2018). Por isso, recomenda-se que haja um estudo da área de implantação do sistema de aproveitamento e realize levantamento de campo para obtenção de valores relacionados a realidade do local.

Levantar de forma empírica os dados locais necessários para o dimensionamento, realizar manutenções periodicamente e o apoio institucional e sócio-político influenciam na eficácia do sistema e na confiabilidade diante dos usuários (CAMPISANO *et al.*, 2017).

3.3 MODELOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

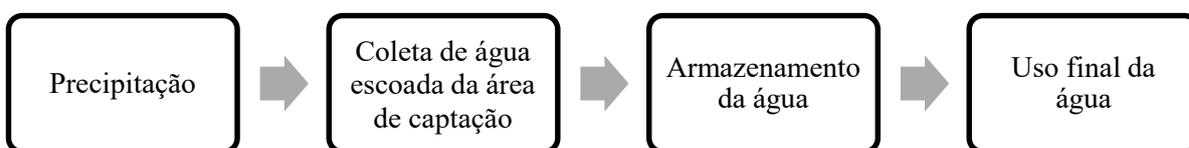
O dimensionamento do volume do reservatório para armazenar água da chuva é item fundamental para a sua viabilidade econômico-financeira (AMORIM; PEREIRA, 2008). Por ser o elemento mais caro do sistema de aproveitamento de água da chuva, deve-se estudar o método considerando o custo-benefício, de todo modo pode-se utilizar métodos práticos ou modelos comportamentais.

Os principais fatores elencados por May (2004) que influenciam no dimensionamento do reservatório de água da chuva são: Área do telhado; quantidade de água necessária para atender a demanda; definição do tipo de reservatório que será utilizado em termos de custos, recursos e métodos construtivos.

No Brasil, os cálculos para o dimensionamento dos reservatórios de armazenamento de água pluvial são regidos pela NBR 15.527/2007, que apresentam métodos práticos para o cálculo de volume do reservatório. Os métodos mais utilizados são o Método de Rippl, Método Azevedo Neto e Método da Simulação (THOMAZ, 2011). Em geral, os métodos existentes são classificados em função das variáveis de entrada necessárias, do processo de cálculo envolvido, da facilidade de aplicação e da confiabilidade dos resultados obtidos (ROCHA, 2009).

Os métodos comportamentais atuam através de simulações de operação dos reservatórios em função de diversos cenários ao longo do tempo, a partir do princípio de transferência de massas (Figura 03), já alguns métodos práticos de dimensionamento, como o método de Rippl e o método da simulação, são fundamentados no volume de demanda excedente sobre o volume da chuva captado, consideram que o reservatório inicia cheio e que o resultado acumulado significa a quantidade de água máxima para suprir na época de estiagem,. (ROEBUCK; ASHLEY, 2006; ROCHA, 2009; THOMAZ, 2011).

Figura 03 - Modelo típico de transferência de massa no aproveitamento de água



Fonte: Adaptado de: Roebuck e Ashley (2006)

A modelagem é uma ferramenta que simula situações ainda não conhecidas, propiciando antecipar-se aos eventos, de grande importância para resolução de problemas (TUCCI, 2005). Para Santana (2017) um modelo é uma representação em escala reduzida de um ou mais cenários no qual comportam projeções futuras, que serve para ser reproduzido. Felgueiras (2001) afirma que a modelagem ambiental consiste na criação de modelos matemáticos, determinísticos ou estocásticos, que relacionam atributos ambientais na tentativa de representar o comportamento de um processo ocorrendo na natureza.

O surgimento de pesquisas utilizando modelagem ambiental se deu em 1925 com o objetivo de caracterizar o perfil de oxigênio dissolvido em rios e estuários. A partir da década de 60 com o surgimento e popularização dos computadores ocorreu um avanço dos modelos e de seu potencial de aplicação, surgindo modelos voltados ao comportamento aquático. (BATISTA, 2016; CAMELO, 2019). Na década 90, Cancino e Neves (1994) aplicaram um modelo hidrodinâmico tridimensional para cálculo de velocidade e nível da água, explicitando

a evolução da informática e do uso de modelos. Atualmente a modelagem tem sido bastante utilizada no Brasil, juntamente com o SIG – Sistema de Informações Geográficas, prevendo situações que fornecem auxílio nas tomadas de decisões do planejamento e gestão dos recursos hídricos.

De acordo com Tucci (2005), os modelos hidrológicos podem ser classificados em função de sua utilização e da variável utilizada. A primeira função é subdivida em: Comportamento, onde descreve o comportamento do sistema em si; otimização, apresentando a melhor solução; planejamento, relacionando soluções com quantitativos no âmbito social e ambiental. Em função da variável utilizada, podem ser classificados como determinístico, quando não há variável aleatória e, portanto, possui dados de entrada conhecidos e um conjunto dados de saída ou classificados como estocásticos, onde a variável apresenta comportamento aleatório e os resultados são baseados em probabilidades.

São muitos os modelos computacionais utilizados no mundo, a Agência de Proteção Ambiental (EPA – Environmental Protectionn Agency) desenvolveu entre 1969 a 1971 o Modelo de Gerenciamento de Águas Pluviais, o EPA-SWMM, o programa evoluiu e continua sendo utilizado em trabalhos recentes, como os de Cipolla e Maglionnico (2018) e Rossman e Huber (2016). O SWMM é um modelo dinâmico de simulação das chuvas e escoamentos superficial usado para simulação de evento único ou de longo prazo (contínuo) da quantidade e qualidade do escoamento de áreas principalmente urbanas, considera no seu desenvolvimento a água da chuva e água cinza. (EPA, 2016). O modelo comportamental desenvolvido por Jenkins *et al.* (1978) é um dos pioneiros na área, eles identificaram dois algoritmos para representar e descrever o armazenamento de águas pluviais, são divididos considerando o armazenamento antes do consumo (YAS - yield after storage) e após o consumo (YBS - yield before storage) (ROCHA, 2009). Esses algoritmos ainda são utilizados e incorporado a outros modelos, como por exemplo, o RainCycle que é utilizado especificamente para o aproveitamento de água pluvial e modela um sistema levando em consideração todos os itens de custo associados, atingindo resultados mais realistas, esse modelo foi aplicado por Roebuck e Ashley (2006) em estudo de caso no Reino Unido.

Pizón *et al.* (2014) desenvolveram o modelo chamado Plugrisot – Pluvials, greys and sustainability, que significa “Pluviais, cinza e sustentabilidade”, o programa de simulação facilita a avaliação da captação de águas pluviais e sistemas de águas cinzas em diferentes escalas do planejamento urbano, incluindo aspectos técnicos econômicos e ambientais.

No Brasil, foi desenvolvido por Nascimento e Maruzzi (2009) na Universidade Estadual Paulista – UNESP o programa REZZ, que emprega os métodos de cálculo para volume de reservatório descritos na NBR 15527/07 com o objetivo de atuar como suporte de decisão através de interface simples, permitindo a realização de diversos cenários, o programa foi aplicado por Moruzzi e Oliveira (2010) em pesquisa para utilização em domicílios da cidade de Ponta Grossa/PR.

Ghisi e Cordova (2014) desenvolveram no LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, o modelo comportamental Netuno para simulação de sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva. O algoritmo do programa realiza os cálculos em base diária, considerando a demanda e a disponibilidade de água pluvial, conforme o registro de dados pluviométricos referente ao local onde vai ser aplicado o sistema (CARDOSO, 2018). O programa Netuno foi validado no trabalho de mestrado do Eng. Vinicius Luis Rocha, realizado sob orientação do Prof. Enedir Ghisi.

As principais funções do programa Netuno é estimar o potencial de economia de água potável e determinar o volume ideal do (s) reservatório (s) a partir de dados que permitem uma modelagem adequada. O grau de detalhamento dos dados e sua confiabilidade são imprescindíveis para confiabilidade de um dimensionamento, isso é levantado por Roebuck e Ashley (2006) que frisam em seus trabalhos que alguns modelos simplificam demais os processos hidráulicos envolvidos e técnicas financeiras que não consideram alguns itens do sistema que influencia nos custos de implantação, manutenção e operação do sistema, assim em consequência, acaba superestimando o potencial de economia de água.

Os programa funciona a partir da reunião de dados de entrada, conforme manual desenvolvido por Ghisi e Cordova (2014), sendo os principais:

- Precipitação em séries diárias e sem descontinuidade de dados, caso contrário o programa considera como se não houvesse chuva para esse dia. Adicionalmente é importante informar a data inicial e definir o descarte inicial (first-flush) em mm;

- Área de captação é representada pela projeção horizontal da cobertura da edificação, deve considerar o incremento devido à inclinação do telhado e as paredes que interceptam água (platibandas) (ABNT,1989);

- Demanda ou consumo total de água diário (litros per capita/dia) ou mensal (litros/mês);

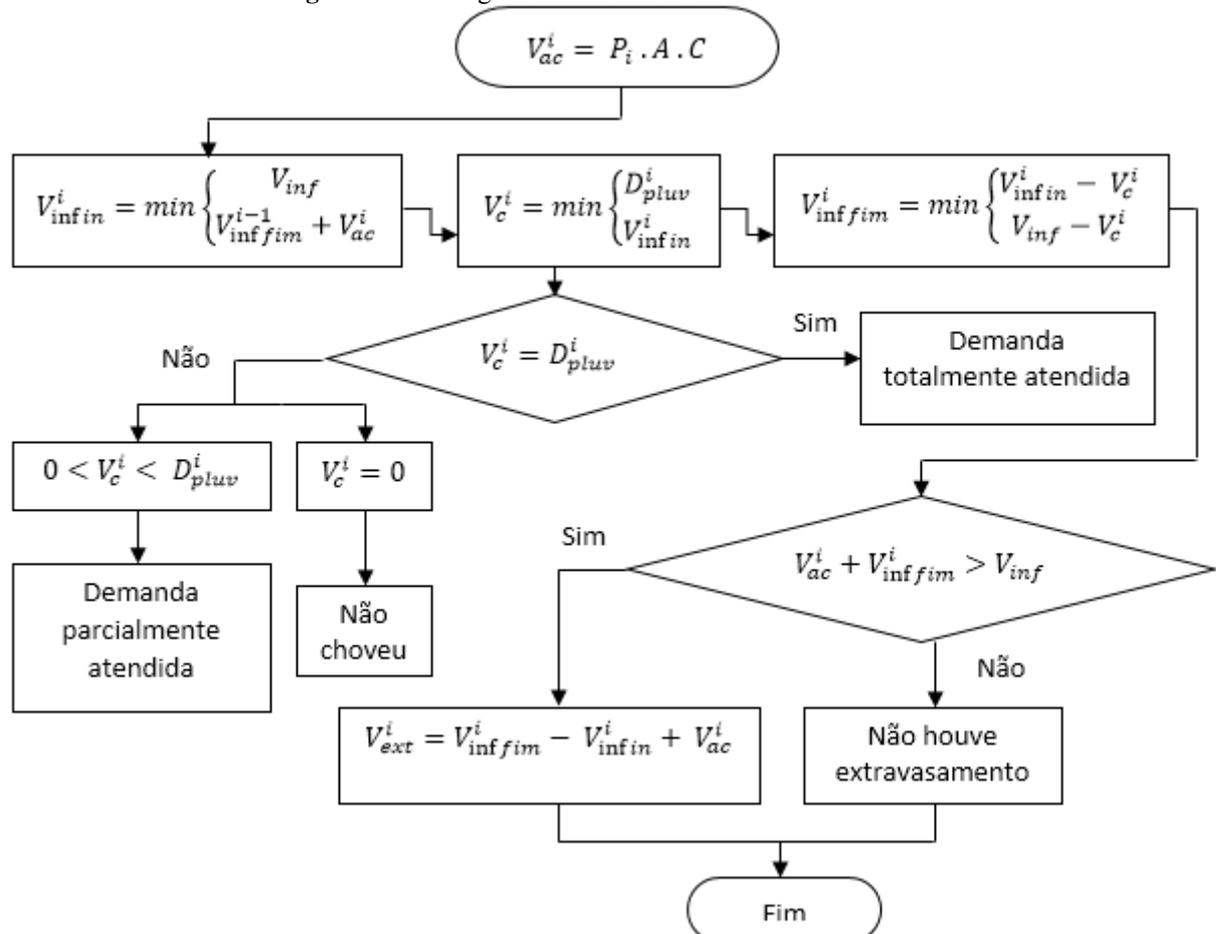
- Demanda de água para utilização em atividades de fins não potáveis dada em percentual do consumo total.

A simulação é feita a partir de variáveis conhecidas e dados de saída proporcionais a elas, sendo então, um modelo hidrológico determinístico.

O Netuno considera em sua reprodução que o reservatório iniciará vazio e a partir daí o algoritmo simula o fluxo de água no sistema, a partir da entrada de água precipitada captada e saída conforme a demanda do local. O saldo desse cenário é acumulado para o dia posterior. O algoritmo realiza geralmente os cálculos em base diária, mas também pode ser com base horária, no intervalo de tempo definido para a análise. A água pluvial que escoa pela superfície de captação, descontadas as perdas, é conduzida ao reservatório de armazenamento e a partir do volume de saída ela pode extravasar, atender a demanda totalmente ou parcialmente (GHISI, 2006; ROCHA, 2009).

Para melhor entendimento, o prosseguimento dos cálculos pode ser visto no fluxograma (Figura 04) abaixo, conforme recomendado por Ghisi e Cordova (2014).

Figura 04 - Fluxograma de funcionamento do modelo Netuno



Fonte: Adaptado de: Cardoso (2018)

Onde:

V_{ac}^i : Volume de água que escoo pela superfície de captação em um dado dia i em litros;

P_i : Precipitação pluviométrica no dia i , em mm;

A : Área de captação de água da chuva em m^2 ;

C : Coeficiente de escoamento superficial;

$V_{inf\ i\ n}^i$: Volume disponível no reservatório no início do dia, em litros;

V_{inf} : Volume do reservatório, em litros;

$V_{inf\ f\ i\ m}^{i-1}$: Volume disponível no reservatório no final do dia anterior, em litros;

V_c^i : Volume de água pluvial consumido no dia i , em litros;

D_{pluv}^i : Demanda de água pluvial no dia i , em litros;

$V_{inf\ f\ i\ m}^i$: Volume de água pluvial disponível no reservatório ao final do dia, em litros;

V_{ext}^i : Volume extravasado no dia i , em litros.

Pode-se dizer que os cálculos realizado pelo Netuno, preconizado por Ghisi e Cordova (2014) dividem-se em três fases. Na primeira, o programa calcula o volume de chuva, a partir disso é possível definir o volume do reservatório no início do dia, que é o menor valor entre volume do reservatório (simulados em intervalos definidos pelo usuário) e volume disponível no reservatório no final do dia anterior mais o volume de chuva. Em seguida define-se o volume consumido de água pluvial, que é o menor valor entre demanda de água pluvial e o volume do reservatório no início do dia. A primeira fase se encerra com uma interrogação respondida pelo próprio algoritmo, “o volume consumido de água pluvial é igual a demanda? Se a resposta for afirmativa, a demanda foi atendida completamente.

Em caso de resposta negativa, o sistema entra em uma segunda fase, onde é questionado se o volume consumido é igual a zero, se sim o algoritmo conclui que não houve chuva nesse dia, mas se for menor que a demanda e maior que zero, atende parcialmente ao sistema (CARDOSO, 2018).

Na terceira, o algoritmo elaborado por Ghisi e Cordova (2014) procura saber se o volume de chuva foi suficiente para o reservatório extravasar ou não, nessa fase calcula-se o volume disponível no fim do dia e em seguida surge a indagação, se esse volume disponível mais o consumido for maior que a capacidade do reservatório simulado é porque há extravasamento, onde é calculado o volume extravasado.

O algoritmo pode ser utilizado para descrever a operação de sistema de distribuição direto ou sistema de distribuição indireto, com reservatório superior. No último caso, a economia de água potável tende a ser maior, pois aumenta capacidade armazenamento da edificação (ROCHA, 2009).

O critério utilizado pelo algoritmo para determinar o volume ideal do reservatório é a diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial, em porcentagens por metro cúbico, em razão do volume do reservatório (CARDOSO, 2018). Esse critério consegue identificar quando não há mais relevância ou eficiência em volumes maiores, pois há pouco incremento de potencial de economia, dessa forma obtém o maior volume de reservatório possível para determinado potencial de economia.

As exposições dos resultados são através de gráficos de relação entre potencial de economia de água potável para cada intervalo de volume de reservatório, volume da chuva captado, capacidade do reservatório ou volume extravasado, volume ideal e análise econômica.

PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS LAGARTO SOBRE O USO DA ÁGUA DE CHUVA PARA ATIVIDADES DE FINS POTÁVEIS E NÃO POTÁVEIS

1 INTRODUÇÃO

A água potável é essencial para garantir a saúde pública, embora haja avanços nas últimas décadas 2,2 bilhões de pessoas ainda necessitam de acesso a água de maneira segura. Essa relevância fica ainda mais evidenciada a partir da crise sanitária imposta pela pandemia da COVID-19, na qual a higienização é uma das formas para a proteção da saúde humana. (ONU, 2020).

Apesar da vasta cobertura de água no planeta, sua disponibilidade para fins potáveis vem se tornando uma problemática global. A baixa proporção de água doce de fácil acesso e a distribuição geográfica desigual de disponibilidade hídrica contribuem para isso, menos de 1% do volume da hidrosfera é composto por água doce presentes em aquíferos e superficiais. Destes, cerca de 62% está concentrado nos continentes asiático e sul-americano (SHIKLOMANOV; RODDA, 2003; UNESCO, 2003).

Além dos fatores naturais, diversas ações antrópicas contribuem para esse panorama, como por exemplo, o crescimento populacional e a poluição. A ineficácia dos serviços de saneamento básico também potencializam esses problemas, principalmente em países em desenvolvimento, agravando o estresse hídrico e, conseqüentemente, fomentando maiores impactos na sustentabilidade e um crescente potencial de conflitos entre usuários (UNESCO, 2019; BUI et al., 2020).

Desse modo, torna-se importante a busca por soluções que elevem o nível de segurança da água potável, sendo enfatizada no sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6) da Organização das Nações Unidas - ONU. Entre outras ações, o uso do abastecimento alternativo de água, através do aproveitamento de águas pluviais apresenta-se como possibilidade no tocante a preservação da água potável, como também se adequa ao ODS 11, que trata de cidades e comunidades sustentáveis.

O uso dessa técnica é milenar e vem sendo utilizada nos dias atuais com diversas finalidades. Inúmeras pesquisas vem sendo desenvolvidas buscando determinar se os sistemas

alternativos de abastecimento de água são tecnologicamente viáveis, economicamente viáveis, bem como socialmente aceitáveis (MANKKAD; TAPSUWAN. 2010).

Em países desenvolvidos da Europa e Ásia, o interesse em sistemas de captação de água da chuva (Rainwater Harvesting – RWH) ganhou impulso e força devido a preocupações com o escoamento de águas pluviais local, inundações e abastecimento de água. Na Austrália, o uso ganhou força após restrições governamentais em 2002 devido às secas, mas estabilizou-se após o ano de 2010 devido redução das condições de seca. Em regiões cuja disponibilidade é restrita a água de chuva é utilizada para consumo, como no Norte da África e Oriente Médio (BUI et al., 2020; ABS,2013; UNESCO 2009). No Brasil a aplicação se dá para mitigar problemas extremos de seca na região semiárida nordestina através, principalmente, de programas governamentais, e também como alternativa para economia financeira e redução do impacto ambiental (TESTON et al., 2018).

Dentre os diversos aspectos para a viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva, a aceitabilidade dos usuários é crucial. Ter o consentimento de quem vai utilizar dessa água legitima a aplicação e o tipo de finalidade, seja para fins potáveis ou não potáveis. É importante observar que existe o risco de que as pessoas não tenham a intenção de usar essa tecnologia porque ela é socialmente inadequada para elas (VIALLE et al., 2011).

Em estudo no Sri Lanka Takagi et al. (2019) avaliaram que a aplicação em atividades ao ar livre, como rega de jardim, tende a ser mais aceitável para pessoas com alta renda familiar e nível de escolaridade maior. Para Gu et al., (2015) características demográficas e idade também podem influenciar na aceitabilidade. Chew et al. (2019) relatou que os participantes tendem a se concentrar nos riscos à saúde, sabor e características estéticas, como também podem associar a propensão ao uso de acordo com a sazonalidade, acessibilidade e até a religião.

Perante o exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a percepção dos usuários do Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto sobre o uso da água de chuva para atividades de fins potáveis e não potáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Lagarto, localizado na região centro-sul do estado de Sergipe, distante a 75 quilômetros da capital Aracaju, coordenadas geográficas 10° 55' 02'' S, 37° 39' 00 W e altitude de 183 m acima do mar. Sua zona climática é caracterizada como mesorregião agreste sergipano e microregião agreste de Lagarto (SERGIPE, 2016; IBGE, 2021).

A população atual é estimada em 105.221 habitantes sendo a terceira maior do estado. Sua zona rural destaca-se por ser bastante populosa, cerca de 48,5% da população vive distribuídas entre os 119 povoados. A área urbana é dividida em 13 bairro e 05 zonas de expansão. Seu território perfaz uma área de 968,921 km² e densidade demográfica de 97,84 hab/km² (IBGE,2010; IBGE, 2020).

Localizado no Território de Planejamento Centro-Sul Sergipano, faz divisa com os municípios de Riachão do Dantas, Simão Dias, São Domingos, Campo do Brito, Itaporanga D'Ajuda, Macambira, Salgado e Boquim (EMDAGRO, 2018).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM para o ano de 2010 é de 0,625 conforme os dados do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, considerado como médio. Segundo o IBGE (2018), o PIB per capita do município lagartense é de R\$ 14.239,60 sendo o 18º maior PIB do estado, suas atividades principais geradoras são a agropecuária, indústria e os serviços. Já o salário médio da população equivale a 1,8 salários mínimos enquanto 14,11% tem alguma ocupação e 46,1% dos domicílios encontram-se na condição de até meio salário per capita (IBGE, 2019).

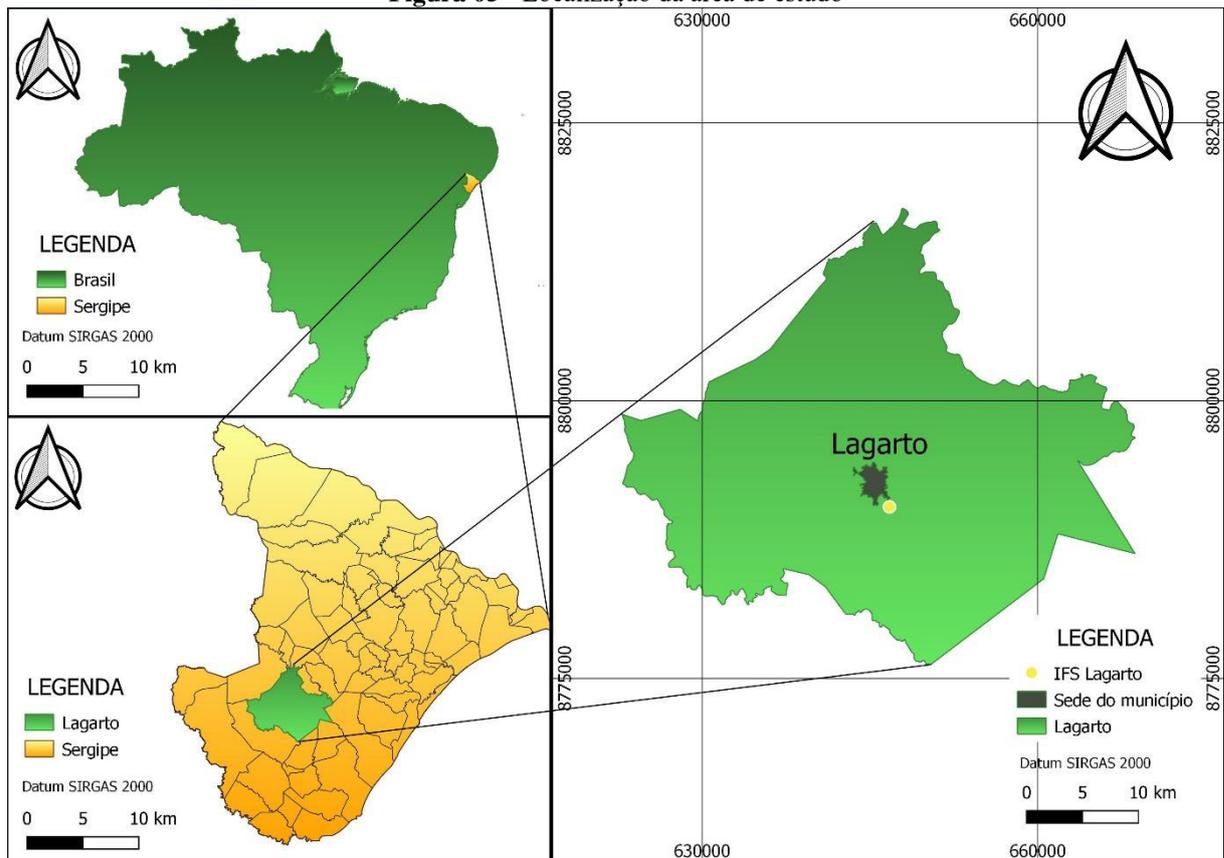
Na área da educação a cidade apresenta índice de 98% de escolarização para faixa etária de 6 a 14 anos, possui 80 escolas de ensino fundamental e 8 de ensino médio. Para os anos iniciais a nota do IDEB em 2019 foi de 4,9, já para os anos finais o índice é de 4,1 (IBGE, 2019).

Segundo dados do SNIS 2019, 94,52 % da população é atendida pelo abastecimento de água potável, mas apenas 8,87 % do esgoto é coletado e tratado. O município está incluso nas áreas das bacias hidrográficas do rio Piauí e do rio Vaza Barris.

Sua precipitação anual corresponde a aproximadamente 1059 mm, a partir de dados disponibilizados pela SERHMA - Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. O regime de precipitação é caracterizado por período chuvoso (abril a agosto) bem definido. Segundo Fontes e Santos (1999) o clima na região é Megatérmico Subúmido C1A, 'a', com estação seca bem definida e temperatura média de 24,4°C.

O bioma característico local é a caatinga e a mata atlântica, com relevo de superfície semiplanada com serras residuais e tabuleiros costeiros. (EMDAGRO, 2018). Caracterizado por ter grandes povoados, Lagarto (Figura 05) destaca-se na produção de laranja, maracujá e mamão na lavoura permanente e mandioca, milho e feijão na lavoura temporária. É possuidor de um dos maiores rebanhos bovinos do Estado, além disso, destaca-se na criação de equinos, ovinos, galináceos. (LAGARTO, 2021).

Figura 05 - Localização da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2020)

2.2 OBJETO DE ESTUDO

O Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto (10°56'18.2" S, 37°39'24.9" W) é um dos principais centros educacionais da região centro-sul do estado, faz parte da estrutura administrativa do Instituto Federal de Sergipe e compõe a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica do Governo Federal. Está localizado a 03 quilômetros do centro comercial de Lagarto, próximo ao distrito industrial do município, da barragem Dionísio Machado e do quartel do Corpo de Bombeiros Militar de Sergipe – CBMSE.

O Instituto iniciou suas atividades no ano de 1995, quando ainda era chamado de Unidade Descentralizada de Ensino de Lagarto (UNED), ofertava os cursos técnicos de Construção Civil, Eletromecânica e Informática, no ano de 2004 foi incorporado aos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET) e no ano de 2008, após a publicação da Lei nº 11.892, que criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, a unidade virou Campus Lagarto do IFS, ampliando sua oferta a cursos superiores (IFS, 2020).

Atualmente, são ofertados no Campus Lagarto 04 cursos de nível médio integrado, onde os alunos cursam o ensino médio paralelamente ao ensino técnico, sendo eles: Automação Industrial; Edificações; Eletromecânica; Redes de computadores. O ensino técnico também é ofertado na modalidade subsequente (após a conclusão do ensino médio), tendo os cursos de Edificações e Eletromecânica. No nível superior são ofertados o curso de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica, Sistemas de Informações e Licenciatura em Física. Para o período 2020.1, estão matriculados ao todo 1428 alunos, para reger essa estrutura são lotados no campus 56 técnicos administrativos, 26 funcionários terceirizados e 102 professores.

O IFS Lagarto (Figura 06) é composto por quatro blocos principais, onde funciona o setor administrativo, salas de aula e laboratórios; um auditório; prédio da coordenação de edificações; coordenação de informática; refeitório; ginásio de esportes; espaço do servidor; vestiário e rampa de acesso. Possui uma área construída de aproximadamente 6.650 m² e consumo de água médio mensal nos últimos dois anos de 285,4 m³. O abastecimento de água da área de estudo é realizado pela concessionária local, por um sistema de abastecimento indireto por meio de reservatórios.

Figura 06 - Foto aérea do IFS – Campus Lagarto

Fonte: IFS (2019)

2.3 COLETA DE DADOS

A partir da escolha do objeto de estudo foi realizado coleta de dados *in loco*, através da observação e fotografias do estado físico da edificação e das características construtivas que norteiam as atividades diárias do local, buscou-se também dados documentais, como o histórico das tarifas de água e os projetos arquitetônicos. Além disso, realizou revisão bibliográfica de trabalhos consagrados na literatura específica.

O método utilizado como recurso para obter informações que constatem o nível de conhecimento e aceitabilidade dos usuários sobre o uso de água da chuva nas diversas atividades cotidianas da escola foi a aplicação de questionário. A partir dele tornou-se possível obter avaliação dos usuários sobre o uso de água da chuva nas diversas atividades cotidianas da escola. Para Marconi e Lakatos (2008) os questionários são de grande valia como procedimento para coletar dados e auxiliar na investigação.

O questionário foi composto por perguntas objetivas do tipo aberta e tipo fechada como as de múltipla escolha, resposta única e dicotômica. É possível dividi-lo em duas fases.

A fase inicial indagou os entrevistados com as seguintes questões: “1. *Qual seu vínculo no Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto?*”, onde foram disponibilizados como alternativas: estudante, professor, técnico administrativo e profissional terceirizado; “2. *Qual sua idade?*”; “3. *Qual seu sexo?*”; “4. *Qual sua formação acadêmica?*”, para esta pergunta o entrevistado teve a opção de selecionar entre completo e incompleto para ensino fundamental, médio, superior, pós graduação, mestrado e doutorado.

Esses primeiros itens foram elaborados na busca de caracterizar os usuários do local, categorizando-os e criando subgrupos com maior homogeneidade, contribuindo na confiabilidade da amostra.

Posteriormente, a segunda fase de perguntas foram elaboradas para que os entrevistados pudessem expor seu conhecimento sobre o tema proposto. As questões foram: “5. *Conhece ou já ouviu falar sobre o aproveitamento de água da chuva como fonte de abastecimento?*”; “6. *Na sua opinião, a água da chuva captada através do telhado da edificação é de boa qualidade?*”, as perguntas supracitadas foram respondidas com “Sim” ou “Não”; “7. *Caso o Campus utilize a água de chuva como uma fonte de abastecimento alternativa, em qual dessas atividades você se sentiria confortável em usá-la?*”, aqui os interrogados puderam optar em nenhum, uma ou mais atividades citadas, que foram: Beber e cozinhar, tomar banho e lavar as mãos, descarga dos sanitários e/ou mictórios, rega de jardim e lavagem de piso; “8. *Qual a contribuição que a utilização da água da chuva pode trazer para o local?*”, para esta o usuário pôde escolher entre “ambiental”, “econômica” e/ou “social”.

Considerando a diversidade de contextos existente em um ambiente escolar, sobretudo, nas escolas públicas federais, seja ela social, étnica, econômica ou cultural torna-se relevante que a população local seja dividida em grupos análogos, proporcionando uma análise mais precisa. A partir disso determinou-se que a técnica para definição da amostra populacional a participar da resolução dos questionários seria a amostragem aleatória do tipo estratificada proporcional, pois a divide em subgrupos, tornando estes estratos com maior homogeneidade. Para Barbetta (2006), a amostragem estratificada proporcional garante que cada elemento da população tem a mesma probabilidade de pertencer a amostra.

O Diante do exposto, a comunidade escolar foi dividida de acordo com o tipo de vínculo que cada indivíduo tem com o local. Sendo classificados como: Alunos, professores, técnicos administrativos e funcionários terceirizados.

O cálculo do tamanho total da amostra partiu da aplicação das equações usada por Barbetta (2006), expressas abaixo pelas equações (1) e (2), onde considerou como aceitável erro amostral de 10 %.

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (1)$$

Onde:

n_0 : População desconhecida (aproximação do tamanho da amostra);

E_0 : Erro amostral decimal (erro tolerável).

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0} \quad (2)$$

Onde:

n : Amostragem (amostra mínima);

N : População Total;

n_0 : População desconhecida (aproximação do tamanho da amostra)

Após aplicação das equações (1) e (2) utilizadas por Barbetta (2006), foi definido que a amostra mínima (conceitualmente como amostra aleatória simples) de entrevistados a permitir considerável representatividade da população local seria de 95 pessoas.

$$n_0 = \frac{1}{0,1^2} = 100 \quad (1)$$

$$n = \frac{1612 \times 100}{1612 + 100} = 94,2 \cong 95 \quad (2)$$

Após o cálculo da amostragem mínima aplicou-se o peso referente a representatividade numérica de cada grupo em relação ao total de usuários do prédio, ou seja, como o grupo dos docentes representam 88,59% da população total (Tabela 04), a mesma terá amostra mínima com percentual equivalente.

Dividindo-os em subgrupos, foi possível definir a quantidade mínima de aplicação de questionários para alunos, professores, técnicos administrativos e terceirizados, mantendo a proporção do tamanho da população e amostragem, como expresso na Tabela 04.

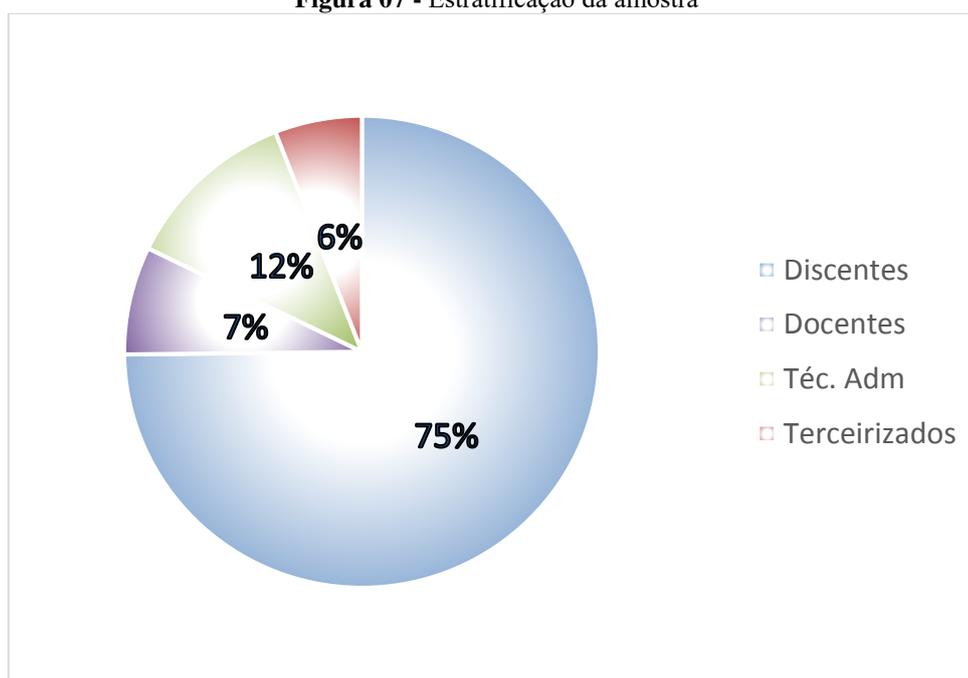
Tabela 04 - Estratificação da amostra

Subgrupo	Nsub (População do subgrupo)	Relação Nsub / N total (%)	n (Amostra Mínima total)	nsub (Amostra Mínima subgrupo)
Discentes	1428	88,59	95,0	84,16
Docentes	102	6,33	95,0	6,01
Téc. Adm	56	3,47	95,0	3,29
Terceirizados	26	1,61	95,0	1,52
Total	1612	100,00	-	-

Fonte: Autor (2021)

Após disponibilização dos questionários via redes sociais e e-mails institucionais a coleta de informações superaram os valores estimados, obtendo-se no total 135 respostas, divididas em 101 alunos, 10 professores, 16 técnicos administrativos e 08 profissionais terceirizados, (Figura 07).

Figura 07 - Estratificação da amostra



Fonte: Autoria própria (2021)

A elaboração do questionário se deu pelo aplicativo de gerenciamento de pesquisas do Google, o Google Forms. Além da praticidade, o programa permitiu que sua aplicação tenha sido online, tanto por envio de e-mails institucionais como também disparos via redes sociais, haja vista que essa tornou-se a alternativa possível durante o período pandêmico que a sociedade enfrenta.

Embora acima da amostra mínima, era esperada maior participação nos questionários, fato este que pode ser atribuído ao isolamento social causado pela pandemia da COVID-19, haja visto que o contato pessoal com usuário causa maior convencimento para responder as questões.

Acompanhado do questionário foi encaminhado o TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o mesmo já havia sido enviado para o comitê de ética, através da “Plataforma Brasil”.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

A partir da coleta dos dados, a população foi dividida em nichos que promovessem uma maior homogeneidade e suas respostas foram analisadas graficamente, relacionando suas características à sua aceitabilidade, analisando a ligação entre elas e elencando os fatores que influenciaram nas suas decisões, comparando-os com a literatura científica atual e com características locais.

Analisou-os a partir da perspectiva do perfil etário e da escolaridade e suas relações com o tipo de vínculos dos agentes do questionário aplicado. Para isso, inicialmente tabulou-se os dados através do programa Excel, onde elaborou-se tabelas que caracterizaram a população de cada subgrupo a sua faixa etária e seu nível de escolaridade.

Posteriormente, utilizou-se de gráficos de barra e tabelas que permitisse ampliar o campo de observação quanto aos resultados relacionados ao conhecimento dos indivíduos, a percepção da qualidade da água, aceitabilidade quanto ao uso, ponto de vista quanto a contribuição e a influência das suas característica nestes resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERFIL ETÁRIO E ESCOLARIDADE

A caracterização da amostra é de extrema importância para o entendimento da percepção sobre o tema abordado e deve abranger as características necessárias para alcançar os objetivos (BARBETTA, 2006).

Diversas razões podem ser preponderante para aceitabilidade do usuário, sejam elas sociais, culturais ou econômica. Partindo dessa concepção, além de caracterizar a população pelo tipo de vínculo com a instituição, o trabalho retratou sobre as faixas etárias e a escolaridade dos subgrupos.

Após obtenção e tabulação dos dados, tornou possível representar a população amostral através dos subgrupos e suas respectivas faixas etárias. A escolha por essas faixas etárias deu-se pela uniformidade dos dados, levando em consideração a frequência e a dispersão das idades.

Dos 135 entrevistados, a quantidade de pessoas entre 15 e 24 anos é a mais expressiva, como prenunciado, com 72,31% da amostragem, o que está diretamente associado a categoria de estudantes, em seus diferentes níveis, que correspondem a 88,59% da população local e 75% da amostra.

A faixa de 25-34 corresponderam a 13,85 %, mesmo percentual da faixa de 35 anos ou mais. A primeira foi encabeçada pelos técnicos administrativos, responsável por 55,55% desta categoria, já a última caracterizou-se pela distribuição uniforme quanto aos docentes (38,89 %), técnico administrativos (33,33 %) e terceirizados (27,78 %).

Observando a partir de cada subgrupo (tipo de vínculo), constatou-se que 95,83 % dos estudantes que responderam ao questionários tem idade entre 15 e 24 anos, os 4,17 % restantes englobam a faixa de 25 a 34 anos.

Por outro lado, os docentes participantes são compostos por 70 % com mais de 35 anos e 30% com idade entre 25 e 34 anos. Já os técnicos administrativos que afirmaram ter 25 a 34 anos correspondem a 62,5 % da amostra do seu subgrupo e 37,5% com mais de 35 anos.

O grupo dos terceirizados foi a única categoria com indivíduos em todas as faixas etárias determinada pela pesquisa, sendo 25 % com idade entre 15 e 24 anos, 12,5 % entre 25 e 34 e 62,5 % com mais de 35 anos. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 05.

Tabela 05 - Faixa etária dos participantes

Subgrupo	Faixa etária			Total subgrupo
	15-24	25-34	35 ou mais	
Discentes	92	4	-	96
Docentes	-	3	7	10
Téc. Adm	-	10	6	16
Terceirizados	2	1	5	8
Total	94 (72,31 %)	18 (13,85 %)	18 (13,85%)	130 (100,0 %)

Fonte: Autor (2021)

Acerca da escolaridade, os níveis foram organizados em fundamental, médio, superior e pós graduação, esse último representa o conjunto de pessoas especialistas, mestre, doutores e PhD.

Considerando as três modalidades de ensino que o Campus oferece, cursos técnicos e ensino médio integrados, cursos técnicos subsequente e cursos superiores, os discentes foram classificados quanto ao nível de escolaridade em: Ensino fundamental para os alunos dos cursos integrado; Ensino médio para os alunos dos cursos subsequente e superior para os que estão cursando o ensino superior. Dessa forma há maior evidência nas diferentes percepções e seus respectivos níveis de conhecimento.

Os resultados apresentados na Tabela 06 constata maior participação dos alunos do ensino médio integrado na resposta do questionário, 46,67% dos entrevistados afirmaram ter ensino fundamental completo e/ou ensino médio incompleto, sendo classificados no trabalho como escolaridade nível fundamental. Destes, 98,41% são alunos e o restante (1,59%) refere-se ao pessoal terceirizado.

Tabela 06 - Nível de escolaridade dos participantes

Subgrupo	Nível de escolaridade				Total subgrupo
	Fundamental	Médio	Superior	Pós Graduação	
Discentes	62	30	9	0	101
Docentes	0	0	0	10	10
Téc. Adm	0	3	4	9	16
Terceirizados	1	5	2	0	8
Total	63 (46,67 %)	38 (28,15%)	15 (11,11%)	19 (14,07 %)	135 (100,0 %)

Fonte: Autor (2021)

Aqueles que responderam ter ensino médio completo perfazem 28,15% da amostra, majoritariamente representados pelos alunos do ensino técnico subsequente (78,95%), seguido pelos terceirizados (13,16%) e pelos técnicos administrativos (7,89%).

A categoria “*nível superior*” foi composta por aqueles que declaram ser alunos e possuir ensino superior incompleto, pois subentende-se que está cursando o curso superior, e pelos demais que informaram ter ensino superior completo. Esse subgrupo representou 11,11% da população amostral da pesquisa, sendo formado por 60% de estudantes, 26,67 % por técnicos administrativos e 13,33 % de terceirizados.

Constatou-se também que 14,07 % dos entrevistados possuem curso ou cursos de pós graduação. Este subgrupo foi composto por 52,63 % de docentes e 47,37 % de técnicos administrativos.

É possível também afirmar que 61,39 % dos discentes participantes são do ensino médio integrado, ou seja, classificados como nível fundamental. 29,70 % cursam o curso técnico subsequente e 8,91 % o ensino superior.

Já os técnicos administrativos são composto por: 18,75 % de nível médio; 25 % com ensino superior e 56,25 % pós graduados.

Todos os docentes contidos na amostra são pós graduados, em contrapartida nenhum dos terceirizados tem esse nível de escolaridade, sua composição é da seguinte maneira: 12,5 % com ensino fundamental; 62,5 % com ensino médio e 25 % com ensino superior.

A associação de categorias, como as variáveis determinadas nesse trabalho, embasam melhor e dão amplitude para os fatores que determinam a aceitação dos usuários, permitindo melhor avaliação. Estudo realizado por Gu et. al (2015) corroboram para isso, onde avaliaram os usuários classificando-os pela faixa etária, nível de escolaridade e renda.

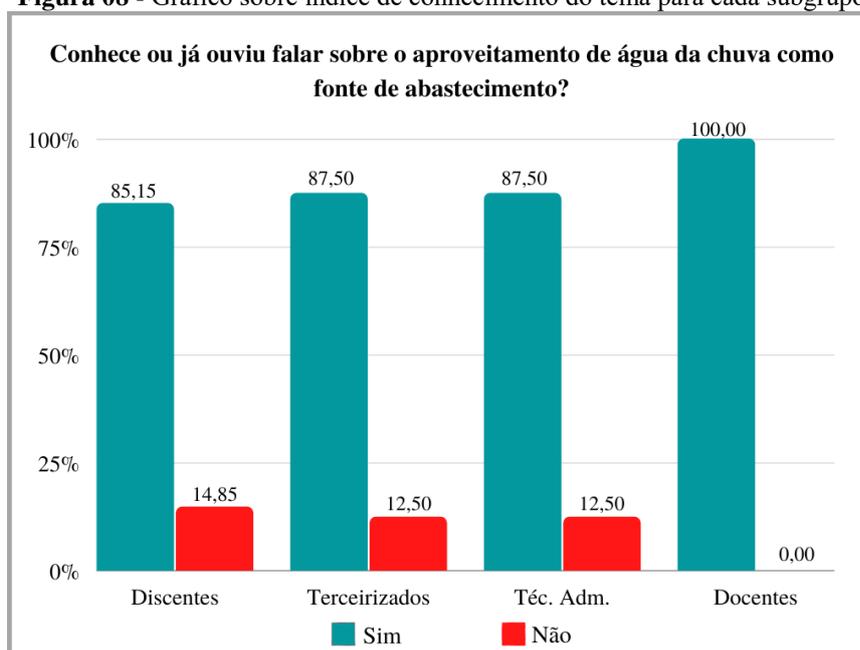
Porém, neste trabalho, não foi observado o quesito renda, justifica-se pelo fato dessa variável estar relacionada com o quanto o usuário se dispõe a pagar pela implantação e manutenção de um sistema de água da chuva. Dessa forma não é aplicável ao trabalho, por se tratar de órgão público e o mesmo que será o responsável por realizar tal investimento.

3.2 NÍVEL DE CONHECIMENTO SOBRE O TEMA

Através da quinta pergunta presente no questionário aplicado, permitiu-se obter resultados sobre o quanto os participantes conhecem o tema trabalhado. Ao serem indagados com: “*Conhece ou já ouviu falar sobre o aproveitamento de água da chuva como fonte de abastecimento?*”, 86,67% dos entrevistados no geral afirmaram que sim.

Categorizando pelo tipo de vínculo (subgrupos) obteve-se que 85,15 % dos estudantes participantes da pesquisa afirmaram conhecer ou já ouviram falar sobre o tema, esse percentual tem leve elevação quanto as afirmativas dos terceirizados e dos técnicos administrativo, totalizando 87,50 % das respectivas categorias. Já o grupo dos docentes foram unânimes (100 %) ao declarar ter conhecimento sobre tal assunto. Estes altos índices estão expostos na Figura 08.

Figura 08 - Gráfico sobre índice de conhecimento do tema para cada subgrupo



Fonte: Autoria própria (2021)

Esses números podem ser explicado pelo fato do uso da água da chuva ser uma técnica milenar, como registrada na pedra moabita a 830 a.C, ou até mesmo na região da antiga Mesopotâmia (THOMAZ, 2011). Sempre foi utilizada de forma empírica e intuitiva pelas civilizações e é bastante popular no Nordeste do Brasil, região que historicamente tem problemas com as secas

Além disso, a área de estudo é um estabelecimento educacional tecnológico da esfera federal, seu acesso é por meio de seleção, o que tornam as pessoas que ali frequentam privilegiadas quanto acesso ao conhecimento. Diante disso, esperava-se uma parcela considerável de indivíduos com conhecimento prévio sobre o tema.

Considerando como subgrupos a faixa etária e posteriormente, o nível de escolaridade dos entrevistados, a Tabela 07 fornece como resultado que na faixa etária de 15 a 24 anos (que corresponde a 72,31% da amostra total) 84,04% deram resposta positiva sobre conhecer o tema. Esse valor é muito próximo aos 85,15% dos discentes, não por acaso 97,87% das pessoas dessa categoria (15 a 24 anos) são estudantes.

Tabela 07 - Respostas sobre o conhecimento na perspectiva etária e nível de escolaridade

Subgrupo	Sim	Não	Total subgrupo
Idade 15-24	84.04%	15.96%	94
Idade 25-34	88.89%	11.11%	18
Idade 35 ou mais	94.44%	5.56%	18
Nível Fundamental	80.95%	19.05%	63
Nível Médio	92.11%	7.89%	38
Nível Superior	93.33%	6.67%	15
Pós Graduação	94.74%	5.26%	19

Fonte: Autor (2021)

Além disso, a faixa supracitada é composta por 62,77% de pessoas de nível fundamental (alunos do ensino médio integrado) apresentado na Tabela 08. Nas três perspectivas, tanto discentes como faixa etária de 15 a 24 anos e nível fundamental, apresentaram o menor índice de conhecimento.

Tabela 08 - Relação faixa etária e nível de escolaridade

Escolaridade	Faixa etária			Total subgrupo
	15-24	25-34	35 ou mais	
Fundamental	59	0	1	60 (46,15%)
Médio	29	4	3	36 (27,69 %)
Superior	6	5	4	15 (11,54 %)
Pós Graduação	0	9	10	19 (14,61%)
Total	94 (72,31 %)	18 (13,85 %)	18(13,85%)	130 (100,0 %)

Fonte: Autor (2021)

Ainda em termos de intervalo etático, aqueles que tem de 25 a 34 anos foi a segunda em termos de conhecimento sobre o tema, com 88,89%. Sendo que essa faixa é composta por alunos (22,22%), professores (16,67%), técnicos administrativos (55,56%) e terceirizados (5,55%). Essa categoria é composta em sua maioria por pós graduados (50 %), resultado influenciado pelos técnicos administrativos, além de graduados (27,78%) e ensino médio completo (22,22%).

Os maiores índices de pessoas que afirmaram conhecer o aproveitamento de água da chuva foi o daqueles que tem mais de 35 anos, atingindo 94,44% das afirmativas positivas. Esse grupo é fortemente influenciado pelos professores e técnico administrativos, que correspondem juntos a 72,22 % desse grupo amostral. Além do que o índice entre os docentes e os técnicos acima dos 35 anos foi de 100%.

A Tabela 07 também apresenta os resultados relacionado ao índice de escolaridade dos usuários do campus, desse modo foi possível visualizar que o grau de respostas afirmativa foi elevando junto com o nível de escolaridade, embora os números entre nível médio, superior e pós foram muito próximo, com diferença de apenas 2,63%, dentro do erro amostral.

O maior percentual foi atribuído aos pós graduados, com 94,74%. Já os de nível fundamental apresentaram percentual de 80,95%, o menor entre os padrões acadêmicos. De toda forma, em geral, o resultado demonstrou alto conhecimento da população da escola.

O comportamento das tabelas e gráfico apontam um comportamento semelhante entre as categorias, onde os índices estão crescentes no sentido das maiores idades e dos níveis de escolaridade, capitaneados pelos docentes, que por sua vez se encaixam entre os mais velhos e com maior nível de escolaridade.

Já as pessoas com nível fundamental completo e idade entre 15 e 24 anos apresentaram valores menores, indicando forte influência nas respostas dos alunos do curso integrado, que por se tratar de adolescentes entre 15 e 18, as experiências pessoais, ou a falta delas explicam esses valores.

3.3 PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA E SUAS ATIVIDADES FINIS

Um dos aspectos essenciais na interferência do uso da água pluvial e seu destino final é a qualidade da mesma, tanto no tocante a seus parâmetros físicos, químicos e biológicos, regulamentado pelas legislações, como também pela compreensão popular. Para Chew et al. (2019) os usuários tendem a se concentrar nos riscos à saúde, sabor e características estéticas para definir a água como “boa” ou “ruim”,

A NBR 15527/2019 aborda parâmetros de qualidade para uso da água da chuva para fins não potáveis. Em termos de potabilidade, a legislação mais utilizada atualmente é a Portaria de Consolidação 05/2017 do Ministério da Saúde. A qualidade das águas pluviais pode variar de acordo com a localização do sistema de coleta, com as condições meteorológicas, com a presença ou não de vegetação e com a presença de carga poluidora no ar (MAY, 2009).

De acordo com Thomaz (2009), a qualidade da água de chuva pode ser encarada em quatro etapas: Antes de atingir a superfície; Após contato com o telhado; Dentro do reservatório e no ponto final de uso. A possível presença de excremento animal nas coberturas tem alto potencial de contaminação por coliformes. Além disso, os telhados geralmente comportam materiais orgânicos como folhas de árvore e poeira. Recomenda-se que os primeiros volumes de chuva sejam descartados (first flush).

No âmbito subjetivo, o meio onde o indivíduo se encontra molda de certa forma a sua percepção quanto ao uso da água e sua qualidade, Barros et al. (2013) por exemplo, observaram a satisfação de agricultores no interior da Paraíba, que sofrem com a baixa disponibilidade hídrica, quanto ao uso da água em cisternas para beber após tratamento simplificado por cloro.

Já Jaravani et al. (2017) abordaram a influência cultural, onde aborígenes australianos preferem a água da chuva, mesmo que comprovadamente de qualidade inferior do que a do abastecimento convencional, devido a uma tradição parental, passada de geração em geração.

Mahmoud et al. (2018) identificou que a interferência econômica em aldeias da Palestina, onde pessoas sem acesso aos recursos hídricos e sem recurso para construir cisternas admitem o uso de água de baixa qualidade para atividades mais nobres.

Foi questionado se na opinião dos participantes a água da chuva captada através do telhado da edificação era de boa qualidade. A pergunta deixou em aberto para diversas

interpretações, tendo em vista que a percepção da qualidade é subjetiva. Pode ser analisada quanto as suas características físicas, químicas e biológicas, sua potabilidade e / ou balneabilidade, como também seu potencial valor econômico, ambiental e social.

A Tabela 09 expõe o retorno da concepção dos usuários do campus quanto a água da chuva ser de boa qualidade ou não. Em termos gerais, 54,07% afirmaram julgar que a água proveniente da chuva é de boa qualidade, já 45,93% não a considera como boa.

Tabela 09 - Resultado das respostas a “Na sua opinião, a água da chuva captada através do telhado da edificação é de boa qualidade?”

Subgrupo	SIM	NÃO	Total subgrupo
Discentes	53.47%	46.53%	101
Terceirizados	50.00%	50.00%	8
Téc. Adm	50.00%	50.00%	16
Docentes	70.00%	30.00%	10
Idade 15-24	48.94%	51.06%	94
Idade 25-34	61.11%	38.89%	18
Idade 35 ou mais	66.67%	33.33%	18
Nível Fundamental	50.79%	49.21%	63
Nível Médio	55.26%	44.74%	38
Nível Superior	60.00%	40.00%	15
Pós Graduação	57.89%	42.11%	19
Total Geral	54.07%	45.93%	135

Fonte: Autor (2021)

Observando sob o âmbito dos tipos de vínculo foi possível identificar que a categoria com maior percentual de respostas afirmativas a indagação foram os docentes, com 70 % das respostas. Logo depois aparece os discentes, com 53,47 % e terceirizados e técnicos administrativos com os mesmo 50 %.

Sob o ponto de vista etário, seguiu a sequência no sentido crescente, quanto mais velho maior o percentual de respostas afirmativas, resultado esperado já que grande parcela dos professores estão nessa faixa de idade. O índice para aqueles com 35 anos ou mais foi de 66,67%, com idade entre 25 e 34 anos foi de 61,11% e para os mais novos (15-24 anos) 48,94%.

No aspecto acadêmico, o menor índice de respostas “sim” esteve para aqueles com nível fundamental (50,79 %) e o maior para os graduados (60%). Além disso, 55,26% dos que possuem ensino médio completo responderam afirmativamente. Fato interessante foi a influência dos técnico administrativos quanto os resultados dos pós-graduados (57,89%) já que esperava-se ser maior devido à influência dos docentes.

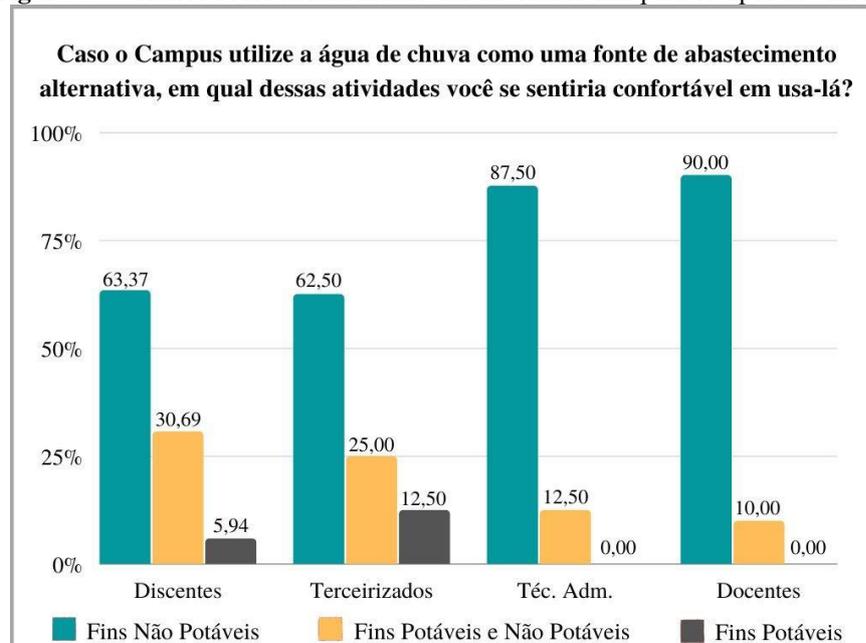
Além da questão sobre a qualidade, questionou-se os participantes sobre o Campus utilizar a água de chuva como uma fonte de abastecimento alternativa, em qual dessas atividades se sentiriam confortável em usa-la, foram disponibilizadas as seguintes atividades como opção: Beber e cozinhar; Tomar banho e lavar as mão; Descarga e/ou mictórios; Rega de jardim e lavagem de piso.

Para auxiliar na interpretação dos dados, as atividades foram classificadas quanto a sua finalidade, atividades de fins potáveis para aquelas que o usuário ingere ou tem contato direto (beber e cozinhar; tomar banho e lavar as mão) e para fins não potáveis para as atividades que não há o contato direto (descarga e/ou mictórios; rega de jardim e lavagem de piso).

Exposta a Figura 09 observa-se que os professores e técnicos administrativos apresentaram os maiores percentuais de aceitabilidade para uso somente em atividades fins não potável (90%). Adicionalmente, 10% e 12,5% respectivamente admitiram o uso tanto para atividades não potáveis como potáveis e nenhum deles optaram por atividade de fins potáveis.

Porém, 70% dos professores consideram que a água da chuva seja de boa qualidade, ou seja, afirmam que a água é boa mas não utilizaria em atividades que requer água “boa” de fato. Este fato esclarece que para categoria supracitada a água é bom mesmo que não seja potável, pois pode ser utilizada em atividades que não exija esse padrão de qualidade.

Figura 09 - Gráfico sobre aceitabilidade das atividades fins para os tipos de vínculo



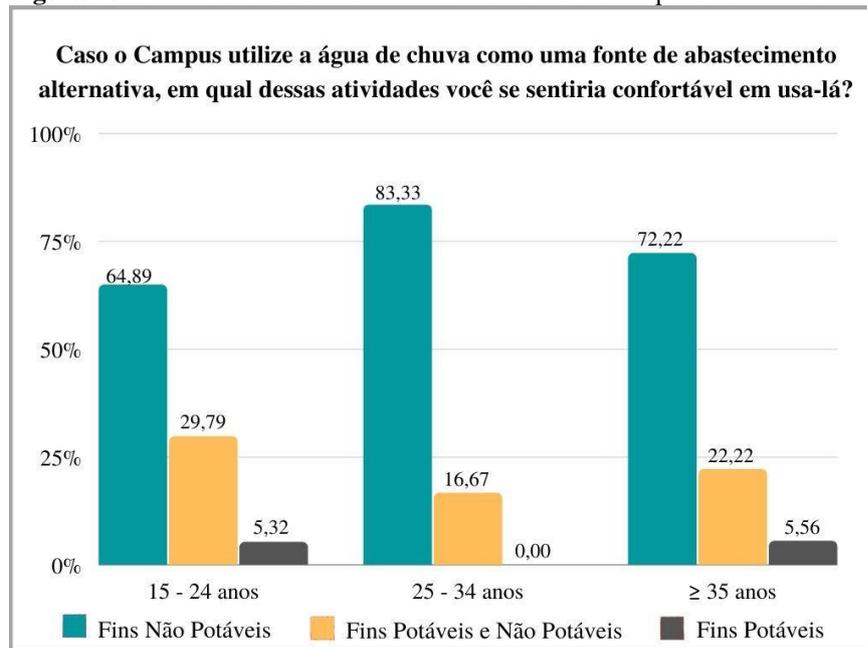
Fonte: Autoria própria (2021)

Do outro lado, estudantes e terceirizados exibiram resultados semelhantes, destacando que ambas categorias apresentaram percentual de pessoas que admitem o uso da água pluvial somente em atividades potáveis (12,50 % dos terceirizados e 5,94% dos estudantes).

Considerando o índice dos que admitem os dois tipos de atividades (potáveis e não potáveis) é possível afirmar que 36,63% dos estudantes usariam água pluvial para atividades de fins potáveis, esse número chega a 37,5% para os terceirizados.

Entre as faixas etárias, a Figura 10 mostra que a única que não citou o uso somente em atividade de fim potável foi a de 25 a 34 anos, influenciada pelos técnicos administrativos. Já as outras duas apresentaram percentuais baixo para somente atividade de fins potáveis, 5,32% para faixa de 15-24 anos e 5,56% para 35 anos ou mais, valores estes atrelados aos estudantes e profissionais terceirizados.

Figura 10 - Gráfico sobre aceitabilidade das atividades fins para as faixas etárias

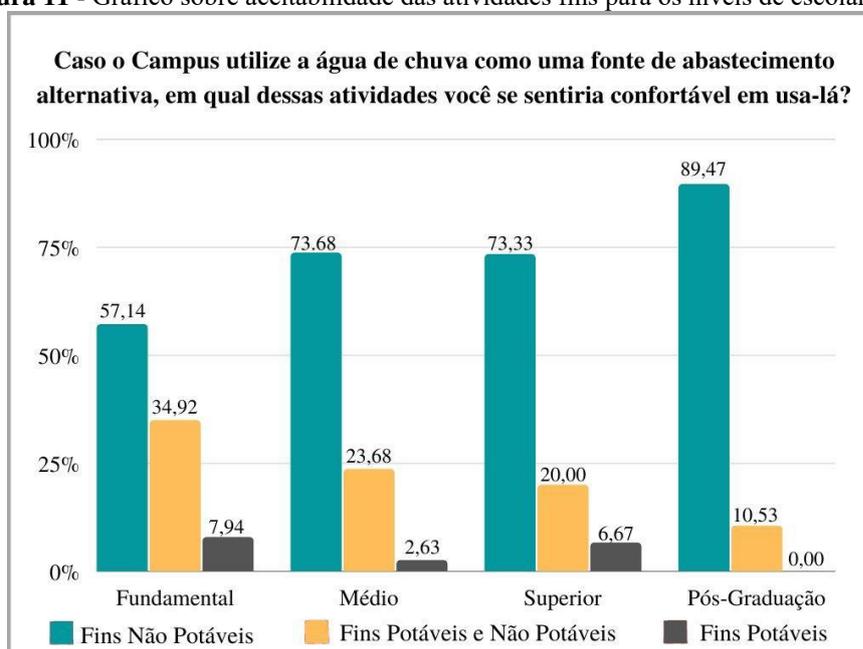


Fonte: Autoria própria (2021)

Ainda assim, o intervalo etático intermediário expressou maior porcentual de aceitabilidade para uso somente em atividades de fins potáveis (83,33%), seguido dos 35 anos ou mais (72,22%) e 15-24 anos (64,89%). Esses números, comparados com a Tabela 09 (onde a concepção de qualidade eleva-se no sentido crescente a idade) evidencia que não relação entre percepção de qualidade e aceitabilidade aos usos neste caso, há diversos motivos para essa caracterização por parte do indivíduo.

Equitativamente é observado quando apresentado os resultados sob aspecto nível acadêmico, a Figura 11 mostra um nível ascendente do percentual da aceitabilidade para o uso somente em atividades de fins não potáveis junto com o nível de escolaridade, onde tem o menor índice entre os de nível fundamental (57,14%), tem percentuais praticamente iguais entre nível médio e superior, 73,68% e 73,33% respectivamente, e maior índice para os pós-graduados, com 89,47%. Paralelamente a isso, o nicho que tem nível superior mostrou maior índice, embora todos muito próximo, no quesito boa qualidade da água.

Figura 11 - Gráfico sobre aceitabilidade das atividades fins para os níveis de escolaridade



Fonte: Autoria própria (2021)

Quando compara-se os gráficos a partir do nível de escolaridade (Figura 11) e tipo de vínculo (Figura 09) é possível identificar similaridade. Para os pós-graduados, por exemplo, não é admitido o uso da água para atividades de fins potáveis, justamente por se nível ser composto por professores e técnicos.

Já para o nível superior, que apresenta 6,67% para essa variável é fortemente influenciado por aluno e terceirizados, que compõem 73,33% desse grupo. Os discentes foram os principais responsáveis para que a categoria de nível fundamental fosse a que tivesse a maior aceitabilidade para alguma das atividades de fins potáveis, não foi acompanhado pelo nível médio devido à presença de técnicos administrativos.

O fato do indivíduo afirmar que a água proveniente da chuva seja de má qualidade não significa que o mesmo rejeite essa fonte hídrica, mas provavelmente que ele considere seu uso

restrito para atividades de fins não potáveis. Por outro lado, quem afirma-a como boa não necessariamente está considerando a sua potabilidade, mas o seu potencial quanto ao funcionamento do sistema.

Essa hipótese é reforçada considerando que na opinião dos entrevistados, 54,07% consideram que a água da chuva escoada pelo telhado seja de boa qualidade, enquanto 45,93 % julgam como de má qualidade e que cada entrevistado elencou pelo menos uma atividade que se sentiria confortável de usa-la, não indicando rejeição quanto ao uso.

Por outro lado, uma parcela da população amostral possivelmente crê que a água da chuva tenha qualidade suficiente para ser utilizadas em atividades que requer potabilidade, tendo em vista que 94,52% dos que consideraram a água boa admitem o uso em atividades não potáveis, número muito próximo ao dos que pensam ao contrário (95,16%). Porém, enquanto 19,35% do segundo grupo citado admitem de alguma forma o uso em atividades potáveis, no primeiro grupo esse índice chega a 42,47%.

Observou-se também que o entendimento sobre atividades que requer água boa em relação a sua potabilidade pode estar equivocado. O grupo de pessoas entre 15 e 24 anos, por exemplo, apresentaram menor índice sobre concepção de boa qualidade da água, paralelamente a isso, apresentaram um dos maiores valores para atividades que exigem água de melhor qualidade.

Outra contradição que colabora para essa interpretação é que 100% das que admitiram uso de apenas atividade potável escolheram como atividade “tomar banho e lavar as mãos”, tal atividade é considerada como fim potável, por estar em contato direto com a pele.

De todo modo, verificou-se que a aceitabilidade quanto ao aproveitamento da água chuva é massivo, tendo diferentes níveis conforme sua posição, idade nível escolar e classe econômica. Estes resultados coincide com o trabalho de Mankad e Tapsuwan (2010), que após realizar revisão sobre o tema afirmou que a maioria dos estudos nesse tema mostram alta aceitação para aplicação não potável da água alternativa. Assim como Sauri e Garcia (2020) afirmam que aceitabilidade tende a ser alta, uma vez que a água da chuva coletada é consistentemente bem avaliada por usuários, especialmente quando comparados com outras fontes de água, como águas cinzas.

Exatamente assim, ocorreu neste trabalho, os níveis de aceitação para aplicação não potável foi alto, em termos gerais 94,81% dos entrevistados apresentaram aceitabilidade para pelo menos uma atividade de fim não potável. Esses valores tiveram crescente para aqueles

com maiores graus de escolaridade, representado pelos professores e técnicos administrativos, grupos nos quais tendem a ter renda maior considerando a realidade do campus.

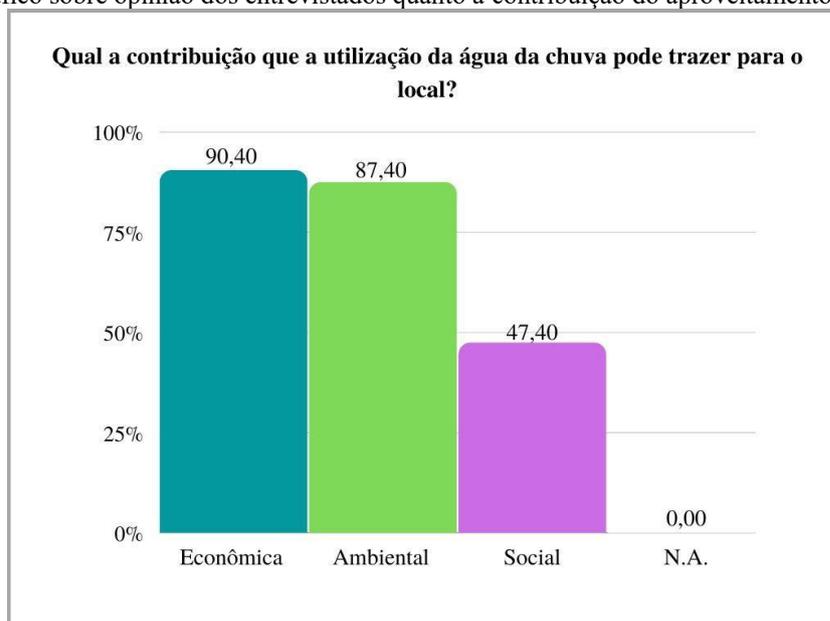
Em estudo realizado em 03 cidades chinesas Zhu, Wang e Li (2019), tiveram resultado muito semelhantes, da mesma forma que Gu et al. (2015), onde a escolaridade e idade estavam diretamente relacionadas com a aceitação menor para uso potável e maior para uso não potável.

3.4 PERCEPÇÃO SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA ÁGUA DA CHUVA

O último quesito abordado aos perguntados, foi “Qual a contribuição que a utilização da água da chuva pode trazer para o local?”, o participante poderia marcar um ou mais itens divididos como: Econômica, ambiental, social ou nenhuma das alternativas.

Como mostra a Figura 12, de modo geral 90,40 % responderam que há contribuição econômica, para 87,4% utilizar a água da chuva contribui no âmbito ambiental e para 47,4% há contribuição social. Não houve respostas para “nenhuma das alternativas”, indicando que é unânime aos entrevistados que há alguma contribuição aproveitar a água da chuva.

Figura 12 - Gráfico sobre opinião dos entrevistados quanto a contribuição do aproveitamento da água da chuva



Fonte: Autoria própria (2021)

Observando o âmbito econômico mais detalhadamente observa-se que para a variável tipo de vínculo há aproximação nas respostas entre discentes e terceirizados, 89,11% e 87,50% respectivamente e igualdade entre técnicos administrativos e docente, ambos com 100%.

Já nas variáveis de faixa etária e nível de escolaridade, os índices estão dispostos de maneira ascendente, de mais novos a mais velhos e de menor nível de escolaridade a maior. Percebe-se que esse comportamento está relacionado ao fato dos professores e técnicos administrativos ter idade maior em relação aos alunos e grau de conhecimento acadêmico maior que alunos e profissionais terceirizados.

No campo ambiental, obteve-se número muito próximo ao econômico, porém a única categoria unânime quanto a sua contribuição foi a dos docentes. Vale destacar a participação dos alunos nesse quesito, onde 90,10% consideram o ganho ambiental. Em contraste a isso, os terceirizados apresentaram percentual bem abaixo da média, apenas 37,50% considera que haja contribuição ao meio ambiente.

Esses resultados podem estar atribuídos tanto ao fato da participação escolar dos envolvidos, onde aqueles que estão em sala de aula abordam o tema com maior frequência, como também com a falta de conhecimento de que aproveitar a água da chuva resulta em diversos ganhos na economia de água e, conseqüentemente, gera um ganho ambiental.

Os valores relacionados ao ganho social destaca-se que o maior valor novamente foram dos professores, com 60% e os menores foram atribuídos aos terceirizados, onde não houve citação para essa contribuição, sendo possível ver na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultado das respostas a “Qual a contribuição que a utilização da água da chuva pode trazer para o local?”

Subgrupo	Econômica	Ambiental	Social
Discentes	89.11%	90.10%	50.50%
Terceirizados	87.50%	37.50%	0.00%
Téc. Adm	100.00%	87.50%	50.00%
Docentes	100.00%	100.00%	60.00%
Idade 15-24	87.23%	89.36%	46.81%
Idade 25-34	100.00%	83.33%	38.89%
Idade 35 ou mais	100.00%	77.78%	50.00%
Nível Fundamental	84.13%	92.06%	50.79%
Nível Médio	84.21%	78.95%	39.47%
Nível Superior	93.33%	93.33%	46.67%
Pós Graduação	100.00%	94.74%	57.89%

Fonte: Autor (2021)

Os resultados apresentados estão em conformidade com o que dizem os estudos nas últimas décadas, Marinoski e Ghisi (2008) afirma que através de sistemas de captação da água pluvial é possível reduzir o consumo de água potável, minimizar alagamentos e enchentes, diminuir problemas com falta de água e preservar o meio ambiente para evitar a escassez dos recursos hídricos. Yazar e Ali (2016) abordam que a busca por fontes renováveis de captação de água vem de uma onda ambientalista de desenvolvimento sustentável.

Os países africanos vem utilizando sistemas de captação de águas pluviais para utilização na agricultura. Em muitas partes do continente a aplicação da água da chuva tenta suprir a ineficiência econômica e a inexistência de infraestrutura adequada para captação, condução, armazenamento e distribuição do recurso hídrico disponível (CAMPISANO et al., 2017; PRADHAN; SAHOO, 2019).

Porém, de fato, as pesquisas voltadas para o tema levam como foco a economia da água potável e seus benefícios econômicos, com a redução das tarifas de água, e seus benefícios ambientais, como a preservação dos mananciais devido a redução da retiradas de água para tratamento em larga escala, como também na diminuição do escoamento nas redes de drenagem. Pouco se fala dos impactos sociais que esse tipo de trabalho pode gerar, isso explica o resultado dos questionários. O nível de pessoas que consideram a contribuição social, embora bem abaixo dos outros itens, é suavemente maior para a categoria de professores e que tem pós graduação, justificando-se pela experiência trazida por eles no âmbito educacional.

A implementação dessa técnica permite ao Instituto não só economizar água, contribuir para o meio ambiente e ter redução de gastos com a concessionária de água local, mas também pode servir como instrumento de política social interna, partindo de um trabalho forte na educação ambiental, já que trata-se de um estabelecimento educacional composto em sua maioria por jovens e adolescentes, sendo valioso inseri-los nesse processo. Inclusive, para Portugal e Sorrentino (2020) a educação ambiental brasileira se constrói com base em diferentes perspectivas, concepções e práticas, que entre os focos está a educação ambiental escolar.

Além da educação ambiental, os resultados ambientais em potencial pode dar a possibilidade de se trabalhar com a responsabilidade social, partindo da viabilidade de utilizar desse recurso hídrico captado para irrigação, produzindo alimento e contribuindo com alguma comunidade vizinha ou propriamente alunos em estado de vulnerabilidade social.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou analisar a percepção dos usuários do Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto sobre o uso da água de chuva para atividades de fins potáveis e não potáveis, a partir das suas perspectivas analisadas via implantação de questionário.

Pôde-se concluir que em geral há alto índice de conhecimento sobre o tema no local, devidamente por ser um ambiente escolar, com amplo acesso a informações, 86,67% dos entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre o tema.

Do mesmo modo, conclui-se também que a aceitação do uso da água da chuva está relacionada para atividades que não haja consumo e nem contato direto (atividades de fins não potáveis). 94,81% indicaram ao menos uma atividade que não requer água potável. O índice se comportou de forma crescente conforme grau de escolaridade e conseqüentemente maiores rendas (professores e técnicos administrativos).

Foi concluído também que há percepção de que o aproveitamento da água da chuva é visto como potencial de economia e preservação ambiental, visto que aproximadamente 90% dos usuários afirmaram que esse tipo de sistema contribui econômica e ambientalmente.

ESTIMATIVA DOS USOS FINAIS DE ÁGUA DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS LAGARTO

1 INTRODUÇÃO

A água, como fonte vital é um tema discutido por diversos segmentos, com atenção voltada, entre outros, a sua disponibilidade, atual e futura, e as diferentes concepções de uso. De certo modo, é sabido que o panorama hídrico no planeta é preocupante, principalmente devido à alta demanda e degradação pelas ações antrópicas. Com isso, ações sustentáveis baseadas na conservação e reuso são imprescindíveis para suprir as necessidades atuais e garantir as futuras (BUREK et al., 2016; UNESCO, 2018).

Além da disponibilidade, o clima, a cultura, os costumes da região, grau de desenvolvimento do país, políticas econômicas e sociais, informação e conscientização da população, classe social e renda familiar, forma e preço das tarifas influenciam no consumo de água das populações. (RIBEIRO, 2006; HAFNER, 2007).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, em 2017 os norte-americanos, por exemplo, consumiram 1.367 m³/ ano /per capita enquanto Angola 23,67 m³/ ano /per capita. Os países mais desenvolvidos têm níveis maiores nas três principais atividades de uso (agricultura, indústria e abastecimento doméstico), principalmente em países que cultuam o capitalismo.

Quando se trata de ações de sustentáveis, o objetivo 06 das Nações Unidas é garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos. Entre as metas específicas para atingi-lo está a reciclagem e reutilização segura de água. Nesse contexto, identificar o perfil de consumo do público alvo da reciclagem de água é de extrema valia, garantindo melhor gestão da demanda e viabilidade do sistema (BARRETO, 2008).

Especificamente para o aproveitamento de água pluvial para atividades com fins não potáveis a identificação do perfil de consumo local indica o potencial de economia de água, através da substituição da água potável e tratada pela água da chuva (de qualidade geralmente menor) para atividades menos nobre.

Tomaz (2009) notou dificuldade de se fazer a previsão de consumo de água, devido ao grande volume de informações necessárias e nem sempre disponíveis. De modo geral, esse

levantamento é feito a partir da observação, identificação das características dos equipamentos e da aplicação de questionário objetivando informações acerca da frequência e tempo de uso de cada dispositivo. (KAMMERS; GHISI, 2005; YWASHIMA, 2005; FASOLA et al., 2011; TESTON et al., 2018).

Ribeiro (2016) avaliou os usos finais de 48 edificações a partir de entrevistas acerca da frequência de uso dos equipamentos hidráulicos e realização de estimativa de vazão dos mesmos. Fasola et al. (2011) realizou levantamento para duas escolas em Florianópolis, SC e observou resultado muito distintos entre elas. De fato, o perfil de uso final varia entre as edificações, isso deve-se as inúmeras variáveis possíveis, como tipo de equipamentos no local, faixa etária dos usuários, nível de conscientização, disponibilidade de água, etc. Cardoso, Blanco e Duarte (2020) também aplicaram metodologia semelhante para um prédio da Universidade Federal do Pará.

Já Kim et al. (2020) utilizou como metodologia para definir os usos finais a vazão dos aparelhos e um percentual de uso com base no número de usuários em uma arena de entretenimento na cidade de Bristol, Inglaterra.

A falta de pesquisas em grande escala com estimativas de usos finais de água para cada tipo de edificação e suas respectivas particularidades, potencializa a necessidade de realizar estudo in loco para obter o consumo local. Porém, quando esse levantamento é realizado em forma de aplicação de questionários, abre alta possibilidade de erro pois depende das informações dos usuários, que entende-se ser de baixa precisão.

Atualmente, diversos trabalhos com inúmeras finalidades realizam levantamento de consumo de água através da instalação de sensores nas tubulações. Esse método permite obter um recorte mais preciso sobre a situação local. Zang, Kumar e Werner (2020) utilizaram hidrômetros para otimizar o uso na irrigação. Já Coriolano (2019) utilizou os sensores conectados a plataforma Arduino em um sistema de bombeamento utilizado no processo de secagem da farinha de mandioca por sistema híbrido energia solar/gás.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estimar os usos finais de água do Instituto federal de Sergipe – Campus Lagarto, através da instalação de sensores de fluxos de vazão nas tubulações dos aparelhos hidráulicos, acoplados a plataforma Arduino, permitindo caracterizar os usos finais de água do prédio e mensurar o potencial de economia de água potável para possível implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Lagarto, localizado na região centro-sul do estado de Sergipe, distante a 75 quilômetros da capital Aracaju, coordenadas geográfica 10° 55' 02'' S, 37° 39' 00 W e altitude de 183 m acima do mar. Sua zona climática é caracterizada como mesorregião agreste sergipano e microregião agreste de Lagarto (SERGIPE, 2016; IBGE, 2021).

A população atual é estimada em 105.221 habitantes sendo a terceira maior do estado. Sua zona rural destaca-se por ser bastante populosa, cerca de 48,5% da população vive distribuídas entre os 119 povoados. A área urbana é dividida em 13 bairro e 05 zonas de expansão. Seu território perfaz uma área de 968,921 km² e densidade demográfica de 97,84 hab/km² (IBGE,2010; IBGE, 2020).

Localizado no Território de Planejamento Centro-Sul Sergipano, faz divisa com os municípios de Riachão do Dantas, Simão Dias, São Domingos, Campo do Brito, Itaporanga D'Ajuda, Macambira, Salgado e Boquim (EMDAGRO, 2018).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM para o ano de 2010 é de 0,625 conforme os dados do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, considerado como médio. Segundo o IBGE (2018), o PIB per capita do município lagartense é de R\$ 14.239,60 sendo o 18º maior PIB do estado, suas atividades principais geradoras são a agropecuária, indústria e os serviços. Já o salário médio da população equivale a 1,8 salários mínimos enquanto 14,11% tem alguma ocupação e 46,1% dos domicílios encontram-se na condição de até meio salário per capita (IBGE, 2019).

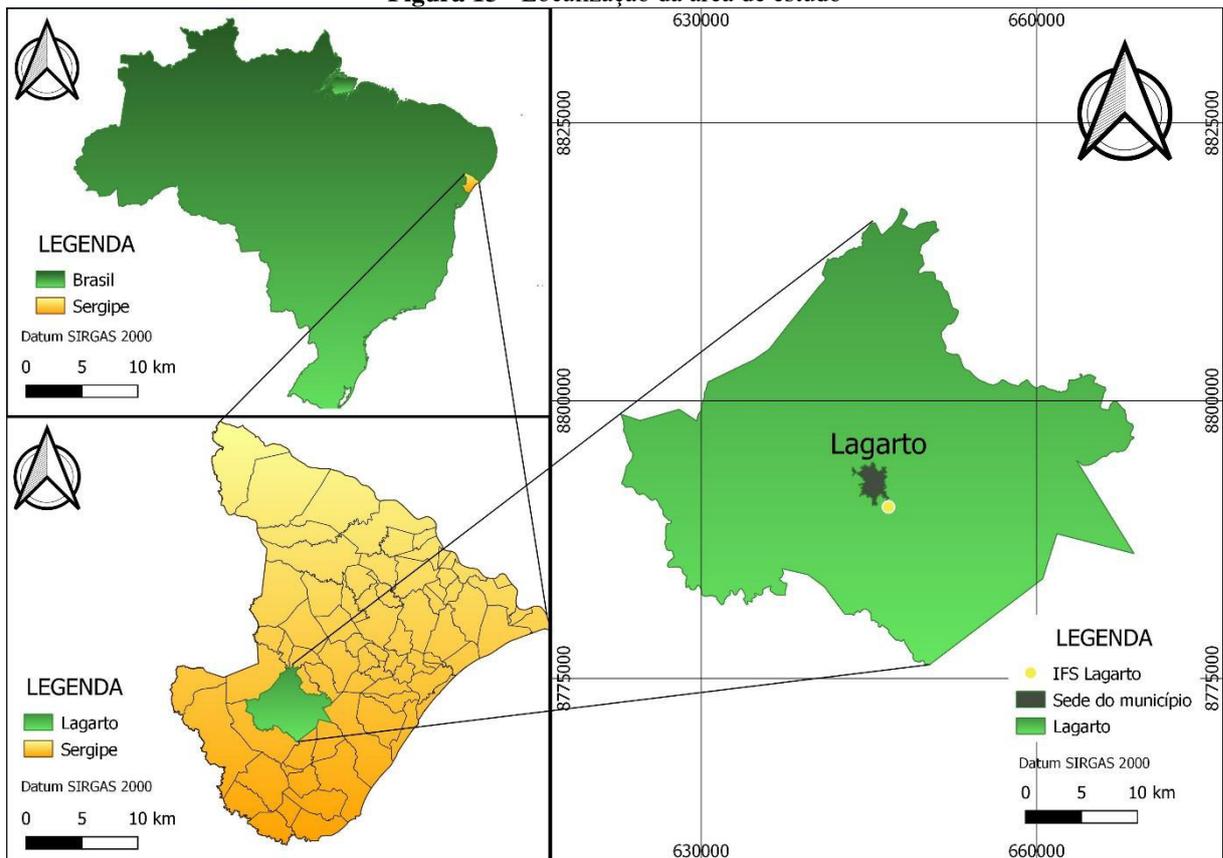
Na área da educação a cidade apresenta índice de 98% de escolarização para faixa etária de 6 a 14 anos, possui 80 escolas de ensino fundamental e 8 de ensino médio. Para os anos iniciais a nota do IDEB em 2019 foi de 4,9, já para os anos finais o índice é de 4,1 (IBGE, 2019).

Segundo dados do SNIS 2019, 94,52 % da população é atendida pelo abastecimento de água potável, mas apenas 8,87 % do esgoto é coletado e tratado. O município está incluso nas áreas das bacias hidrográficas do rio Piauí e do rio Vaza Barris.

Sua precipitação anual corresponde a aproximadamente 1059 mm, a partir de dados disponibilizados pela SERHMA - Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. O regime de precipitação é caracterizado por período chuvoso (abril a agosto) bem definido. Segundo Fontes e Santos (1999) o clima na região é Megatérmico Subúmido C1A, 'a', com estação seca bem definida e temperatura média de 24,4°C.

O bioma característico local é a caatinga e a mata atlântica, com relevo de superfície semiplanada com serras residuais e tabuleiros costeiros. (EMDAGRO, 2018). Caracterizado por ter grandes povoados, Lagarto (Figura 13) destaca-se na produção de laranja, maracujá e mamão na lavoura permanente e mandioca, milho e feijão na lavoura temporária. É possuidor de um dos maiores rebanhos bovinos do Estado, além disso, destaca-se na criação de equinos, ovinos, galináceos. (LAGARTO, 2021).

Figura 13 - Localização da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2020)

2.2 OBJETO DE ESTUDO

O Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto (10°56'18.2" S, 37°39'24.9" W) é um dos principais centros educacionais da região centro-sul do estado, faz parte da estrutura administrativa do Instituto Federal de Sergipe e compõe a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica do Governo Federal. Está localizado a 03 quilômetros do centro comercial de Lagarto, próximo ao distrito industrial do município, da barragem Dionísio Machado e do quartel do Corpo de Bombeiros Militar de Sergipe – CBMSE.

O Instituto iniciou suas atividades no ano de 1995, quando ainda era chamado de Unidade Descentralizada de Ensino de Lagarto (UNED), ofertava os cursos técnicos de Construção Civil, Eletromecânica e Informática, no ano de 2004 foi incorporado aos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET) e no ano de 2008, após a publicação da Lei nº 11.892, que criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, a unidade virou Campus Lagarto do IFS, ampliando sua oferta a cursos superiores (IFS, 2020).

Atualmente, são ofertados no Campus Lagarto 04 cursos de nível médio integrado, onde os alunos cursam o ensino médio paralelamente ao ensino técnico, sendo eles: Automação Industrial; Edificações; Eletromecânica; Redes de computadores. O ensino técnico também é ofertado na modalidade subsequente (após a conclusão do ensino médio), tendo os cursos de Edificações e Eletromecânica. No nível superior são ofertados o curso de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica, Sistemas de Informações e Licenciatura em Física. Para o período 2020.1, estão matriculados ao todo 1428 alunos, para reger essa estrutura são lotados no campus 56 técnicos administrativos, 26 funcionários terceirizados e 102 professores.

O IFS Lagarto (Figura 14) é composto por quatro blocos principais, onde funciona o setor administrativo, salas de aula e laboratórios; um auditório; prédio da coordenação de edificações; coordenação de informática; refeitório; ginásio de esportes; espaço do servidor; vestiário e rampa de acesso. Possui uma área construída de aproximadamente 6.650 m² e consumo de água médio mensal nos últimos dois anos de 285,4 m³. O abastecimento de água da área de estudo é realizado pela concessionária local, por um sistema de abastecimento indireto por meio de reservatórios.

Figura 14 - Foto aérea do IFS – Campus Lagarto



Fonte: IFS (2019)

2.3 COLETA DE DADOS

Fora coletados os seguintes dados para subsidiar a estimativa dos usos finais: Volume de água individual de cada aparelho hidráulico; consumo total do prédio via hidrômetro e consumo total do prédio via dados da concessionária local. Para isso foi necessário realizar a instalação dos sensores de fluxo ligados a plataforma Arduino.

Para instalação dos sensores foi eleito o banheiro localizado no Bloco 01, pavimento térreo, como amostragem para o monitoramento do consumo. A escolha se deu pela fácil acessibilidade ao local. Além disso, levantou-se o número de aparelhos em todo prédio onde foram encontrados 26 chuveiros, 14 mictórios, 43 lavatórios, 24 vasos sanitários e 11 torneiras de jardim.

Posteriormente a escolha do banheiro, foi definido o esquema de ligação para o ambiente, este foi dividido em duas partes, montagem física (hardware) e montagem digital (software).

A instalação física partiu da inserção dos sensores de fluxo entre a saída dos respectivos pontos de água embutidos na parede e o próprio aparelho hidráulico. Os sensores de fluxo de

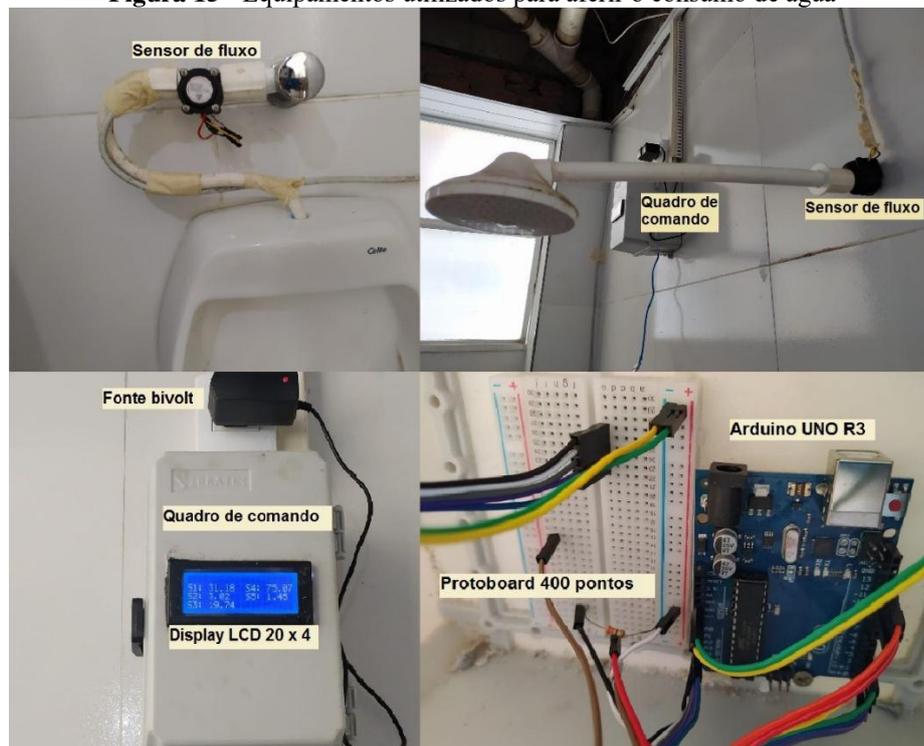
água instalados possuem as seguintes características: Modelo: YF – S201b; Diâmetro: 1/2”; Faixa de fluxo: 1 – 30 L/min; Precisão: +/- 10%.

Através de conexão via cabo, os sensores foram conectados a placa Arduino UNO R3, plataforma física de computação de código aberto baseado numa simples placa microcontroladora e um ambiente de desenvolvimento para escrever o código para a placa, com 14 portas digitais, 06 portas analógicas, tensão de operação 5V, velocidade de 16MHz.

A placa Arduino foi acoplada a uma Protoboard 400 pontos ou placa de ensaio, montando um mini circuito elétrico para transmissão ao Arduino dos pulsos e das informações geradas pelos sensores, sendo lidos, interpretados e exibidos em tempo real por um display LCD 20x4 com backlight azul, capacidade para 4 linhas e 20 colunas, com dimensões 98,0 x 60,0 x 14,0 mm. O circuito será alimentado por uma fonte bivolt de 9V.

Para o abrigo do arduino, protoboard e do display instalou-se um quadro de comando plástico com as dimensões 200x140x100 mm, da marca SIBRATEC, onde realizou rasgo na parte frontal para colocação do display, e rasgos laterais para saída da fiação da fonte bivolt e de um cabo USB, este último conectado a computadores, utilizado para fazer a transmissão do código (gerado no software). Os elementos citados estão expostos na Figura 15.

Figura 15 - Equipamentos utilizados para aferir o consumo de água



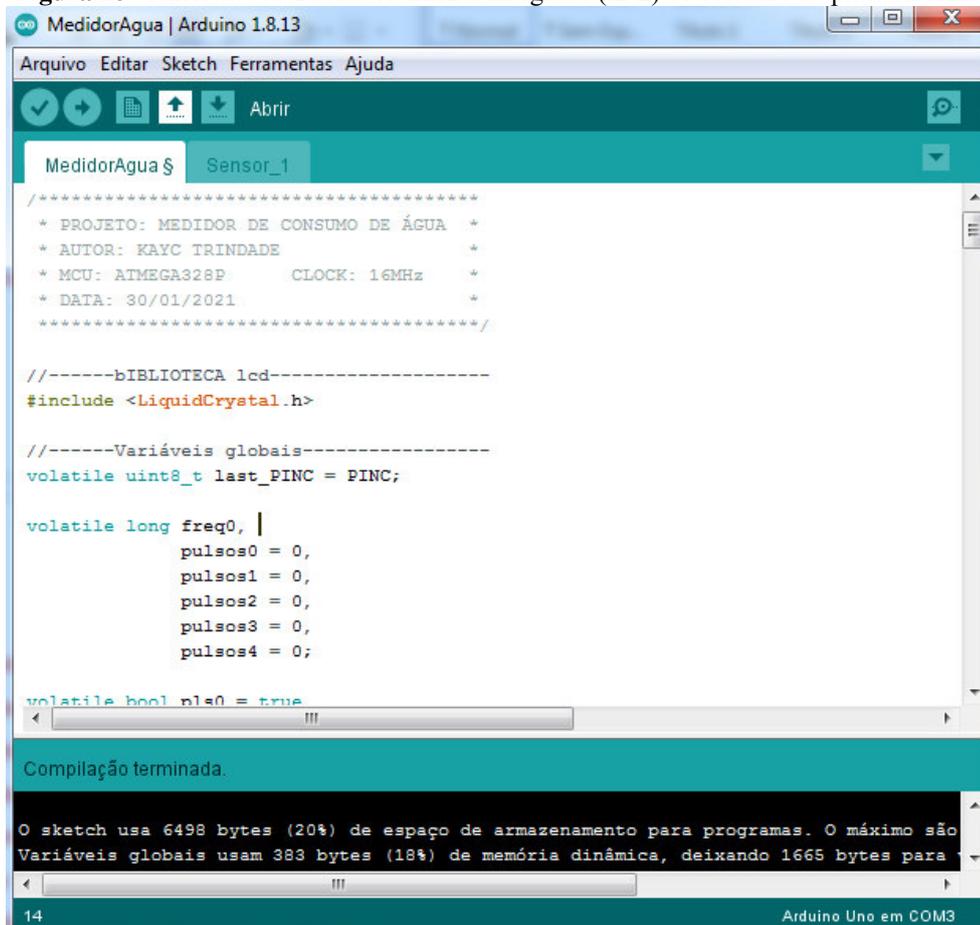
Fonte: Autor (2021)

Foram instalados 05 sensores, sendo: Um no vaso sanitário; um no chuveiro; dois nos lavatórios (um em cada) e em um dos três mictórios existentes. A não instalação em dois mictórios se justificou pela limitação do display disponível para exibição, devido a isso os mictórios foram isolados e um aviso colocado neles para induzir o uso no aparelho com o sensor.

Posterior a instalação nos banheiros, foi selecionada uma torneira de jardim, localizada no setor utilizado pelos profissionais responsáveis pela limpeza do prédio, para realizar o monitoramento de consumo da mesma. As torneiras de jardim do local são utilizadas para limpeza de piso e rega da grama, sendo um aparelho de consumo relevante e com potencial de economia.

A programação da placa foi desenvolvida no IDE (Integrated Development Environment) do software do Arduino, o Ambiente de Desenvolvimento Integrado, exibido na Figura 16, permite a elaboração do código em linguagem de programação do tipo C++ (compatível com a placa Arduino).

Figura 16 - Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do software da placa Arduino



```

MedidorAgua | Arduino 1.8.13
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
MedidorAgua $ Sensor_1
/*****
 * PROJETO: MEDIDOR DE CONSUMO DE ÁGUA *
 * AUTOR: KAYC TRINDADE *
 * MCU: ATMEGA328P   CLOCK: 16MHz *
 * DATA: 30/01/2021 *
 *****/

//-----BIBLIOTECA lcd-----
#include <LiquidCrystal.h>

//-----Variáveis globais-----
volatile uint8_t last_PINC;

volatile long freq0, |
    pulsos0 = 0,
    pulsos1 = 0,
    pulsos2 = 0,
    pulsos3 = 0,
    pulsos4 = 0;

volatile bool nls0 = true

Compilação terminada.
O sketch usa 6498 bytes (20%) de espaço de armazenamento para programas. O máximo são
Variáveis globais usam 383 bytes (18%) de memória dinâmica, deixando 1665 bytes para
14 Arduino Uno em COM3

```

Fonte: Autor (2021)

A elaboração do código teve como objetivo permitir ao sistema da placa detectar, interpretar, realizar leitura e exibir o volume de água transitado nos sensores. Já conectados via cabo USB (computador e placa) realizou-se a verificação e execução do código no IDE, possibilitando o início do funcionamento do sistema.

Vale ressaltar que os sensores possuem sensibilidade de +/- 10 % e que o código elaborado previa a determinação de um Fator de Calibração previamente ao funcionamento do sistema, para atingir precisão determinada pelo fabricante. Diante disso, aferiu-se a precisão de cada sensor.

Após a comparação das leituras de volume de água aferido pelos sensores e o volume real nos aparelhos hidráulicos, verificou-se alta discrepância, tornando necessário a calibração dos sensores.

Os sensores foram identificados com a letra “S” precedido de um numeral, sendo assim, segue a identificação e o aparelho correspondente: S1= Chuveiro; S2 = Mictório; S3 = Lavatório 01; S4 = Vaso Sanitário; S5 = Lavatório 02.

Inicialmente realizou a leitura real do volume dos cinco aparelhos conectados ao sensores. Para isso, foi utilizado um recipiente metálico para coletar a água escoada, em seguida conduziu-a uma proveta graduada, onde aferiu-se o volume real. Para os lavatórios (que são de acionamento de pressão), mictório e vaso sanitário o volume provocado para o teste foi referente a um acionamento, já para os chuveiros a leitura foi feita para diversos volumes. A cada leitura real, anotou-se também a leitura exibida pelo display.

O código desenvolvido prever a utilização de fator de calibração, principalmente pelo sensor utilizado ser de baixo custo. Desse modo, para calibra-lo, o fator de calibração inicial utilizado foi $F_c = 1$. A partir disso, coletou o volume real do aparelho e calculou-se o F_c ideal, através equação apresentada abaixo, mesma utilizada por Coriolano (2019):

$$F_c = \frac{Vol\ arduino}{Vol\ real}$$

Onde:

F_c : Fator de calibração;

Vol arduino: Volume aferido pelos sensores;

Vol real: Volume medido *in loco*

Realizou-se o procedimento da busca pelo Fc ideal em três repetições para cada sensor, exceto para o sensor do chuveiro que foi procedido de oito repetições devido sua alta variação de volumes.

Após determinar os fatores de calibração ideais, realizou-se um teste para averiguar a precisão e compara-la com a determinada pelo fabricante. Estes procedimentos foram utilizados semelhantemente por Coriolano (2019).

Vale ressaltar que o monitoramento da torneira de jardim se deu em período diferente do banheiro, reutilizando os equipamentos, desse modo, após teste o sensor para tal uso não precisou ser calibrado.

O volume de água consumido no banheiro selecionado foi lido diariamente durante um período de 13 dias e 03 dias para torneira de jardim, onde era feita anotação do volume acumulado de cada aparelho e do volume referente ao dia.

Concomitante a isso eram realizadas leituras do hidrômetro do prédio, para obter o consumo total diário do local. Ademais, obteve-se o histórico de consumo mediante acesso ao portal da concessionária local.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Após coletar os dados, foi necessário tabular todas informações e trata-la de modo que otimizasse a análise dos elementos obtidos conforme objetivo proposto inicialmente. Para então, determinar a estimativa do percentual que cada aparelho influencia no consumo do local.

Elaborou-se planilhas, interpretando e relacionando os volumes encontrados com a quantidade total de aparelhos e o volume total do prédio, aplicando a estatística descritiva e conceito de porcentagem.

Por fim, dessa forma, permitiu-se caracterizar os usos finais de água do prédio e mensurar o potencial de economia de água potável para possível implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CALIBRAÇÃO DOS SENSORES E AFERIÇÃO DOS VOLUMES DE ÁGUA

Ao identificar necessidade da calibração dos sensores, realizou-se o ensaio que determinou os FC's ideais individualmente aplicando a equação contida na Figura 19. A Tabela 11 apresenta os Fc's a partir dos volumes médio reais e medido pelo sensor.

Tabela 11 - Determinação dos Fatores de Calibração dos sensores

Sensor	Aparelho	Vol. Real Médio (mL)	Vol. Sensor Médio (mL)	FC adotado
S1	Chuveiro	687,5	5266,3	7,66
S2	Mictório	599,0	4.150,0	6,93
S3	Lavatório 1	354,7	2.533,3	7,14
S4	Sanitário	7.640,0	48600,0	6,36
S5	Lavatório 2	66,7	550,0	8,25

Fonte: Autor (2021)

Determinados, os FC's foram inseridos no código do programa. Logo em seguida, o código foi carregado no IDE do software, e executado, conforme orientação do Arduino (2018). A seguir, procedeu teste de verificação da precisão dos sensores, os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Teste de precisão dos sensores

Sensor	Aparelho	FC adotado	Vol. Real (mL)	Vol. Sensor (mL)	Diferença Sensor - Real (%)
S1	Chuveiro	7,66	488,0	480,0	-1,64
S2	Mictório	6,93	650,0	630,0	-3,08
S3	Lavatório 1	7,14	355,0	350,0	-1,41
S4	Sanitário	6,36	7.730,0	7.580,0	-1,94
S5	Lavatório 2	8,25	67,0	70,0	+4,47

Fonte: Autor (2021)

A variação entre os valores reais coletados e os valores detectados pelos sensores não ultrapassou a margem de 5%, igualmente aos números obtido por Coriolano (2019), onde o mesmo realizou sua calibração por meio de um béquer de vidro de 4,0 L e cronômetro e obteve

erros abaixo de 5%. Considerando que o sensor utilizado prever precisão de até 10%, os resultados obtidos foram bastante satisfatórios.

Após calibração dos sensores, o sistema se deu válido para o funcionamento. A partir disso, foi iniciado o monitoramento do consumo no banheiro, Foram 13 dias onde eram realizadas a leituras do display instalado no quadro de comando, os resultados obtidos estão expressos na Tabela 13.

Tabela 13 - Volume de água aferido pelos sensores

Dia	Vol. diário chuveiro (L.dia⁻¹)	Vol. diário mictório (L.dia⁻¹)	Vol. diário lavatório 01 (L.dia⁻¹)	Vol. diário sanitário (L.dia⁻¹)	Vol. diário lavatório 02 (L.dia⁻¹)	Total diário (L.dia⁻¹)
01	0,48	1,75	3,98	22,67	0,24	29,12
02	0,00	0,00	7,96	25,22	0,00	33,18
03	30,70	0,58	1,73	15,10	1,21	49,32
04	0,00	0,69	6,07	12,08	0,00	18,84
05	1,63	0,33	7,70	29,43	1,44	40,53
06	1,64	1,38	12,46	13,73	0,28	29,49
07	8,59	3,54	8,73	26,87	0,44	48,17
08	0,00	0,64	11,35	0,00	0,00	11,99
09	0,00	1,03	6,22	8,01	0,45	15,71
10	5,71	1,03	7,19	24,29	0,22	38,44
11	0,00	0,62	7,10	22,30	0,04	30,06
12	0,00	0,00	14,26	39,50	0,18	53,94
13	0,00	0,00	7,74	8,00	0,00	15,74
Total Acum. (L)	48,75	11,59	102,49	247,20	4,50	414,53
%	11,76	2,80	24,72	59,63	1,09	100,00

Fonte: Autor (2021)

Os dados acima coletados são referente a um banheiro do prédio. Adicionalmente obteve-se o valor de consumo da torneira de jardim selecionada. Durante os 03 dias de coleta, o volume consumido na torneira foi de 94,73 litros.

Todas estas informações foram usadas como amostra para definir o perfil geral de consumo, sendo caracterizadas como valor de consumo unitário de cada aparelho hidráulico analisado. Assim, se fez necessário a projeção desses resultados para realizar estimativa os usos finais do prédio.

É válido ressaltar que o levantamento foi realizado no período pandêmico onde a maior parte das aulas estavam ocorrendo de forma remota, o que reduz o consumo total do local.

3.2 ESTIMATIVA DOS USOS FINAIS

Trabalhos relevantes na literatura, como os de Kammers e Ghisi (2005); Fasola et al. (2011); Silva, Sousa e Carvalho (2014); Cardoso, Blanco e Duarte (2020), utilizaram como forma de definir os usos finais o histórico de consumo mensal (concessionária) e a partir das respostas de frequência de consumo e da vazão dos aparelhos obtiveram o percentual para cada finalidade. Essa metodologia é utilizada pela grande maioria dos trabalhos científicos.

Porém, para monitoramento feito por sensores a aplicação desse método pode trazer resultados incompatíveis com a realidade se o período de monitorização for menor que 30 dias (normalmente período da realização das leituras pela concessionária), pois o comportamento do consumo no recorte da coleta dos dados pode ser diferente em relação ao mês. Devido a essa peculiaridade foi decidido utilizar como base a média diária obtida no levantamento de campo, através das leituras do hidrômetro.

Esse fato é tão relevante que foi constatado no próprio trabalho. A média de consumo nos dias de acompanhamento dos aparelhos do banheiro foi de 1.318,90 L.d⁻¹. Já para o período de inspeção das torneiras a média foi de 3.629,00 L.d⁻¹. Essa discrepância pode estar relacionada a diversos fatores, como provável diferença na quantidade de pessoas transitando no local, como também as atividades realizadas pelo setor de limpeza da escola. Desse modo, utilizando a média mensal fornecida pela companhia de saneamento promove dados irreais.

A Tabela 14 traz o consumo estimado de cada uso final, o total consumido pelo prédio e o percentual que atividade representa no consumo total. Vale ressaltar que, como as medições foram em períodos diferente, o valor total usado como referência para as torneiras de jardim é diferente dos demais.

Tabela 14 – Estimativa do uso final de água dos aparelhos hidráulicos do IFS - Lagarto

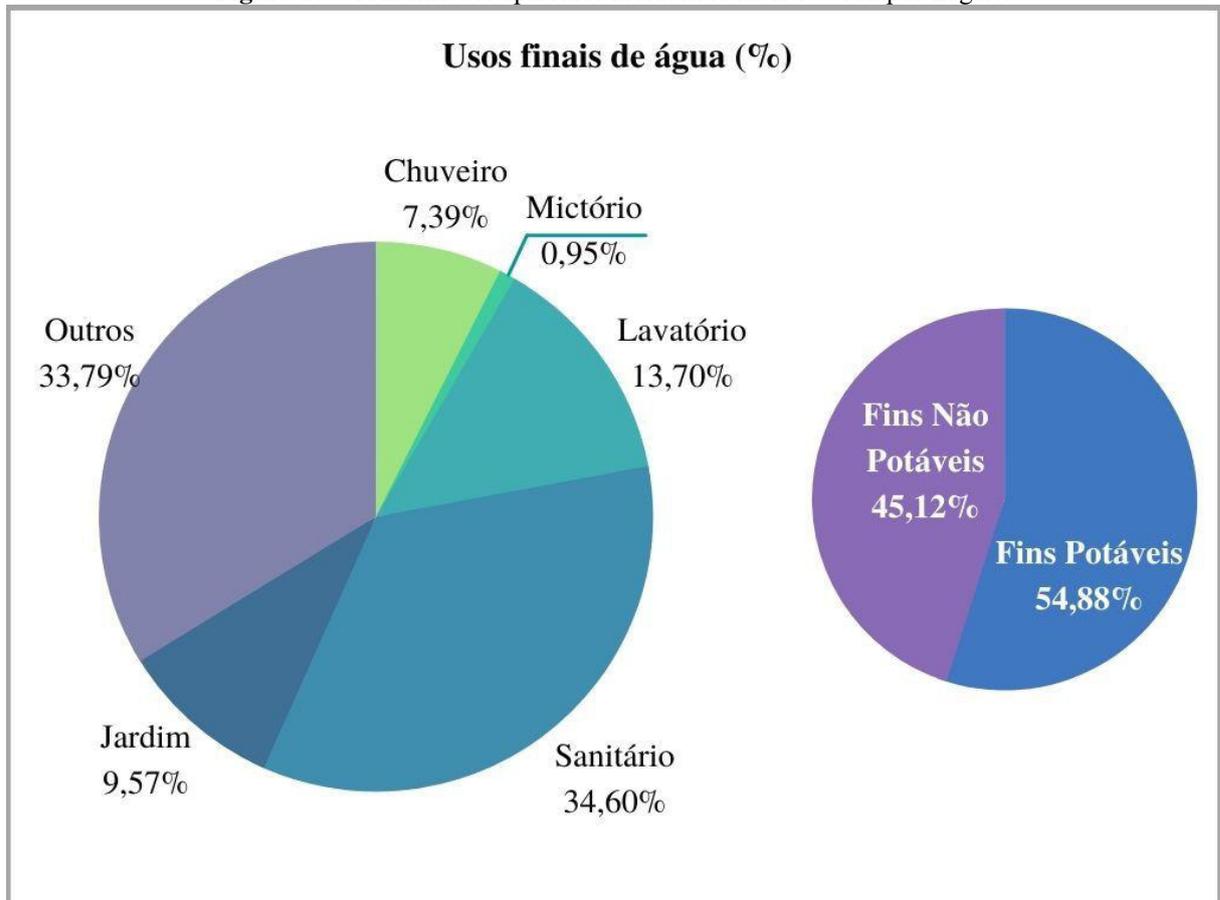
	Chuveiro	Mictório	Lavatório	Sanitário	Torneira Jardim
Consumo (L)	1267,50	162,26	2349,28	5932,80	1042,03
Consumo Total estimado (L)	17145,7	17145,7	17145,7	17145,7	10887,0
Percentual (%)	7,39	0,95	13,70	34,60	9,57

Fonte: Autor (2021)

Foi possível perceber que o aparelho hidráulico com maior consumo aferido foi o vaso sanitário, com quase 35% do consumo total, seguido pelo lavatório, com quase 14%, torneiras

de jardim, com pouco mais de 9,5%, chuveiro 7,39% e mictório (0,95%). Os dados supracitados estão expressos na Figura 17, além disso, exibe os resultados referente ao percentual de consumo de água potável e não potável do objeto de estudo.

Figura 17 - Consumo dos aparelhos hidráulicos no IFS – Campus Lagarto



*Outros: Engloba uso de bebedouro, lavatórios dos laboratório e prováveis vazamento.

Fonte: Autor (2021)

Ao observar a somatória dos percentuais aferidos percebe-se que não atingiu a totalidade do consumo, a soma dos volumes aferidos equivalem a 66,21 % da água contada pelo hidrômetro.

Os 33,79 % restantes, classificados como “Outros” se deve ao: Consumo dos bebedouros, que usam água da rede; Consumo na copa, preparação de alimentos e banho de funcionários; Lavatórios dos laboratórios, utilizados para manutenção dos mesmos e preparação de ensaios e; Prováveis vazamento nas tubulações.

Este último é um fato/fator cabível de investigação, tendo em vista que a rede de água do local tem mais de 25 anos e boa parcela da distribuição dos tubos são embutidas no terreno

natural. Além disso, o prédio possui reservatório inferior de concreto, suscetível a vazamentos devido inexistência de manutenção preventiva e preditiva.

Diante os dados obtidos e analisados, e considerando que a finalidade de delimitar os usos finais é sua utilização em um sistema de aproveitamento de água de chuva, ficou compreendido a necessidade de definir, entres os usos, quais eram atividade de fim potável e não potável.

Seguindo o conceito de atividades não potáveis (onde não há contato direto com a pele nem ingestão), normatizada pela NBR 15527 / 2019 e recomendada por Tomaz (2009), foi definido que o consumo proveniente das descargas sanitárias, mictórios e torneiras de jardim seriam utilizada como atividades com potencial de economia de água potável, já que seu uso dispensa água de qualidade melhor.

É urgentemente recomendável que haja uma investigação detalhada sobre a existência de vazamentos no prédio, com isso torna-se possível elevar o nível do potencial de economia de água potável.

Outro fato que deve ressaltar é que o levantamento foi realizado em um período em que as aulas estão ocorrendo de maneira remota, portanto, o fluxo de pessoa está sendo menor que o normalmente é, sendo frequentada majoritariamente por profissionais terceirizados e técnicos administrativo, além de professores que usam o espaço para pesquisas e gravações de aula.

Nesse sentido constatou-se via histórico de consumo que houve uma redução média de quase 49% desde março de 2020, considerando apenas o ano de 2021, essa redução atinge 69%.

Em suma, pode-se dizer com base no monitoramento realizado que 45,12% do consumo de água no IFS-Campus Lagarto pode ser substituído pela água da chuva. Este número está um pouco abaixo da média para escolas, quando comparado com os resultados da revisão sistemática sobre o tema realizado por Teston et al. (2018), mas apesar da média ter sido de 53,9% eles apresentaram alta variabilidade entre os artigos analisados, aproximadamente de 30% a 70%.

A variação entre estudos é atribuída, segundo Ocaña et al. (2018), aos diferentes, aspectos culturais, econômicos e disponibilidade hídrica, mesmo quando a edificação tem a mesma finalidade.

Ribeiro (2016), por exemplo, aferiu o consumo não potável em 48 residências de Florianópolis/SC e obteve quase 43%, porém nesse estudo considerou como atividade não

potável a lavagem de roupa. Já Ghisi (2005) e Cardoso, Blanco e Duarte (2020) obtiveram em seus respectivos estudos médias de quase 80% de fins não potáveis repartições públicas de Santa Catarina e do Pará, respectivamente.

As atividades para qual a edificação se destina é fator importante no perfil de consumo. Em repartições públicas, por ser local de trabalho, o consumo predominante é os dos vasos sanitário e os usuários normalmente não tomam banho, explicando os maiores índices.

Todos esses trabalhos citados, usaram como metodologia a aplicação de questionário, que é predominantemente utilizado em trabalhos para o aproveitamento de água da chuva. Ribeiro (2016) sugere que essa metodologia deve ser última opção, dando preferência para o monitoramento in loco com sensores adequados.

Nesse sentido, observou-se o uso de sensores em muitos trabalhos voltado para área agrária e em pequenas linhas produção industrial. Para determinação do uso com a finalidade de aproveitar água pluvial identificou-se o trabalho de Moruzzi et al. (2016), que aplicou sensores no aeroporto de Guarulhos/SP e obteve potencial de 44% de água aproveitável.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo permitiu estimar os usos finais de água do Instituto federal de Sergipe – Campus Lagarto, através do monitoramento por sensores instalados em aparelhos hidráulicos determinados.

Concluiu-se que as atividades não potáveis que poderão usar a água da chuva são proveniente dos vasos sanitários, mictórios e torneiras de jardim e identificou-se que o maior consumo do prédio é das descargas sanitárias, equivalente a 34,60 % do total.

Concluiu-se que o imóvel consome em atividades não potáveis 45,12%, sendo este o potencial de economia de água potável, índice plausível quando comparado com a literatura acadêmica consagrada.

Recomenda-se que haja averiguação detalhada sobre a existência de vazamentos no prédio, contribuindo com redução de consumo e elevação do potencial do sistema de água pluvial. É recomendável também que haja continuação no monitoramento, com maior número de amostragem, maior tempo de coleta e com a presença do público, fator limitante deste trabalho.

Por fim, pode-se afirmar que a edificação estudada está apta para implantação de um sistema de aproveitamento de água, pois irá contribuir com a redução de consumo de água tratada, redução dos custos das tarifas e promoverá educação ambiental, muito importante em um ambiente escolar.

SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS ATRAVÉS DO MODELO NETUNO NO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS LAGARTO

1 INTRODUÇÃO

O grau de desenvolvimento e a elevação do padrão de vida da humanidade tornam o consumo de água em proporções insustentáveis, esgotando em uma velocidade alarmante os corpos hídricos. Esses fatores se agravam, em regiões semiáridas pela ausência de chuva, e em regiões com grande densidade demográfica.

Tradicionalmente o abastecimento de água se dá através de um sistema centralizado, onde há a retirada da água bruta nos mananciais, onde a mesma percorre por um processo de tratamento e segue para distribuição (DESO, 2021).

Esse sistema, segundo o SNIS (2019) está acessível para 83,7% dos brasileiros, sendo que a região norte tem menor índice (57,5%), justamente a região com maior disponibilidade hídrica, sugerindo que os habitantes tenham outras formas de abastecimento.

Pensando na problemática do abastecimento diversas publicações no mundo trabalham com a água da chuva sendo uma fonte de abastecimento alternativo e de forma descentralizada, que possa aliviar a pressão hídrica da atualidade (SILVA et al., 2015; WARD et al., 2014; GOULD et al., 2014; IVEROTH et al., 2013; SOLER; MOSS; PAPASOZOMENOU, 2018).

Nos últimos anos vários modelos e métodos estão sendo implantados para otimizar o uso da água da chuva com melhor eficiência possível, um deles é o Netuno 4.0 que simula sistemas de captação de águas pluviais a partir de modelos comportamentais, ou seja, a simulação é feita para um conjunto de variáveis conhecidas (GHISI, CORDOVA, 2014).

Para o dimensionamento do sistema de aproveitamento da água da chuva através do modelo comportamental Netuno é necessário obter dados para alimentar o programa. Os principais dados de entrada são: Série histórica de precipitação; área de captação; demanda de água local; Percentual da demanda substituível por água da chuva.

Os dados de precipitação tem grande protagonismo nesse tipo de trabalho, pois a chuva surge como fonte hídrica (TOMAZ, 2009), além disso a área de captação e a demanda local influenciam diretamente no dimensionamento do volume do reservatório

Perante o exposto, o presente trabalho tem como objetivo dimensionar o sistema de aproveitamento de água da chuva para ser implantado no Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto através do modelo Netuno, que irá nortear a definição do volume ideal para o reservatório, a partir de diferentes cenários.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Lagarto, localizado na região centro-sul do estado de Sergipe, distante a 75 quilômetros da capital Aracaju, coordenadas geográfica 10° 55' 02'' S, 37° 39' 00 W e altitude de 183 m acima do mar. Sua zona climática é caracterizada como mesorregião agreste sergipano e microregião agreste de Lagarto (SERGIPE, 2016; IBGE, 2021).

A população atual é estimada em 105.221 habitantes sendo a terceira maior do estado. Sua zona rural destaca-se por ser bastante populosa, cerca de 48,5% da população vive distribuídas entre os 119 povoados. A área urbana é dividida em 13 bairro e 05 zonas de expansão. Seu território perfaz uma área de 968,921 km² e densidade demográfica de 97,84 hab/km² (IBGE,2010; IBGE, 2020).

Localizado no Território de Planejamento Centro-Sul Sergipano, faz divisa com os municípios de Riachão do Dantas, Simão Dias, São Domingos, Campo do Brito, Itaporanga D'Ajuda, Macambira, Salgado e Boquim (EMDAGRO, 2018).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM para o ano de 2010 é de 0,625 conforme os dados do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, considerado como médio. Segundo o IBGE (2018), o PIB per capita do município lagartense é de R\$ 14.239,60 sendo o 18º maior PIB do estado, suas atividades principais geradoras são a agropecuária, indústria e os serviços. Já o salário médio da população equivale a 1,8 salários mínimos enquanto 14,11% tem alguma ocupação e 46,1% dos domicílios encontram-se na condição de até meio salário per capita (IBGE, 2019).

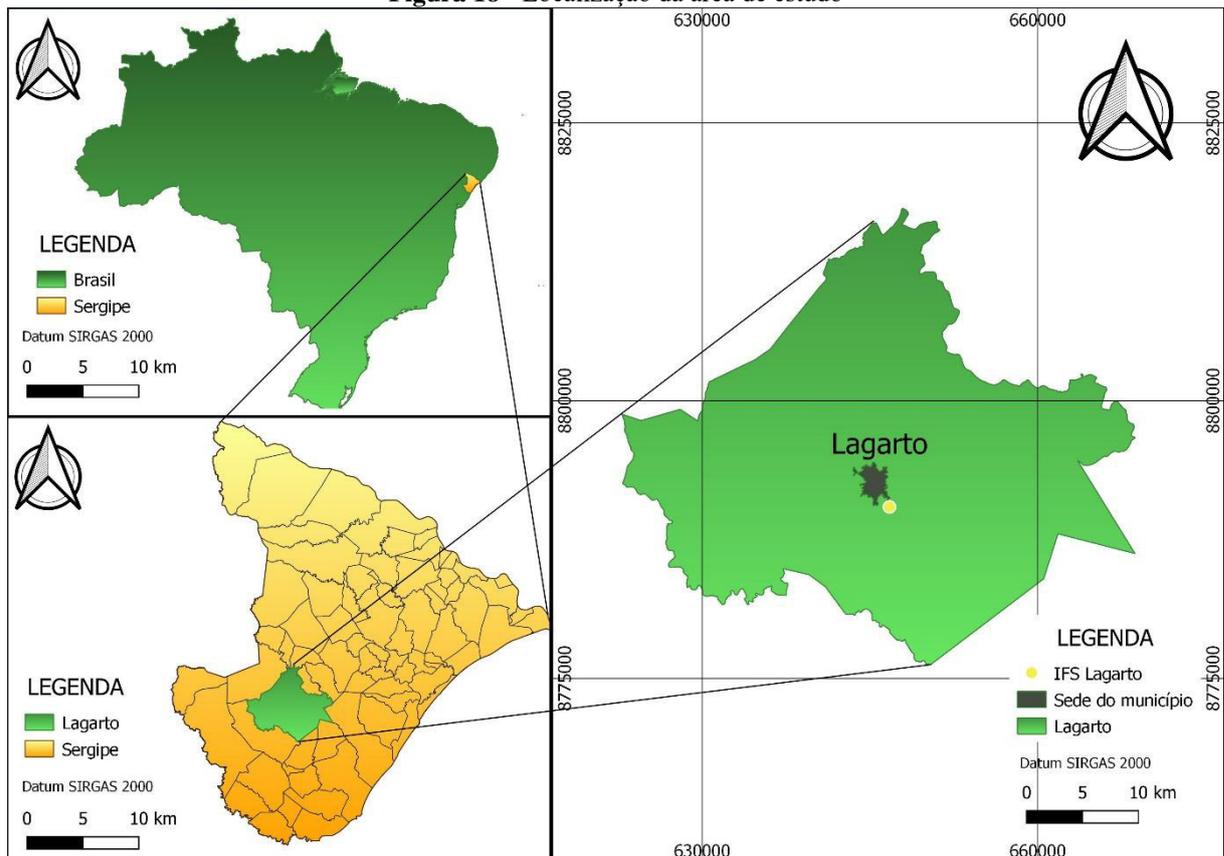
Na área da educação a cidade apresenta índice de 98% de escolarização para faixa etária de 6 a 14 anos, possui 80 escolas de ensino fundamental e 8 de ensino médio. Para os anos iniciais a nota do IDEB em 2019 foi de 4,9, já para os anos finais o índice é de 4,1 (IBGE, 2019).

Segundo dados do SNIS 2019, 94,52 % da população é atendida pelo abastecimento de água potável, mas apenas 8,87 % do esgoto é coletado e tratado. O município está incluso nas áreas das bacias hidrográficas do rio Piauí e do rio Vaza Barris.

Sua precipitação anual corresponde a aproximadamente 1059 mm, a partir de dados disponibilizados pela SERHMA - Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. O regime de precipitação é caracterizado por período chuvoso (abril a agosto) bem definido. Segundo Fontes e Santos (1999) o clima na região é Megatérmico Subúmido C1A, 'a', com estação seca bem definida e temperatura média de 24,4°C.

O bioma característico local é a caatinga e a mata atlântica, com relevo de superfície semiplanada com serras residuais e tabuleiros costeiros. (EMDAGRO, 2018). Caracterizado por ter grandes povoados, Lagarto (Figura 18) destaca-se na produção de laranja, maracujá e mamão na lavoura permanente e mandioca, milho e feijão na lavoura temporária. É possuidor de um dos maiores rebanhos bovinos do Estado, além disso, destaca-se na criação de equinos, ovinos, galináceos. (LAGARTO, 2021).

Figura 18 - Localização da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2020)

2.2 OBJETO DE ESTUDO

O Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto (10°56'18.2" S, 37°39'24.9" W) é um dos principais centros educacionais da região centro-sul do estado, faz parte da estrutura administrativa do Instituto Federal de Sergipe e compõe a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica do Governo Federal. Está localizado a 03 quilômetros do centro comercial de Lagarto, próximo ao distrito industrial do município, da barragem Dionísio Machado e do quartel do Corpo de Bombeiros Militar de Sergipe – CBMSE.

O Instituto iniciou suas atividades no ano de 1995, quando ainda era chamado de Unidade Descentralizada de Ensino de Lagarto (UNED), ofertava os cursos técnicos de Construção Civil, Eletromecânica e Informática, no ano de 2004 foi incorporado aos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET) e no ano de 2008, após a publicação da Lei nº 11.892, que criou os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, a unidade virou Campus Lagarto do IFS, ampliando sua oferta a cursos superiores (IFS, 2020).

Atualmente, são ofertados no Campus Lagarto 04 cursos de nível médio integrado, onde os alunos cursam o ensino médio paralelamente ao ensino técnico, sendo eles: Automação Industrial; Edificações; Eletromecânica; Redes de computadores. O ensino técnico também é ofertado na modalidade subsequente (após a conclusão do ensino médio), tendo os cursos de Edificações e Eletromecânica. No nível superior são ofertados o curso de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica, Sistemas de Informações e Licenciatura em Física. Para o período 2020.1, estão matriculados ao todo 1428 alunos, para reger essa estrutura são lotados no campus 56 técnicos administrativos, 26 funcionários terceirizados e 102 professores.

O IFS Lagarto (Figura 19) é composto por quatro blocos principais, onde funciona o setor administrativo, salas de aula e laboratórios; um auditório; prédio da coordenação de edificações; coordenação de informática; refeitório; ginásio de esportes; espaço do servidor; vestiário e rampa de acesso. Possui uma área construída de aproximadamente 6.650 m² e consumo de água médio mensal nos últimos dois anos de 285,4 m³. O abastecimento de água da área de estudo é realizado pela concessionária local, por um sistema de abastecimento indireto por meio de reservatórios.

Figura 19 - Foto aérea do IFS – Campus Lagarto



Fonte: IFS (2019)

2.3 COLETA DE DADOS

Para obtenção dos dados de precipitação do município de Lagarto/SE foi solicitado série histórica diária dos últimos 10 anos através do SIC – Serviço de Informações ao Cidadão à diversos órgãos governamentais.

Foi enviado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE os dados referente ao período de 01 de janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2019, o órgão ressaltou que os dados enviados foram extraídos de campos interpolados, observados por todo país, através de estações meteorológicas e interpoladas espacialmente.

Além disso, foi solicitado dados pluviométricos ao perímetro irrigado Lagarto da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe – COHIDRO, onde obteve-se os dados diários de 01 de janeiro de 2020 a 31 de agosto de 2020.

A área de captação da água da chuva foi levantada a partir da área construída do prédio, considerando que a superfície do telhado será responsável pela coleta e iniciará a condução da água pluvial, obtida pela observação e aferição através do projeto arquitetônico do campus obtido junto a administração do Campus.

Foi definido que as áreas aferidas seriam referente aos quatro blocos principais (Figura 20), que acomodam o setor administrativo, salas de aula e laboratórios. A escolha teve como principal fator a posição topográfica dos respectivos blocos. Os demais blocos estão localizado em níveis menores do terreno, mas podem ficar disponível para futuras ampliações do sistema.

Figura 20 - Implantação do IFS – Campus Lagarto



Fonte: IFS (2020), adaptado pelo autor.

Adiante, tornou-se necessário definir a demanda de água do local. Para edificações a serem construídas o consumo provável pode ser estimado através de referências bibliográficas consagradas, como Macintyre (1996) que projeta para escolas do tipo do IFS consumo de 50 L/dia/aluno.

Como o prédio já existe a mais de duas décadas, o consumo de água da escola foi estimado através do histórico de consumo extraído do portal eletrônico da Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, reunindo os dados referente ao volume de água consumido e valores das tarifas mensais dos últimos três anos anterior a pandemia COVID-19, pois este período interferiu no volume total de consumo devido redução de presença no local.

Ainda assim, quando aborda-se a demanda do local através de estimativa é preciso identificar também o número de usuários, pois os valores previstos são dados per capita. Já no caso do presente trabalho, onde o histórico de consumo fornece volume total, deve-se desconsiderar essa variável. Para efeitos de preenchimento do modelo, será adotado o número de usuários como 01.

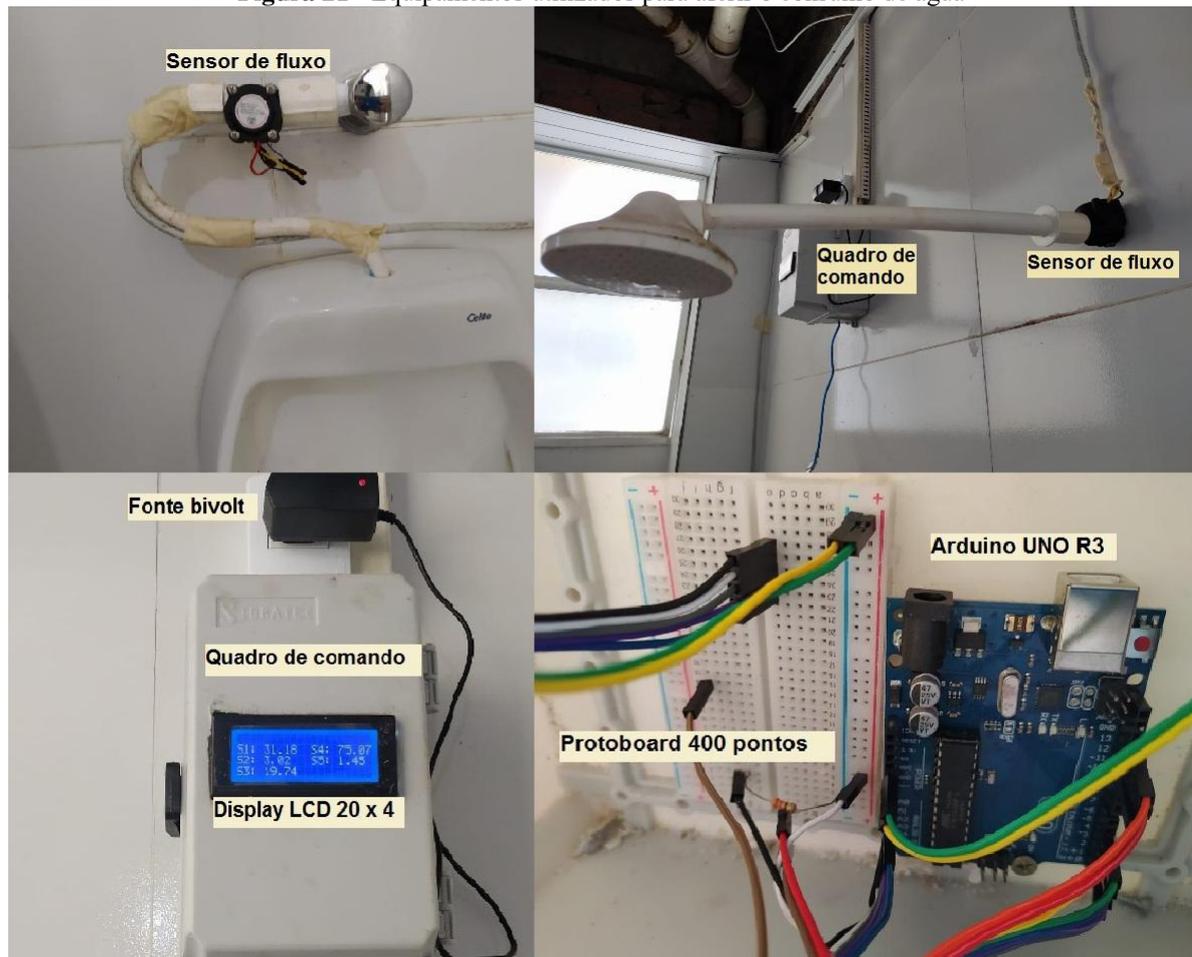
Outro componente importante para o dimensionamento do sistema é o percentual da demanda total a ser substituído pela água da chuva, pois permite identificar o potencial de economia de água local e é parte fundamental na viabilidade econômica (tempo de retorno).

Para determinar a demanda foram instalados 05 sensores, sendo: Um no vaso sanitário; um no chuveiro; dois nos lavatórios (um em cada) e em um dos três mictórios existentes. Posterior a instalação nos banheiros, foi selecionada uma torneira de jardim, localizada no setor utilizado pelos profissionais terceirizados para limpeza de piso e rega da grama, sendo um aparelho de consumo relevante e com potencial de economia.

Através de conexão via cabo, os sensores foram conectados a placa Arduino UNO R3, plataforma física de computação de código aberto baseado numa simples placa microcontroladora e um ambiente de desenvolvimento para escrever o código para a placa, com 14 portas digitais, 06 portas analógicas, tensão de operação 5V, velocidade de 16MHz. A placa Arduino foi acoplada a uma Protoboard 400 pontos ou placa de ensaio, montando um mini circuito elétrico para transmissão ao Arduino dos pulsos e das informações geradas pelos sensores, sendo lidos, interpretados e exibidos em tempo real por um display LCD 20x4 com backlight azul, capacidade para 4 linhas e 20 colunas, com dimensões 98,0 x 60,0 x 14,0 mm. O circuito será alimentado por uma fonte bivolt de 9V.

Para o abrigo do arduino, protoboard e do display instalou-se um quadro de comando plástico com as dimensões 200x140x100 mm, da marca SIBRATEC, onde realizou rasgo na parte frontal para colocação do display, e rasgos laterais para saída da fiação da fonte bivolt e de um cabo USB, este último conectado a computadores, utilizado para fazer a transmissão do código (gerado no software). Os elementos citados estão expostos na Figura 21.

Figura 21 - Equipamentos utilizados para aferir o consumo de água



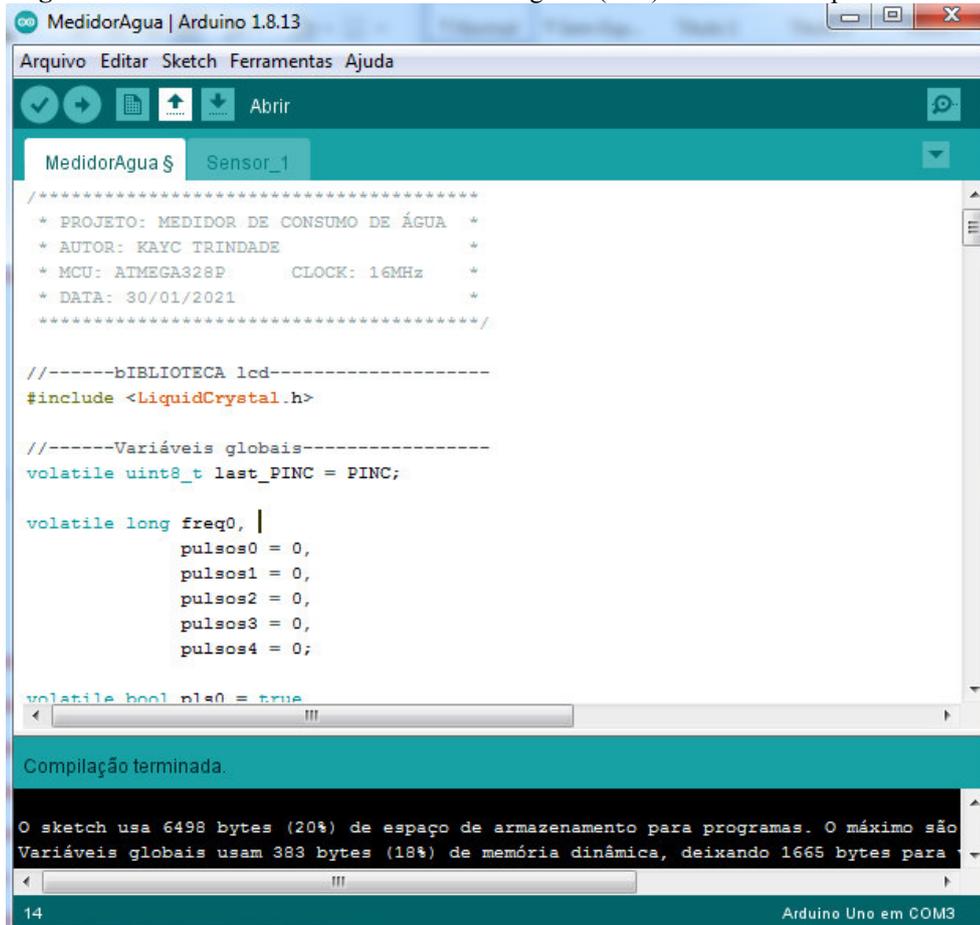
Fonte: Autor (2021)

A programação da placa foi desenvolvida no IDE (Integrated Development Environment) do software do Arduino, o Ambiente de Desenvolvimento Integrado, permite a elaboração do código em linguagem de programação do tipo C++ (compatível com a placa Arduino).

A elaboração do código (Figura 22) teve como objetivo permitir ao sistema da placa detectar, interpretar, realizar leitura e exibir o volume de água transitado nos sensores. Já conectados via cabo USB (computador e placa) realizou-se a verificação e execução do código no IDE, possibilitando o início do funcionamento do sistema.

A execução do código e do sistema em si foi realizado após a calibração de todos os sensores, este foi feito através de um ensaio in loco onde foi aferido a diferença entre volume medido real (por uma proveta graduada) e o medido pelo sensor, essa diferença foi minimizada através da inserção de um fator de calibração no código da plataforma do arduino.

Figura 22 - Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do software da placa Arduino



```

MedidorAgua | Arduino 1.8.13
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
MedidorAgua $ Sensor_1
/*****
 * PROJETO: MEDIDOR DE CONSUMO DE ÁGUA *
 * AUTOR: KAYC TRINDADE *
 * MCU: ATMEGA328P   CLOCK: 16MHz *
 * DATA: 30/01/2021 *
 *****/

//-----BIBLIOTECA lcd-----
#include <LiquidCrystal.h>

//-----Variáveis globais-----
volatile uint8_t last_PINC;

volatile long freq0, |
    pulsos0 = 0,
    pulsos1 = 0,
    pulsos2 = 0,
    pulsos3 = 0,
    pulsos4 = 0;

volatile bool nls0 = true

Compilação terminada.

O sketch usa 6498 bytes (20%) de espaço de armazenamento para programas. O máximo são
Variáveis globais usam 383 bytes (18%) de memória dinâmica, deixando 1665 bytes para
14 Arduino Uno em COM3

```

Fonte: Autor (2021)

Além do monitoramento do consumo, via sensores de fluxo, tornou necessário definir quais atividades seriam consideradas para aplicação do aproveitamento de água da chuva. Para isso, a comunidade escolar foi consultada utilizando como método aplicação de questionários, com o objetivo de perceber a aceitabilidade dos usuários quanto ao uso da água da chuva nas descargas, mictórios, lavagem de mãos, banho, ingestão, cocção, rega de jardim e/ou lavagem de piso.

Ademais, a água da chuva foi coletada para análise de Turbidez, pH, coliformes totais e *escherichia coli*. O período da coleta foi em de outubro de 2020, quando o Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe – ITPS reabriu durante a pandemia da COVID-19.

A coleta seguiu as recomendações do ITPS e da NBR 9898/1987 - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores; NBR ISO/IEC 17025/2001 – Requisitos gerais para competência de laboratório de ensaio e calibração; Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 23 ed. (2017).

Foram obtidas duas amostras coletadas após o escoamento da mesma pelo telhado. Tratando-se de água pluvial, utilizou-se de vasos plásticos de 10 litros cobertos por uma tela para armazenar volume suficiente para coleta.

Após o evento da precipitação foi iniciada a coleta para os parâmetros físico-químicos, com frasco plástico de primeiro uso, com devida ambientalização (Figura 23). Para análise microbiológica utilizou-se de recipiente de vidro esterilizado fornecido pelo ITPS.

Figura 23 - Coleta de água



Fonte: Autor (2020)

Os frascos foram devidamente identificados juntos com a ficha de coleta, onde conteve dados como: Coordenadas geográfica; data; hora; condições climáticas; origem e utilização da água. A preservação das amostras foi feita por refrigeração em 4°C em geladeira até dia posterior, onde realizou o traslado até o laboratório em caixa térmica com sacos de gelos.

Vale destacar que por observar presença de materiais orgânicos provenientes do telhado, houve a necessidade de definir valor de descarte do escoamento inicial da água em milímetros (mm). Este descarte, chamado de *first flush* é recomendado para eliminar as partículas sólidas que escorrem do telhado nas “primeiras águas”, contribuindo para melhor qualidade da água. Seu valor foi definido seguindo trabalhos consagrados na literatura científica.

Após a execução das etapas anteriores, todos os pré-requisitos fundamentais para o dimensionamento do reservatório de armazenamento de água de chuva estiveram disponíveis.

Antes de rodar o programa, verificou-se sua calibração, a partir de simulações previamente salvas, com resultados conhecidos, contidas nos arquivos de apoio do programa, junto de seu manual, onde constatou-se a confiabilidade do mesmo, da mesma forma que validade por Rocha (2009).

Inicialmente foram inseridos os dados diários de precipitação, carregando-os a partir de arquivo do programa Excel em formato .csv, A série histórica utilizada continha dados de precipitação de 3896 dias, sendo iniciada no dia 01 de janeiro de 2010. Além disso, foi adicionado o valor de 2 mm first flush, para descarte das primeiras águas, como definido anteriormente.

As áreas de captação, como parâmetro provedor dos diversos cenários, foram atribuídos a partir das combinações das áreas dos blocos. A Figura 24 traz as áreas utilizada nas sete simulações realizadas pelo programa.

Figura 24 - Cenários para definição do volume ideal do reservatório a partir das áreas de captação

Cenário	Descrição
1	Área do bloco 1
2	Área do bloco 2
3	Área do bloco 3
4	Área do bloco 4
5	Áreas dos blocos 1 e 2
6	Áreas dos Blocos 3 e 4
7	Todos os blocos

Fonte: Autor (2021)

A determinação dos cenários teve como intuito obter diversas estimativas para o volume ideal dos reservatórios a partir da variação das áreas de captação e seus respectivos potenciais de economia de água.

É válido ressaltar que a área de captação é, entre tantos outros fatores, determinante no potencial de armazenamento, por ser o coletor da água, quanto maior sua área maior será o volume de água coletado, que pode ser visto no trabalho de Teston *et. al* (2018). Para o estudo em questão, a área de captação é o parâmetro que permite ser variável, justificando sua escolha como definição dos diversos cenários.

O consumo de água do prédio foi concebido pela concessionária local, tendo como período de histórico de consumo utilizado março de 2017 até março de 2020, foi escolhido tendo como base o padrão de consumo, que desde 2017 vinha sendo regular, sem greves por exemplo, até o mês em que foi decretada a pandemia COVID-19.

Então, para o item demanda total de água, foi considerado a média mensal de consumo extraída pelas faturas da companhia de saneamento local, sendo necessário selecionar a opção de demanda variável. Além disso, para o programa funcionar de maneira correta as referidas demandas foram inseridas com valores diários, compatível com a precipitação (série diária também). Para isso, dividiu-se os valores obtidos mensais pelos número de dias de cada mês de referência, definindo assim a média diária para 365 dias.

Para adequar as necessidades do Netuno os dados foram transformados para $L.dia^{-1}$, visto na Tabela 15, considerando o número de dias de cada mês. Como o programa supracitado solicita o consumo per capita, e os resultados obtidos são referente ao consumo total, entende-se, assim como Ghisi e Cordova (2014), que o número de usuários está implícito nesse volume, considerando então o número de moradores como 1.

Tabela 15 - Consumo médio de água no IFS - Campus Lagarto

Mês	Consumo médio mensal (m³)	Nº de dias do mês	Consumo médio diário (L.dia⁻¹)
Janeiro	238,67	31	7.699,03
Fevereiro	224,67	28	7.747,24
Março	338,25	31	10.911,29
Abril	333,33	30	11.111
Mai	293,67	31	9.473,23
Junho	339,00	30	11.300
Julho	256,67	31	8.279,68
Agosto	285,00	31	9.193,55
Setembro	325,00	30	10.833,33
Outubro	315,33	31	10.171,94
Novembro	334,67	30	11.155,67
Dezembro	317,00	31	10.255,81

Fonte: Autor (2021)

Adiante, foi necessário estabelecer a percentagem da demanda total substituível pela água da chuva, os valores que aparecem como opção variam numa frequência decenal de 10% a 100%, porém o usuário tem a opção de definir qualquer outro valor. Diante do levantamento realizado pelos sensores de fluxo associados a placa Arduino, determinou-se que esse percentual seria de 45%.

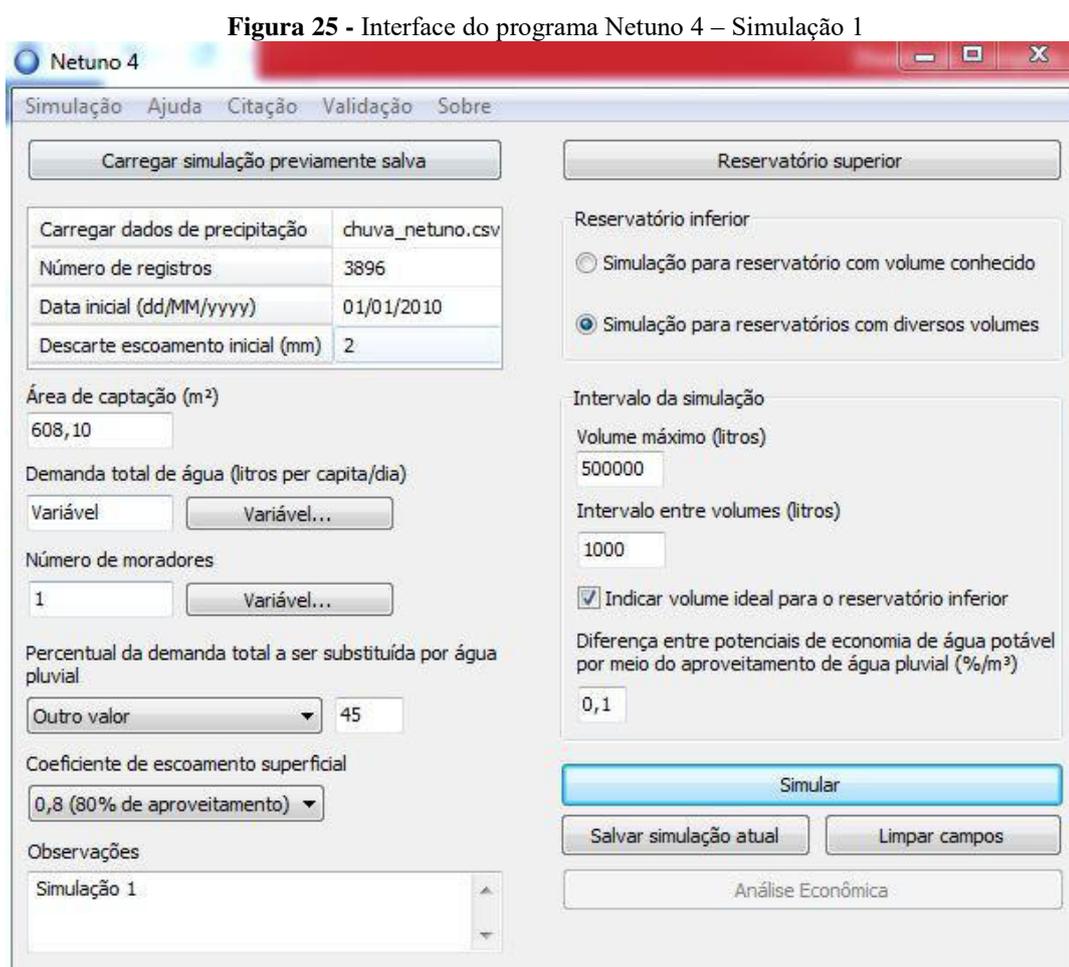
Já considerando que a cobertura é composta de telha cerâmica e que o volume de água precipitado não é o mesmo que o aproveitado, devido a perdas por evaporação e absorção do material, determinou-se então, seguindo Tomaz (2009), coeficiente de escoamento superficial de 0,8, que sugere esse valor para telhas cerâmicas. Isso significa dizer que 80% da água pluvial que atinge a superfície do telhado é escoado pelos beirais.

Por fim, definiu os parâmetros para o cálculo do volume dos reservatórios superior e inferior. Optou-se não considerar, nesse momento, o volume do reservatório superior, adiando para o pós dimensionamento do reservatório inferior.

Optou-se por realizar simulação para o reservatório inferior com diversos volumes, com o objetivo do Netuno definir o volume ideal, além disso foi definido que o volume máximo cálculo seria até 500.000 L e o intervalo entre volumes de 1.000 L.

O principal fator determinante na indicação do volume ideal é a diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial, quanto menor esse valor mais próximo o percentual da demanda a ser substituída calculada estará da desejada. Foi definido como 0,1%/m³.

Na Figura 25 é possível visualizar a interface do Netuno 4 preenchido pelos dados coletados, para o primeiro cenário simulado1.



Fonte: Autor (2021)

Ao carregar o botão “Simular” o Netuno apresenta o volume do reservatório ideal para o referido cenário e seus respectivos resultados para análise.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados foi realizada partindo dos parâmetros individualmente até o conjunto deles através de cenários diferentes, onde foi calculado pelo algoritmo do Netuno os valores de reservatório ideal para cada situação.

Para os dados de precipitação, foi possível perceber o perfil pluviométrico da região, organizando as médias diárias para mensais e a partir disso obter frequência de chuvas durante as estações de chuva e seca.

Já as áreas de cada bloco foram aferidas, tabuladas e organizada em forma de tabela para facilitar no dimensionamento do volume de água pluvial captado. Já o consumo local foi analisado através da estatística descritiva (obtenção das médias mensais) proveniente do histórico de consumo para o período delimitado.

Quanto ao percentual de água pluvial prevista no sistema, aproveitou-se os resultados obtidos pela análise da aceitabilidade dos usuários locais (através de questionário) e os resultados obtidos pelos sensores de fluxo via plataforma Arduino, que definiram o consumo dos aparelhos hidráulicos do prédio, confrontado com a análise da água realizada pelo ITPS.

Tal análise, utilizou-se do método 9223A do SMEWW para os ensaios de coliformes totais e *E. Coli* e teve como parâmetro os Valores Máximos Permitidos para Potabilidade segundo a Portaria de Consolidação 05/2017 do Ministério da Saúde.

Para o ensaio de turbidez o método utilizado foi o SMEWW, 2017, 2130 B, com Limite de Quantificação (LQ) de 0,1 uT. Para pH o método aplicado foi o SMEWW, 2017, 4500 H+ B, com LQ entre 1-12. Todos dois ensaios tiveram como parâmetro padrão a NBR 15527/2017.

No dimensionamento do reservatório, o programa Netuno analisou e determinou o volume ideal para o sistema, de forma que haja maior eficiência no sistema com atendimento satisfatório da demanda e menor volume do reservatório possível, ou seja, o algoritmo identificou quando o aumento do volume não altera o potencial de economia consideravelmente. Dessa forma, o sistema se tornou o mais viável possível no sentido ambiental e econômico.

Além disso, houve análise do tempo de retorno do sistema, através de indicadores econômicos considerados, variável determinante no convencimento dos tomadores de decisão quanto a implementação de tal técnica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

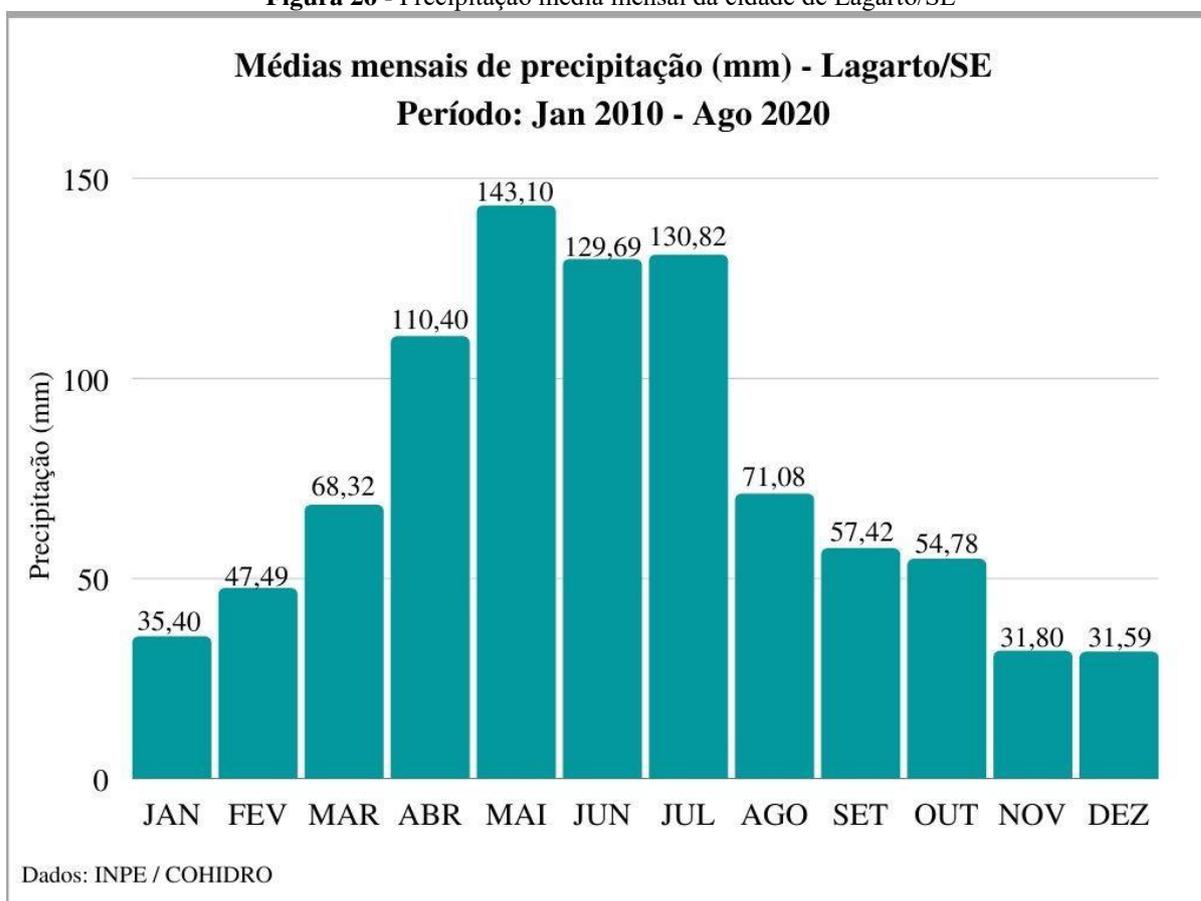
3.1 PRECIPITAÇÃO E ÁREA DE CAPTAÇÃO

A precipitação do município onde é localizado o objeto de estudo foi obtida, tabulada e analisada a partir da série histórica diária de precipitação obtido através do INPE e da COHIDRO entre janeiro de 2010 e agosto de 2020.

Para a IWA (2019), séries na periodicidade diária tem desempenhado com precisão o comportamento de sistemas de captação de água da chuva. Desse modo, o modelo trabalha com simulações mais próximas da realidade, considerando o intervalo de dias que histórica há estiagem.

Os dados foram transformados em médias mensais para efeitos de identificação do comportamento do regime pluvial durante as estações do ano. O resultado pode ser observado no gráfico contido na Figura 26, aonde são dispersas as precipitações médias mensais para o período supracitado.

Figura 26 - Precipitação média mensal da cidade de Lagarto/SE



Fonte: INPE (2020); COHIDRO (2020); Adaptado pelo autor (2021)

É possível observar que o regime pluvial da região é má distribuída, com alturas pluviométricas ultrapassando 110 mm nos meses de abril, maio, junho e julho, e em contrapartida meses com precipitações abaixo de 40 mm, como novembro, dezembro e janeiro.

Essa variação sazonal é apresentada de forma semelhante no relatório para elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí (SERGIPE, 2015), cujo o município de Lagarto está inserido, onde foram considerados como período seco os meses de setembro a março e chuvosos de abril a agosto.

Já Silva et. al (2012) mencionou como o trimestre mais chuvoso para o estado de Sergipe os meses de maio a julho, com valores médios mensais de número de dias com chuva de 15 dias, já na estação seca esse número é de 4 dias em média.

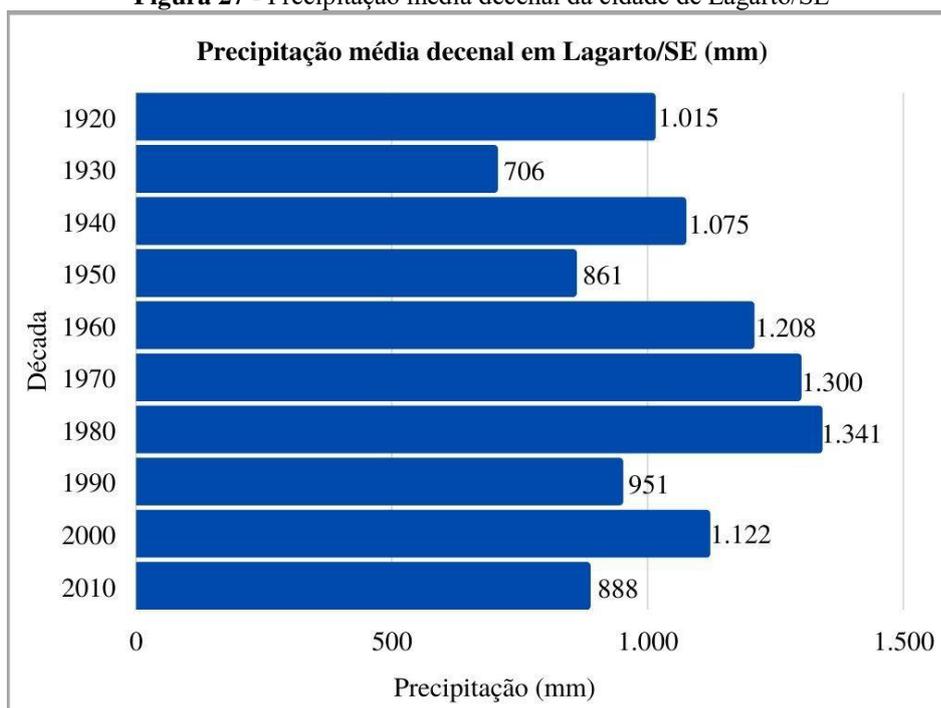
Andrade et. al (2008) utilizaram como critérios para identificar os períodos secos e chuvosos quatro classes de chuvas acumuladas mensais: mês seco (0 a 50 mm), mês pouco chuvoso (50 a 100 mm), mês chuvoso (100 a 200 mm) e mês bastante chuvoso (acima de 200 mm). Aplicando esses critério os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro se enquadram como seco. Março, agosto, setembro e outubro como pouco chuvoso, e de abril a julho meses chuvosos.

De outra forma, aplicando o método proposto por Gregory (1979), onde o mês é considerado chuvoso ou seco caso seja maior ou menor que a sua mediana, têm-se como período chuvoso de março a agosto (maior que a mediana 62,87 mm) e período seco de setembro a fevereiro.

Comparando esse resultado, referente a década de 2010, com dados fornecidos pela SERHMA (2016), que contém dados mensais numa série histórica de 1920 até 2010, reparou-se que houve diminuição média de 15% nas alturas pluviométricas dos últimos dez anos.

É possível observar porém, através da Figura 30, que historicamente as décadas se alternam em chuvosas (cinco) e secas (cinco) pelo método de Gregory (1979), não caracterizando essa diminuição como resultado de mudanças climáticas. Santos et. al (2020) avaliou possíveis impactos das mudanças climáticas no sistema de aproveitamento de água pluvial em estudos de caso em Portugal, onde não identificaram grandes alterações até 2060.

A década de 80 foi a mais chuvosa, enquanto que a década de 30 foi a mais seca. Com base nos resultados da Figura 27 é possível afirmar que precipitação média anual no município de Lagarto é de aproximadamente 1.047 mm/ano.

Figura 27 - Precipitação média decenal da cidade de Lagarto/SE

Fonte: SERHMA (2016); INPE (2020); COHIDRO (2020); Adaptado pelo autor (2021)

Adiante, as prováveis áreas definidas para captar a água precipitada foram aferidas utilizando arquivo no formato dwg fornecido pela administração do campus. Utilizando o programa AutoCad obteve-se as áreas.

Além das áreas aferidas foram acrescentadas o incremento de área recomendado pela NBR 10844/89. Com isso, percebe-se que os blocos possuem grandes dimensões, sendo o bloco 04 maior, com 816,66 m² de área de contribuição ou captação, seguido do bloco 02 com 777,2 m², bloco 03 com 762,72 m² e bloco 01, 608,14 m².

Na Tabela 16 é possível identificar o volume médio de água de chuva anual captável para cada bloco considerando a precipitação anual de 1.047 mm e calculando o volume de precipitação conforme preconiza a NBR 15527/2007.

Tabela 16 - Volume médio de água de chuva anual captável por bloco

	Bloco 01	Bloco 02	Bloco 03	Bloco 04
Área (m²)	543,23	683,74	690,37	725,24
Incremento -NBR 10844/89 (m²)	64,91	93,46	72,35	93,42
Área de contribuição (m²)	608,14	777,2	762,72	818,66
Vol. chuva anual aproveitável (m³)	509,38	650,98	638,85	685,71

Fonte: Autor (2021)

Embora o prédio apresente alta capacidade de captação de água não significa, por si só, que há viabilidade na implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Pois

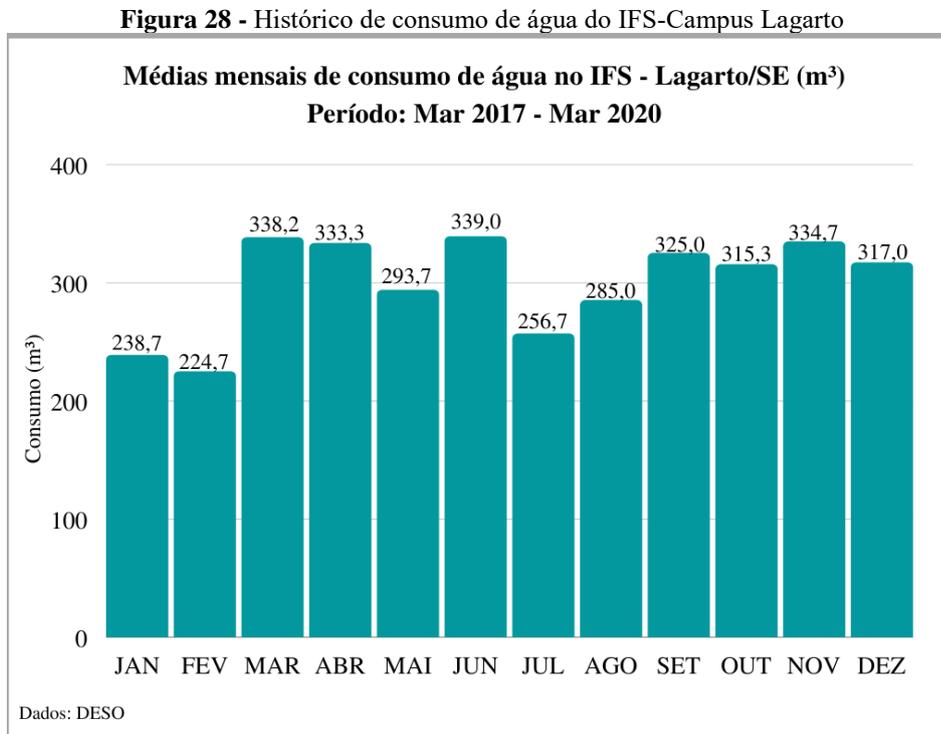
conforme afirmado por Teston et. al (2018) é necessário analisar também perfil de consumo de água e a precipitação local.

Dessa forma, estabelecimentos com grandes áreas podem não ter retorno satisfatório caso sua demanda seja inversamente proporcional e sua precipitação baixa.

3.2 DEMANDA DE ÁGUA TOTAL E POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL

A demanda de água utilizada foi mensal, extraída do histórico de consumo da DESO no período de março de 2017 a março de 2020. Esse intervalo de tempo é justificado devido a mudança de padrão de funcionamento em datas anteriores, com calendário letivo alterado por greves, e também devido a pandemia COVID-19 que afligiu todo o planeta, sendo que não há desde então aula presencial no campus.

A Figura 28 exibe as médias mensais de consumo de água no campus. O consumo médio na escola é de 316,5 m³/mês, sendo que o mês de junho apresentou nos últimos três anos, o maior consumo, 339 m³, e o mês de fevereiro o menor, 224,7 m³.



Fonte: DESO (2021); Adaptado pelo autor (2021)

Foram descartados o consumo de agosto e setembro de 2019, pois despontou totalmente do padrão. Ao questionar com os profissionais da manutenção foi informado que houve nesse mesmo ano um grande vazamento detectado, sendo este o possível motivo de tanta disparidade.

Ao trazer valores altos de consumo, mais de 300 mil litros por mês, é inevitável não relaciona-lo ao custo das tarifas. A tarifa da Deso (concessionária local) atualmente custa para prédio públicos R\$ 174,97 se o consumo for até 10 m³, quando é ultrapassado é cobrado R\$ 26,74 por m³ medido.

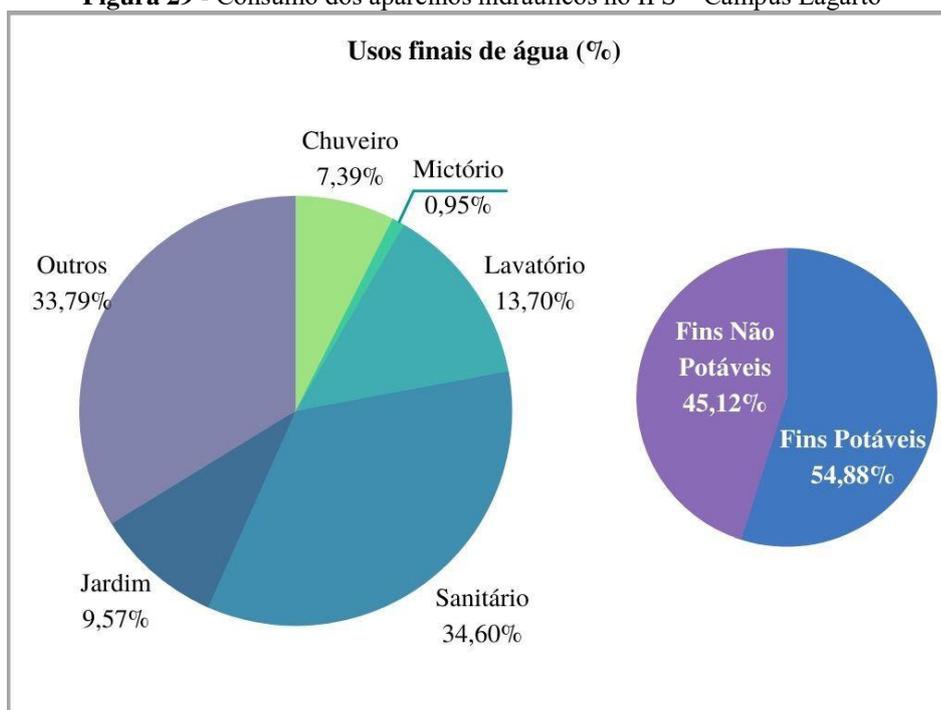
Considerando o mesmo período analisado para o consumo, o custo médio com água no prédio foi de R\$ 6.851,47 por mês ou R\$ 82.217,64 por ano. Esse custeio é realizado com próprio recurso do IFS, a economia desse valor pode gerar poderio ao campus de investir em infraestrutura interna.

A partir do consumo total do prédio buscou-se definir qual percentual desse todo pode ser substituído pelo abastecimento alternativo, nesse caso a água da chuva. Para isso, inicialmente, foi preciso realizar o levantamento de consumo de cada atividade presente no local.

Então, foi instalado nos aparelhos hidráulicos sensores de fluxo de água, atrelados ao microcontrolador da plataforma Arduino Uno, onde foi realizado o monitoramento dos mesmos. O volume consumido em cada aparelho foi exibido em tempo real por um display instalado no banheiro.

Dessa forma, a partir da amostragem obtida foi possível estimar o consumo total do prédio. A Figura 29 exhibe os resultados dos consumos finais de cada aparelho presente no IFS Lagarto.

Figura 29 - Consumo dos aparelhos hidráulicos no IFS – Campus Lagarto



*Outros: Engloba uso de bebedouro, lavatórios dos laboratórios e prováveis vazamento.

Fonte: Autor (2021)

A amostragem levou em consideração os sanitários como maior consumo local, equivalente a 34,60 % do volume de água total consumido no prédio. Os resultados foram seguidos, além dos vasos sanitários, lavatórios, torneiras de jardim, chuveiro, mictórios e outros (inclusive bebedouros, laboratórios e prováveis vazamentos).

Adicionalmente, os aparelhos supracitados foram classificados como voltados para atividades com fins potáveis e não potáveis. Os aparelhos considerados como atividades para fins não potáveis foram vaso sanitário, mictório e torneira de jardim. Estes equivaleram 45,12% do consumo total do prédio. Enquanto que os demais aparelhos se enquadraram como fins potáveis, correspondente a 54,88% da água consumida no prédio.

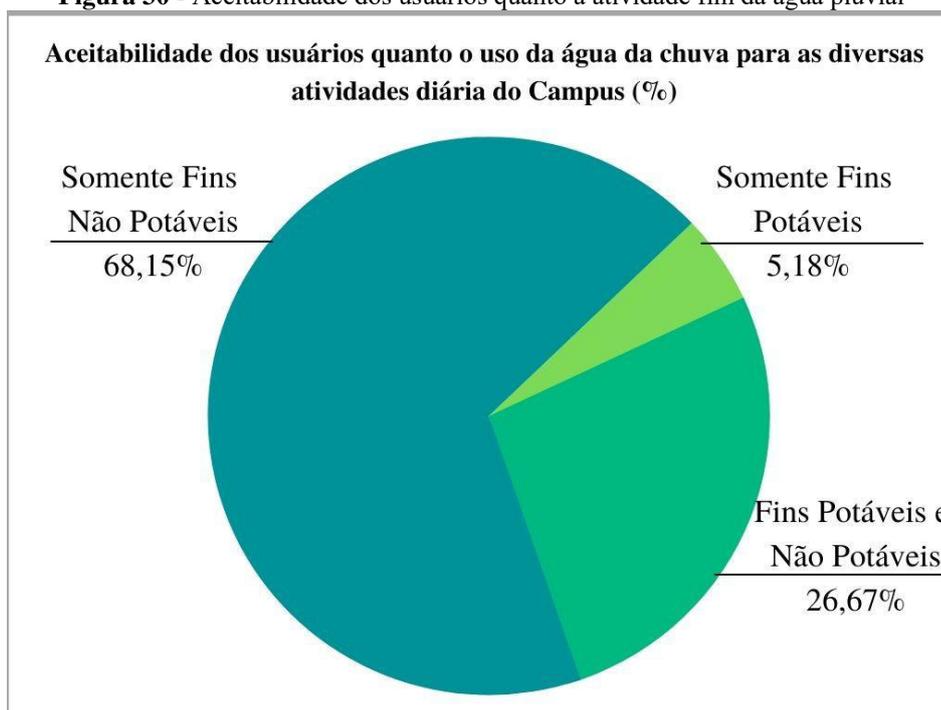
Posteriormente buscou extrair dos usuários qual nível de aceitabilidade em usar esse tipo de técnica, para isso foram aplicados 135 questionários entre alunos, professores, técnicos administrativos e profissionais terceirizados.

As perguntas foram elaboradas com o objetivo de caracterizar os usuários, identificar os níveis de conhecimento e aceitação. Indagou aos participantes, quais atividades em que eles se sentiam confortáveis em usar a água da chuva, as atividades disponíveis foram agrupadas em: Beber e cozinhar; tomar banho e lavar as mãos; descarga dos sanitários e/ou mictórios; rega de jardim e lavagem de piso.

Considerando suas especificidades, as atividades propostas foram divididas em fins potáveis (beber e cozinhar; tomar banho e lavar as mãos) e fins não potáveis (descarga dos sanitários e/ou mictórios; rega de jardim e lavagem de piso). Foi considerado como fins potáveis as atividades que não há ingestão da água ou contato com a pele, sendo o oposto disso atividades potáveis.

A Figura 30 mostra graficamente que 68,15% dos entrevistados consideram o uso da água da chuva somente para fins não potáveis, enquanto apenas 5,18% consentem o uso da água somente para fins potáveis. Já 26,67% citaram tanto atividades com fins potáveis quanto atividades com fins não potáveis.

Analisando o resultado de uma perspectiva mais ampla, 94,82% dos entrevistados demonstraram aceitação quanto ao uso da água em atividades que não exigem água potável. Antagonicamente a isso foi possível identificar o índice de 31,85% para atividades que demandam de água com qualidade mais nobre.

Figura 30 - Aceitabilidade dos usuários quanto a atividade fim da água pluvial

Fonte: Autor (2021)

Diversos são os motivos pelos quais a maior parte dos usuários decidem optar pelas tais atividades, sendo motivado por sua posição social, cultural e/ou econômica. Características demográficas, idade, nível de escolaridade e renda influenciam fortemente na percepção individual sobre a qualidade da água. Esta geralmente é associada pelas características estéticas, sabor e prováveis riscos à saúde (TAKAGI et. al, 2019; GU et. al, 2015; CHEW et. al, 2019).

A qualidade, por sinal, é determinante para definir o potencial de economia de água potável. A partir dela é possível qualificar ou descartar os outros parâmetros definidores das atividades de uso da água pluvial.

Nesse sentido é possível que um ambiente cuja aceitabilidade dos usuários seja alta para uso da água chuva em atividades de fins potáveis não seja confirmada devido o resultado de sua análise, onde a partir dos parâmetros encontrados seja viável apenas o uso para atividades não potáveis, sem considerar tratamento da água.

A Tabela 17 traz o resultado da análise realizada pelo ITPS onde foi constatado que o pH da água é de 6,85, esse valor está dentro do padrão utilizado como limite pela NBR 15527/2007. Da mesma forma foi percebido para o índice de turbidez da água que apresentou 1,5 Unidades de Turbidez – uT, também dentro do permitido pelo padrão utilizado.

Por outro lado, foi identificado no ensaio microbiológico a presença de coliformes totais e da bactéria *escherichia coli*. Todos os dois parâmetros devem, segundo a Portaria de Consolidação 05/2017 – MS que trata do padrão de potabilidade, estar ausente.

Tabela 17 - Análise da água da chuva

Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão	LQ	Método	Data
Coliformes Totais	Presença	-	Ausência ¹	-	SMEWW 9223A	29/10/2020
Escherichia Coli	Presença	-	Ausência ¹	-	SMEWW 9223A	29/10/2020
Turbidez	1,5	uT	5 ²	0,01	SMEWW, 2017, 2130 B	29/10/2020
pH	6,85	-	6 a 8 ²	1 - 12	SMEWW, 2017, 4500 H+ B	29/10/2020

¹Portaria de Consolidação 05/2017 - MS

²NBR 15527/2007

Fonte: ITPS (2020); Adaptado pelo autor (2021)

Dessa forma, é possível afirmar que a água proveniente da chuva no local do estudo está fora do padrão de potabilidade, esse fato é possível pelo acúmulo de material orgânico assentado sobre a cobertura do local.

É comum que haja em telhados restos de fezes de animais, folhagens e aves mortas que após o contato da água da chuva na superfície sejam carregadas, sendo possíveis vetores de contaminação da água. Para o caso em questão, nota-se que há grande presença de felinos e pássaros, que são as principal prováveis fontes de contaminação da água escoada pelo telhada através da suas excreções.

Tomaz (2009) sugere exemplos de contaminantes da água após escoamento pelo telhado como fezes de pássaros, ratos e outros animais, além de poeiras e folhas de árvores. Os excrementos animais podem provocar o aparecimento de bactérias que causam infecções gastrointestinais.

Isso sustenta a teoria de que a contaminação da água analisada tenha sido de origem animal. Fato semelhante ocorreu no trabalho de Pinheiro e Araújo (2016) realizado no Campus Natal Central do Instituto Federal do Rio Grande do Norte onde foi apresentado, também, resultado positivo para coliformes totais e termotolerantes atribuído pelos autores a fezes de animais de sangue quente (pássaros e gatos).

Uma das formas de melhoramento da água escoada pelo telhado é descartar os primeiros volumes, conhecido no ramo como *first flush*, essa técnica torna-se como uma intervenção útil

que reduz os contaminantes dissolvidos nos sistemas de águas pluviais (MARTINSON; THOMAS, 2009).

Tomaz (2009) afirma que há um acordo mundial para que a primeira água seja de fato jogada fora, mas não há consenso na quantidade da mesma, sendo utilizados diversos volumes de água (medidos em milímetros). Alguns lugares determinam que sejam de 0,4 a 0,8 mm, outros 0,8 a 1,5 mm.

Doyle (2008) determina o volume a ser descartado, variando entre 0,6 a 2,0 mm, Marthinson e Thomas (2009) demonstrou melhores resultados para um first flush de 2mm, mas que tem relação direta com a turbidez. A NBR 15527/2007 recomenda o uso de 2 mm para o first flush.

Alim *et. al* (2020) utilizaram em seu trabalho 2 mm seguindo o estudo de Kus *et. al* (2010) que determinou após testes que um first flush desse valor consegue reduzir a contaminação microbiológica.

Dessa forma, foi adotado para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva um first flush de 2 mm. Sistema esse que será utilizado para as águas das descargas e mictórios dos banheiros e torneiras de jardim.

Mesmo desprezando as primeiras águas e utilizando-a em atividades que não há ingestão e nem contato com a pele, será utilizado o uso de cloro periodicamente no local de armazenamento dessa água para garantir a ausência de coliformes.

Por fim, diante do perfil de consumo do IFS – Campus Lagarto, da aceitabilidade dos usuários e, principalmente, da análise da qualidade da água foi definido que o percentual da água consumida no prédio a ser substituída por água da chuva é de 45 %, referente aos aparelhos que não necessitam de água com qualidade mais nobre.

Desse modo, estabelece que os aparelhos onde serão usados água da chuva são os vasos sanitários, mictórios e torneiras de jardim.

3.3 VOLUME IDEAL DO RESERVATÓRIO

Com todos os cenários definidos, o programa gerou os respectivos resultados trazendo como resultado os volumes ideais e o potencial de economia de água potável que cada cenário pode atingir.

Dessa forma, a Tabela 18 mostra que no cenário 1, tendo como captação da água a cobertura do bloco 1, o volume ideal do reservatório é de 25.000 L e o potencial de economia de água potável em 10,49%. Neste cenário, a demanda de água pluvial é atendida

completamente na média anual em 14,43%, sendo atendida parcialmente em 19,84% e não atendida em 65,73%.

Tabela 18 - Resultados das simulações dos cenários definidos para definição do volume ideal do reservatório

Cenário	First flush (mm)	Á. de captação (m ²)	Percentual de substituição (%)	Coefficiente de escoamento superficial	Reservatório superior (L)	Vol. ideal Reservatório inferior (L)	Potencial de economia de água potável (%)
1	2,0	608,1	45	0,8	0 0%	25000	10,49
2	2,0	777,2	45	0,8	0 0%	36000	13,35
3	2,0	762,7	45	0,8	0 0%	35000	13,1
4	2,0	818,7	45	0,8	0 0%	40000	14,1
5	2,0	1385,3	45	0,8	0 0%	66000	22,07
6	2	1581,38	45	0,8	0 0%	68000	24,02
7	2,0	2966,7	45	0,8	0 0%	107000	33,3

Fonte: Autor (2021)

Os cenários 2 e 3 demonstraram resultados semelhantes, já que a diferença entre suas respectivas áreas é um pouco menor que 10m², 777,2 m² e 762,7 m², respectivamente. O volume do reservatório ideal no cenário 2 é de 36.000 L e no 3 de 35.000 L e os potenciais de economia são de 13,35% e 13,10%. O atendimento da demanda de água pluvial eleva em relação ao cenário 1, 21,23% no 2 e 20,64% no 3, parcialmente 16,86% no 2 e 17,07% no 3 e não atende em 61,91% do ano para o cenário 2 e 62,29% para o cenário 3.

No cenário 4, que tem como captação a área da cobertura do bloco 4 (818,7 m²), o volume ideal para o reservatório é de 40.000 L e o potencial de economia de água potável em 14,10%, seu desempenho também está abaixo, com apenas 23,38% de atendimento completo da demanda, 15,91% parcialmente e 60,70% não atende.

Já no cenário 5 os dados começam a ter um maior crescimento, ao unir a área de dois blocos, neste caso blocos 1 e 2, foi apresentado como volume ideal 66.000 L, com um potencial de economia de 22,07%, atendendo ao sistema completamente em 45,56% do tempo, parcialmente 7,93% e 46,51%.

O cenário 6 obteve como ideal um volume de 68.000 L, com potencial de economia de 24,02%, atendendo o sistema em 50,69%, 6,55% parcialmente 42,76% não atendida.

Por último, o cenário 7 foi aquele que mais se aproximou do potencial de economia de água potável desejado inicialmente de 45%, o volume ideal foi de 107.000 L e o potencial de 33,33%. Além disso, em 73,13% o sistema atenderá por completo a demanda de água potável, 2,64% de maneira parcial e 24,23% não atenderá.

Tendo em vista aos resultados apresentados, foi possível identificar que quanto maior a área de captação, maior foi o volume ideal e o potencial de economia de água potável. Isso dar-se pelo fato da área de captação ser o principal fator permissor da captura de água.

Se utilizar, por exemplo, volume maior no cenário 1 em busca de maior potencial de economia de água é possível ver que para o volume máximo do intervalo de cálculos, que foi para volume de 500.000 L, o sistema atingiria um potencial de economia de 11,18%. Um acréscimo de apenas 6,58 % no potencial e de 1.900% no volume do reservatório. O que resultaria numa grande construção com baixa eficiência, com apenas 16,43% de atendimento completo.

O mesmo ocorreria com os outros cenários, a Tabela 19 traz como ficaria o potencial e o atendimento de cada cenário considerando o potencial de economia máximo de acordo com o volume do reservatório inferior máximo pré-definido.

Tabela 19 - Diferença de potenciais para volume máximo de reservatório

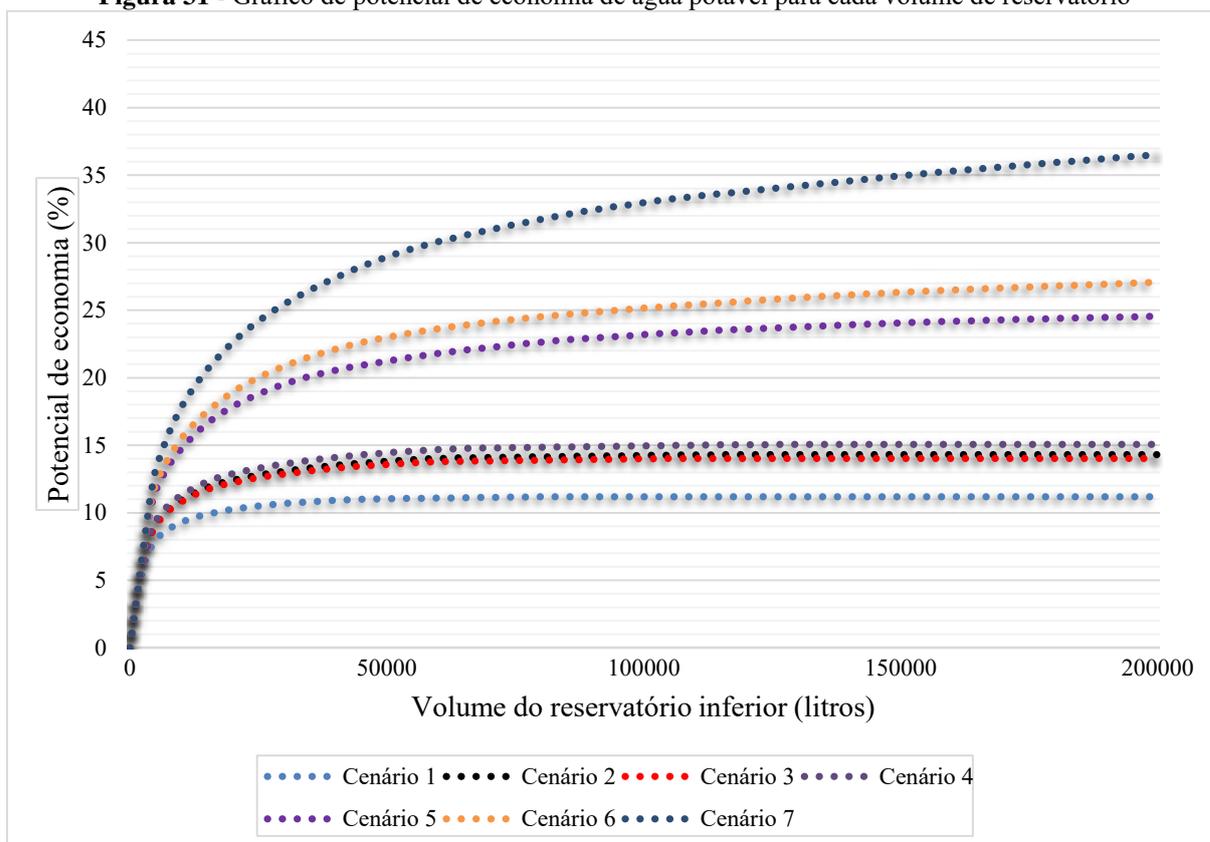
Volume reservatório (L)	Potencial de economia de água potável (%)	Atendimento da demanda de água pluvial			Simulação para volume de 500.000 L				
		Completo (%)	Parcial (%)	Não atendido (%)	Potencial de economia de água potável (%)	Atendimento da demanda de água pluvial			
						Completo (%)	Parcial (%)	Não atendido (%)	
25.000	10,49	14,43	19,84	65,73	11,18	16,43	18,84	64,73	
36.000	13,35	21,23	16,86	61,91	14,29	23,82	15,79	60,40	
35.000	13,10	20,64	17,07	62,29	14,03	23,23	15,94	60,83	
40.000	14,10	23,38	15,91	60,70	15,06	26,13	14,81	59,06	
66.000	22,07	45,56	7,93	46,51	24,95	52,23	6,60	41,17	
68.000	24,02	50,69	6,55	42,76	28,29	60,32	5,03	34,65	
107.000	33,33	73,13	2,64	24,23	41,93	92,40	0,67	6,93	

Fonte: Autor (2021)

As diferenças de volume de reservatório tendem a ser nulo conforme o potencial de economia aumenta, sendo assim, ao atingir esse limite, mesmo que o volume do reservatório seja ampliado o potencial de economia não se altera.

É possível identificar esse comportamento em todos os cenários, onde para o cenário 1 identificou-se que a partir do volume de 81.000 L o potencial de economia não se alterou mais. Nos demais cenários aconteceu da mesma forma, cenário 2 atingiu esse limite com 112.000 L, cenário 3 com 110.000 L, cenário 127.000 L, cenário 5 266.000 L e cenário 6 383.000 L.

O grande aumento no volume do reservatório e pouco ganho no potencial de economia é reafirmado quando observado a Figura 31, onde graficamente é possível identificar o comportamento de cada cenário

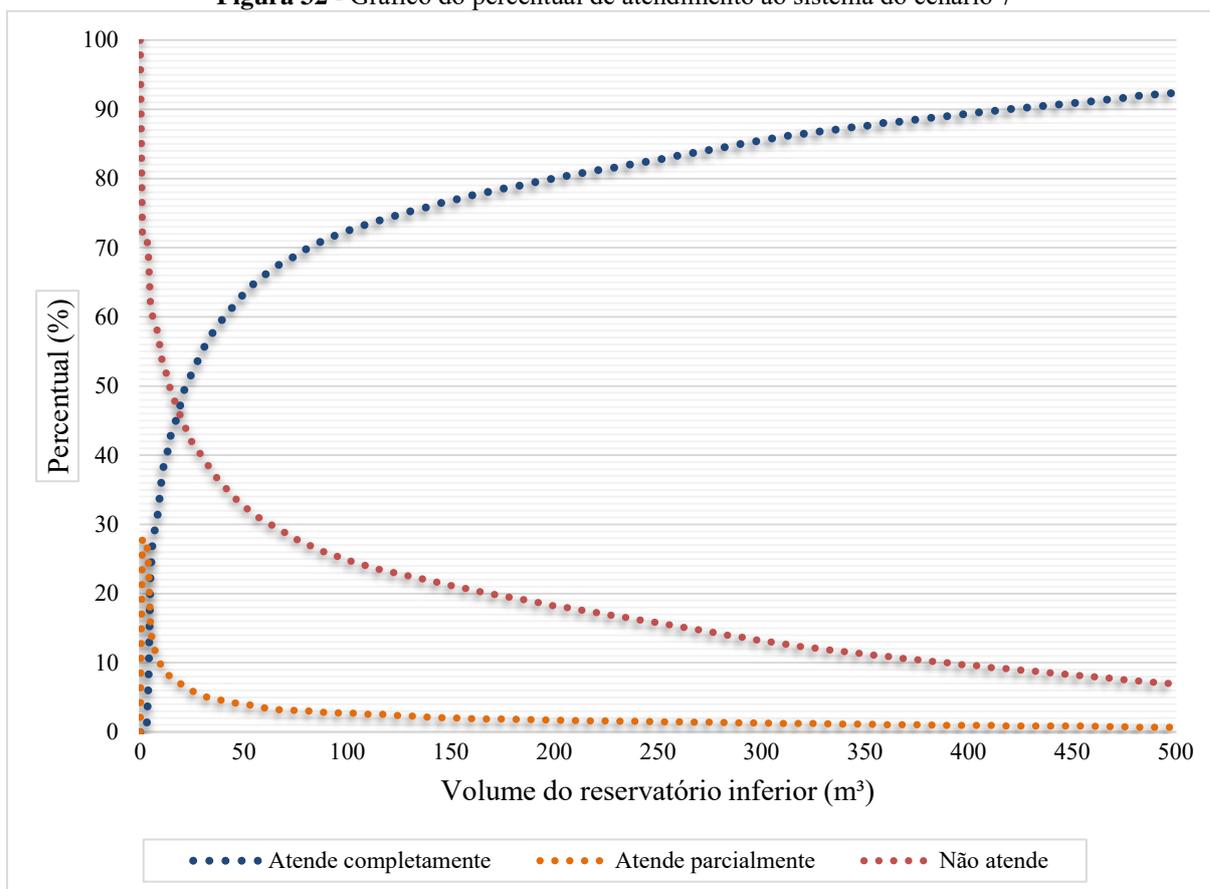
Figura 31 - Gráfico de potencial de economia de água potável para cada volume de reservatório

Fonte: Adaptado de: Netuno 4.0 (2021)

Dos cenários analisados, o único em que o potencial de economia de água continuou crescente foi no 7, porém um crescimento que para o critério adotado para definir o volume ideal inviável, pois com um volume quase 5 vezes maior (500.000 L) o sistema teria um aumento no potencial de economia de 25,80%.

Diante disso, considerando que o cenário 7, com reservatório de 107.000 L, atende o sistema completamente 73,13% do tempo, 2,64% parcialmente e 24,23% não atende. O mesmo foi escolhido como o ideal para o sistema de aproveitamento de água da chuva no IFS – Campus Lagarto.

Seu potencial de economia de água (Figura 32), com 33,30 %, equivale a 74% dos usos no prédio com atividades que requer água não potável e conseqüentemente substituível pela água da chuva. Fato este que pode ter ocorrido pelo fato da demanda local ser elevada, como mostrado por Imteaz *et. al* (2011) e confirmado por Cardoso (2018), onde edificações com baixa demanda conseguiram atingir 100% do potencial possível de economia de água.

Figura 32 - Gráfico do percentual de atendimento ao sistema do cenário 7

Fonte: Netuno 4.0 (2021)

Além disso, Fasola *et. al* (2011) tiveram como resultado em duas escolas, uma municipal e outra estadual, onde a porcentagem de água potável a ser substituída na primeira era de 26,1% e na segunda de 72%, área de captação de 638m² e 800m² e demanda total de 4.291,1 L.dia⁻¹ enquanto que na estadual era de 6.147,9 L.dia⁻¹. Os potenciais definidos pelo Netuno foram, respectivamente, 22,90% e 42,5%, onde verificou-se a interferência da demanda total, do percentual a ser substituído e da área da captação na definição do potencial de economia.

Considerando que a análise é realizada anualmente torna-se pertinente detalhar de forma mensal, onde há variação do potencial de utilização de água e atendimento a demanda.

Nota-se parâmetros que em tese, são constantes, como valor do first flush, área de captação, percentual de água em atividades não potáveis (substituível), coeficiente de escoamento superficial. Por outro lado, os dados de precipitação e demanda total vão variar, o primeiro devido ao clima da região e o segundo devido ao comportamento dos usuários locais. Esses dois últimos parâmetros influenciam no comportamento do sistema exibido na Tabela 20.

Tabela 20 - Comportamento anual do sistema para o cenário 7

Mês	Potencial de utilização de água potável (%)	Atendimento da demanda de água pluvial		
		Completo (%)	Parcial (%)	Não atendido (%)
Janeiro	20,75	43,70	4,99	51,32
Fevereiro	30,70	66,56	2,57	30,87
Março	32,71	70,97	3,23	25,81
Abril	35,54	78,18	2,42	19,39
Mai	40,84	89,74	2,05	8,21
Junho	45,00	100,00	0,00	0,00
Julho	45,00	100,00	0,00	0,00
Agosto	43,61	96,48	0,59	2,93
Setembro	36,65	79,00	4,33	16,67
Outubro	28,64	62,26	2,58	35,16
Novembro	18,13	38,33	5,00	56,67
Dezembro	21,68	45,81	4,52	49,68
Média	33,33	73,13	2,64	24,23

Fonte: Autor (2021)

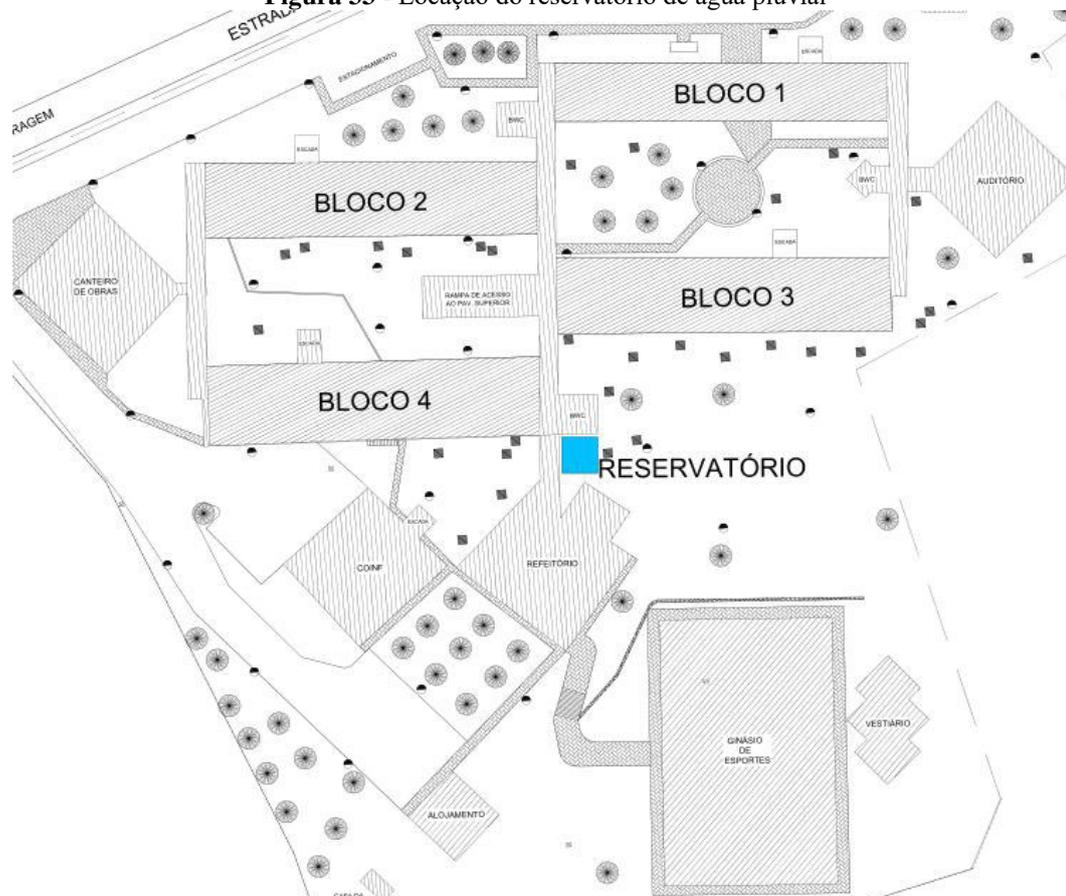
É válido perceber que o atendimento é maior nos meses mais chuvosos e menor no período de estiagem no município de Lagarto, compreensível pois a água pluvial, neste caso, é a fonte de abastecimento (alternativo). Assim, o período composto pelos meses de novembro, dezembro e janeiro é o período crítico do funcionamento do sistema.

Quando analisado o comportamento da demanda total, alto durante todo ano, percebe-se que influencia negativamente no mês mais crítico, novembro, pois há um aumento em torno de 40% referente a demanda do mês de janeiro, além de quase 10% em redução de chuvas.

Dessa forma, entende-se que a administração do campus pode melhorar o cenário no sentido de reduzir o consumo nos referidos meses, principalmente em dezembro e janeiro onde são meses que normalmente os discentes entram em férias, como também criar reservas técnicas com os volumes extravasados em períodos chuvosos, além de combater prováveis vazamentos nas instalações.

Com o volume do reservatório estabelecido, propõe-se que seja instalado próximo ao bloco 4, conforme locado na Figura 33, de modo que a condução da água da cobertura até o armazenamento seja feito por gravidade.

Figura 33 - Localização do reservatório de água pluvial



Fonte: IFS (2020), adaptado pelo autor

Um reservatório dessa volume deverá ser em concreto armado e suas dimensões de 6,0m x 6,0m x 4,0m, considerando o nível da água com 2,97m (para o volume de 107 m³), a altura excedente servirá para instalações das tubulações de entrada e saída.

Além do reservatório inferior, deverão ser instalados caixas d'água de 1.000L nos blocos onde há banheiros, sendo no total 8 caixas, para o abastecimento descentralizado de água da chuva.

Portanto, para o sistema como todo funcionar a partir da ocorrência de precipitação, o telhado irá captá-la onde será conduzida através de calhas para rede de drenagem pluvial exclusiva, até o reservatório inferior.

Em seguida, através de um sistema elevatório formado por um conjunto motobomba a água armazenada seguirá para vários reservatórios locados em locais estratégicos, onde seguirá para destinação final.

Todo esse sistema, considerando escavação, concreto e impermeabilização do reservatório; calhas; tubo pvc para drenagem; caixas de passagem; caixas d'água de polietileno;

tubos de pvc soldável; Diversos acessório e conjunto motobomba irá gerar um custo para o campus em torno de R\$ 130.000,00.

Esse investimento será liquidado a partir do próprio ganho que o sistema trará para o campus, assim a Tabela 21 foi concebida de modo que permitiu analisar o tempo de retorno (payback).

Tabela 21 - Análise de economia de água e custo das tarifas

Mês	Economia de água (%)	Consumo médio mensal atual (m ³)	Cons. médio mensal pós aprov. da água da chuva (m ³)	Volume de água economizado (m ³)	Custo médio das Tarifas atual (R\$)	Custo médio das Tarifas pós aprov. da água da chuva (R\$)	Economia de custo mensal (R\$)
Janeiro	20,75	238,7	189,17	49,53	5011,61	3971,70	1039,91
Fevereiro	30,7	224,7	155,72	68,98	4749,75	3291,58	1458,17
Março	32,71	338,3	227,64	110,66	7447,43	5011,38	2436,05
Abril	35,54	333,3	214,85	118,45	7056,46	4548,59	2507,87
Maio	40,84	293,7	173,75	119,95	6180,88	3656,61	2524,27
Junho	45	339,0	186,45	152,55	7158,05	3936,93	3221,12
Julho	45	256,7	141,19	115,52	5447,65	2996,21	2451,44
Agosto	43,61	285,0	160,71	124,29	5906,57	3330,71	2575,86
Setembro	36,65	325,0	205,89	119,11	6693,30	4240,21	2453,09
Outubro	28,64	315,3	225,00	90,30	6699,23	4780,57	1918,66
Novembro	18,13	334,7	274,02	60,68	7239,94	5927,34	1312,60
Dezembro	21,68	317,0	248,27	68,73	6770,95	5303,01	1467,94
Média anual	33,33	3601,4	2402,7	1198,7	76361,8	50994,8	25367,0

Fonte: Autor (2021)

É possível perceber que obviamente os meses com maior economia são aqueles em que o percentual de substituição de água potável por pluvial são maiores, mas também é possível constatar que o ganho nos meses de menor ganho.

No mês de janeiro, por exemplo, é previsto que haja economia de quase 50.000 L de água proveniente da rede pública, tratada e retira dos mananciais. Esse valor chega ao topo no mês de junho, caracterizado por muita chuva, a economia prevista é de um pouco mais de 150.000 L.

Durante o ano é aguardado que haja redução de incríveis 1.198,7 m³ de água, ou seja, quase 1 milhão e 200 mil litros serão economizados. Considerando o consumo diário por pessoa em Sergipe de 132,85 L.dia⁻¹ (SNIS, 2019), esse volume economizado é suficiente pra suprir o abastecimento de 25 pessoas durante o ano.

Tendo visto a contribuição que o uso de fontes alternativas descentralizadas podem trazer, a contenção não está ligada apenas ao âmbito ambiental, na área econômica é possível extrair grande contribuição, tanto no financiamento da instalação, operação e manutenção do sistema como também como fonte de recursos próprios para instituição.

Presume que haja redução de custo em torno de 33%, isso significa que o estabelecimento irá reduzir da sua folha um pouco mais que 25 mil reais. Para calcular o tempo de retorno será descontado do valor economizado 10%, prevendo os custos com operação e manutenção.

Considerando que a economia líquida seja de R\$ 22.500,00 e que os custos sejam de R\$ 130.000,00 pode-se prever que o tempo de retorno será de 70 meses ou 5 anos e 10 meses.

No trabalho de Teston *et. al* (2018) onde realizou levantamento de vários trabalhos sobre o tema, 55% dos trabalhos realizados em prédios públicos tiveram tempo de retorno menor ou igual a 10 anos. Ainda assim, eles afirmam que a viabilidade em prédios públicos tem sido maior, isso deve estar relacionado a maiores demandas por água não potável como também a maiores áreas de captação quando comparados com edificações residenciais.

O tempo de retorno vai variar de acordo com a especificidade do local implantado. Há trabalhos onde o tempo de retorno é baixíssimo, como o de Sanchez (2014) onde obteve tempo de retorno de 14 meses para Escola Técnica da Universidade Federal da Bahia. Já Souza *et. al* (2016) encontraram paybacks entre 3,8 a 7,8 anos em Universidade no Rio de Janeiro.

Cardoso (2018) realizou estudo em dois prédios da Universidade Federal do Pará e encontrou tempos de retorno de 6 e 10 anos. Já Oviedo-Ocaña *et. al* (2017) realizaram estudo em um condomínio com 35 residências, obtiveram tempo de retorno de 23 anos e concluíram ser promissor.

Então, a percepção do tempo de retorno ser viável ou não vai de cada estudo de caso. Neste trabalho entende que os resultados são extremamente relevante no âmbito ambiental, com alto índice de economia de água, assim como economicamente, com tempo de retorno menor que 6 anos.

Ademais, a implantação de um sistema desse abre a possibilidade de se trabalhar e gerar um ganho social, que pode gerar sementes na sociedade para uma nova visão sustentável. Até porque o local de estudo trata-se de um ambiente escolar de nível médio e superior.

Envolver a comunidade acadêmica torna-se imprescindível, tanto no compartilhamento de conhecimento na área de recursos hídricos e engenharia em geral, como também na implementação de uma consciência ambientalista aos atores do processo.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo permitiu dimensionar um sistema de aproveitamento de água da chuva através do modelo Netuno, utilizando dados coletados em órgãos governamentais, aferição in loco e estudos bibliográficos.

Ao fim do estudo conclui-se que o volume ideal para as circunstâncias analisadas é de 107 mil litros, de concreto armado e enterrado. Responsável por armazenar as águas pluviais coletada pela cobertura dos quatros blocos escolhidos e conduzida por sistema de drenagem.

Além disso, foi permitido concluir que o sistema tem potencial de economia de 33,33% da água potável, que pode ser substituída pela água da chuva, esse valor equivale a 74% da demanda de consumo no prédio que pode ser usada por água de menor qualidade.

Determinou-se também que nesse cenário há viabilidade ambiental e econômica, tendo em vista uma economia de 1.198,7 m³ e de R\$25.367,00 anuais. Provendo um tempo de retorno de 5 anos e 10 meses, considerado tempo viável para sua implantação.

Por fim, recomenda-se que a administração local realize junto à comunidade acadêmica a implantação desse sistema e que a partir disso haja um trabalho de educação ambiental, trazendo contribuição social.

REFERÊNCIAS

ABS, Australian Bureau of Statistics. **Sources of water and its uses**. Disponível em: <https://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Latestproducts/4602.0.55.003Main%20Features3Mar%202013?opendocument&tabname=Summary&prodno=4602.0.55.003&issue=Mar%202013&num=&view=>. Acessado em 06/01/2020

AMORIM, S. V. DE. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 53–66, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: água da chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

BARBETTA, P. A. Estatística aplicada às ciências sociais. **Editora da UFSC**, p. 340, 2002.

BARROS, J. D. de S; TORQUATO, S. C; AZEVEDO, D. C. F; BATISTA, F. G. de A. Percepção dos Agricultores de Cajazeiras na Paraíba, Quanto ao Uso da Água de Chuva para Fins Potáveis. **HOLOS**, v. 2, n. 29, p. 50-65, 2013.

BATISTA, Silvana Simone. **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE AÇÕES ANTRÓPICAS SOBRE O SISTEMA COSTEIRO DE UBATUBA (SP) ATRAVÉS DE MODELAGEM AMBIENTAL**. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

BRASIL. Lei nº. 9.433, 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos**, 1997.

BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - 2013**. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/lagarto_se. Acessado em: 15/12/2019

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos: informe 2018**. Brasília, 96 p., 2018

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acessado em:

02/02/2020

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=175>. Acesso em 22/06/2019.

BUREK, P., SATOH, Y., FISCHER, G., KAHIL, M. T., SCHERZER, A., TRAMBEREND, S., NAVA, L. F., WADA, Y., EISNER, S., FLÖRKE, M., HANASAKI, N.; MAGNUSZEWSKI, P., COSGROVE, B. AND WIBERG, D. Water Futures and Solution. **Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report). IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)**, n. May, p. 11, 2016.

CAMPISANO, A. et al. Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. **Water Research**, v. 115, p. 195–209, 2017.

CANCINO, L.; NEVES, R. 3D-numerical modelling of cohesive suspended sediment in the Western Scheldt estuary (The Netherlands). **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, v. 28, n. 3–4, p. 337–345, 1994.

CARDOSO, R. N. C.; BLANCO, C. J. C.; DUARTE, J. M. Technical and financial feasibility of rainwater harvesting systems in public buildings in Amazon, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 260, 1 jul. 2020.

CHAKRABORTY, B.; GUPTA, A. **Rainwater Quality Analysis in Selected Areas of Eastern and Northeastern India**. v. 1, n. January, p. 23–27, 2014.

CHEW, J. F. et al. Water source preferences and water quality perceptions among women in the eastern region, ghana: A grounded theory study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 20, 2 out. 2019.

CIPOLLA, S. S.; MAGLIONICO, M. **Modelling Rainwater Harvesting and Greywater Reuse for Tank Size Optimizations**. v. 3, p. 460–449, 2018.

CORIOLOANO, D. L. **Secagem de farinha de mandioca por sistema híbrido energia solar/gás: aspectos energéticos, de transferência de massa e de qualidade do produto**. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Tiradentes, Aracaju, SE, 2019.

COUTO, E. A.; CALIJURI, M. L.; ASSEMANY, P. P.; SANTHIAGO, A. F.; LOPES, L. S. Greywater treatment in airports using anaerobic filter followed by UV disinfection: an

efficient and low cost alternative. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, n. 1, p. 372-379, 2015.

DESO, **Companhia de Saneamento de Sergipe**, 2020. Disponível em: <https://www.desosse.com.br/v2/index.php/agua#:~:text=DISTRIBUI%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA,bairros%2C%20estrategicamente%20localizado...> Acesso em 01/03/2020

DOBROWKSY, P. MANNEL, D , De KWAADSTENIET, M, PROZESKY, M , KHAN, W, CLOETE, T.E. Chemical and Microbial Quality of Domestically Harvested Rainwater in Kleinmond, South Africa. **Water SA**, v. 40, n. 3, p. 401–406, 2014.

DOYLE, K. C. et al. **Sizing the First Flush and its Effect on the Storage-Reliability-Yield Behavior of Rainwater Harvesting in Rwanda**. Junho, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia de Massachusetts, Massachusetts, 2008.

EPA. **United States Environmental Protection Agency**. Storm Water Management Model Reference Manual Volume I-Hydrology (Revised) Office of Research and Development Water Supply and Water Resources Division. 2016. Disponível: www2.epa.gov/water-researcher. Acessado em: 03/02/2020

FAO. 2016. **Site da AQUASTAT** . Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). Disponível em: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm. Acesso em 17/06/2019.

FASOLA, G. B. GHISI, E., MARINOSKI, A. K., BORINELLI, J.B. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 65–78, 2011.

FELGUEIRAS, C. Modelagem ambiental com tratamento de incertezas em sistemas de informação geográfica: o paradigma geoestatístico por indicação. **Inpe Tese**, p. 198, 1999.

FONTES, A. L; SANTOS, A. F. **Diagnóstico ambiental preliminar na sub-bacia do rio Piauitinga –SE. 1999**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia (NPGeo), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 1999.

FRANKLIN, L. J. FIELDING, J. E., GREGORY, J. GULLAN, LIGHTFOOT, D. POZNANSKI, S. Y. VALLY, J. An outbreak of Salmonella Typhimurium 9 at a school camp linked to contamination of rainwater tanks. **Epidemiology and Infection**, v. 137, n. 3, p. 434–440, 2009.

GARCÍA SOLER, N.; MOSS, T.; PAPASOZOMENOU, O. Rain and the city: Pathways to mainstreaming rainwater harvesting in Berlin. **Geoforum**, v. 89, n. November 2017, p. 96–106, 2018.

GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. **Building and Environment**, v. 41, n. 11, p. 1544–1550, 2006.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. **Netuno 4 Manual do Usuário**. p. 1–62, 2014.

GIKAS, G. D.; TSIHRINTZIS, V. A. Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater. **Journal of Hydrology**, v. 466–467, p. 115–126, 2012

GILCREAS, F. W. Standard methods for the examination of water and waste water. **American journal of public health and the nation's health**, v. 56, n. 3, p. 387–388, 1966.

GOULD, J., Zhu, Q., Yuanhong, L., 2014. **Using every last drop: rainwater harvesting and utilization in Gansu Province, China**. *Waterlines* 33 (2), 107e119

GU, Q; CHEN, Y; PODY, R; CHENG, R; ZHENG, X; ZHANG, Z. Public perception and acceptability toward reclaimed water in Tianjin. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 104, p. 291–299, 1 nov. 2015.

HAFNER, A. V. **Conservação e Reúso Da Água Em Edificações: Experiências Nacionais e Internacionais**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007

IVEROTH, S. P.; JOHANSSON, S.; BRANDT, N. The potential of the infrastructural system of Hammarby Sjöstad in Stockholm, Sweden. **Energy Policy**, v. 59, n. 2013, p. 716–726, 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/se/lagarto.html?>. Acesso em 18/06/2019.

IFS. **Instituto Federal de Sergipe**. Disponível em: <http://www.ifs.edu.br/institucional>. Acesso em 18/01/2020

IGHALO, J. O. et al. **A systematic literature analysis of the nature and regional distribution of water pollution sources in Nigeria** *Journal of Cleaner Production* Elsevier Ltd, 10 fev. 2021.

IMTEAZ, M. A.; MONIRUZZAMAN, M. Potential impacts of climate change on future rainwater tank outcomes: A case study for Sydney. **Journal of Cleaner Production**, v. 273, 10 nov. 2020.

ISLAM, M. M.; CHOU, F. N. F.; KABIR, M. R. Feasibility and acceptability study of rainwater use to the acute water shortage areas in Dhaka City, Bangladesh. **Natural Hazards**, v. 56, n. 1, p. 93–111, 2011.

IVEROTH, S. P.; JOHANSSON, S.; BRANDT, N. The potential of the infrastructural system of Hammarby Sjöstad in Stockholm, Sweden. **Energy Policy**, v. 59, p. 716–726, ago. 2013.

JARAVANI, F. G. et al. Working with an aboriginal community to understand drinking water perceptions and acceptance in rural New South Wales. **International Indigenous Policy Journal**, v. 8, n. 3, 2017.

JING, X. et al. Analysis and Modelling of Stormwater Volume Control Performance of Rainwater Harvesting Systems in Four Climatic Zones of China. **Water Resources Management**, v. 32, n. 8, p. 2649–2664, 1 jun. 2018.

JENKINS, D.; PEARSON, F.; MOORE, E.; SUN, J.K.; VALENTINE, R. **Feasibility of rainwater collection systems in California**. Contribution no173. Davis: Californian Water Resources Centre, University of California, 1978

JUNIOR, R.; COUTINHO, E. A. MOYA, E. Hidrômetro digital com transmissão de dados via internet. 2014. **VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**. ISBN 978-85-8084-724-6

KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 75–90, 2008.

KHAN, Z. et al. A continental scale evaluation of rainwater harvesting in Australia. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 167, 1 abr. 2021.

KIM, J. E.; TEH, E. X.; HUMPHREY, D.; HOFMAN, J. Optimal storage sizing for indoor arena rainwater harvesting: Hydraulic simulation and economic assessment. **Journal of Environmental Management**, v. 280, 15 fev. 2021.

KIM, J.; FURUMAI, H. Assessment of Rainwater Availability by Building Type and Water

Use Through GIS-based Scenario Analysis. **Water Resources Management**, v. 26, n. 6, p. 1499–1511, 2012.

KOLAVANI, N. J.; KOLAVANI, N. J. Technical feasibility analysis of rainwater harvesting system implementation for domestic use. **Sustainable Cities and Society**, v. 62, 1 nov. 2020.

KULINKINA, A. V. et al. Indicators of improved water access in the context of schistosomiasis transmission in rural Eastern Region, Ghana. **Science of the Total Environment**, v. 579, p. 1745–1755, 1 fev. 2017.

KUS, B. et al. Analysis of first flush to improve the water quality in rainwater tanks. **Water Science and Technology**, v. 61, n. 2, p. 421–428, 2010.

LEDESMA, G.; NIKOLIC, J.; PONS-VALLADARES, O. Bottom-up model for the sustainability assessment of rooftop-farming technologies potential in schools in Quito, Ecuador. **Journal of Cleaner Production**, v. 274, 20 nov. 2020.

LEONG, J. Y. C; CHONG, M. N; POH, P. E; VIERITZ, A. Quantification of mains water savings from decentralised rainwater, greywater, and hybrid rainwater-greywater systems in tropical climatic conditions. **Journal of Cleaner Production**, v. 176, n. December 2017, p. 946–958, 2018.

MAY, S. Caracterização, Tratamento E Reúso De Águas Cinzas E Aproveitamento De Águas Pluviais Em Caracterização , Tratamento E Reúso. **Tese de Doutorado**, p. 222, 2009.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de Água**, Barueri-SP: Editora Manole, 2003. 559 p.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. São Paulo: Atlas, 2008. 315 p.

MARINOSKI, A. K. GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, abr./jun. 2008

MARTINSON, D. B; THOMAS, T. H. **Quantifying the First-Flush Phenomenon: Effects of First-Flush on Water Yield and Quality Monitoring Object and Visitor Environments View project NEREUS (New energy and resources from urban sanitation) View project**. 2009. Disponível em: <<http://eprints.port.ac.uk>>.

MORALES-PINZÓN, T; RIERADEVALL, J.; GASOL, C. M.; GABARRELL, X. Modelling for economic cost and environmental analysis of rainwater harvesting systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, n. 1, p. 613–626, 2015.

MORUZZI, R.; DE OLIVEIRA, S. Aplicação De Programa Computacional No Dimensionamento De Volume De Reservatório Para Sistema De Aproveitamento De Água Pluvial Da Cidade De Ponta Grossa, Pr. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. Páginas 36-48, 2010.

MOURA, Í. J. M; SANTOS, D. F; PINHEIRO, F. G. M; OLIVEIRA, C. J. CARACTERIZAÇÃO DOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO DA CIDADE DE FORTALEZA (CE). **Ciência e Natura**, v. 37, n. 0, 7 mar. 2015.

OCAÑA, E. R. O.; DOMINGUEZ, I.; WARD, S.; SANCHEZ, M. L. R.; PEÑA, J. M. Z. Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 20, p. 19200–19216, 2018.

PACHECO, P. R. C. et al. A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 290–294, 10 jan. 2017.

PAULO, V. D. E. **ESTUDO DA VARIABILIDADE ANUAL E INTRA-ANUAL DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL**. Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica Ciências Atmosféricas, Campina Grande , Universidade Estadual da Paraíba , Campina Grande , PB , Brasil Re. p. 163–172, 2012.

PACHECO, P. R. C. GÓMEZ, Y. D; OLIVEIRA, I, F; TEIXEIRA, L. C. G. A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 290–294, 2017.

PRADHAN, R., SAHOO, J. Smart Rainwater Management: New Technologies and Innovation. **Intech**, v. i, n. tourism, p. 13, 2016.

RIBEIRO, A. K. M. **Método para avaliação do impacto ambiental da implantação de sistemas integrados de aproveitamento de água pluvial e água cinza em residências unifamiliares a partir da análise do ciclo de vida**. Tese (Doutorado), Programa da Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, p. 276, 2015.

REYNEKE, B. et al. **Rainwater treatment technologies: Research needs, recent advances and effective monitoring strategies** Current Opinion in Environmental Science and Health Elsevier B.V., , 1 ago. 2020.

ROCHA, V. L. **Validação do Algoritmo do Programa Netuno para Avaliação do Potencial de Economia de Água Potável e Dimensionamento de Reservatórios de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial em Edificações**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, p. 166, 2009.

ROEBUCK, R. M.; ASHLEY, R. M. Predicting the hydraulic and life-cycle cost performance of rainwater harvesting systems using a computer based modelling tool. **Water Practice and Technology**, v. 2, n. 02, 2007.

ROSSMAN, L. A.; HUBER, W. C. Storm Water Management Model Reference Manual Volume I – Hydrology (revised)(EPA/600/R-15/162A). **U.S. Environmental Protection Agency**, v. I, n. January, p. 231, 2016.

SACOLO, S. J.; MKHANDI, S. H. Assessment of the potential of rainwater harvesting for maize production in the Lubombo plateau. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 124, 1 dez. 2021.

SÁNCHEZ, A.S. **Aproveitamento de Águas Pluviais na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia**. Dissertação (Mestrado), Salvador, Brasil, 2014.

SANTANA, Neuma Rubia Figueiredo. **HIDRODINÂMICA AMBIENTAL NO BAIXO SÃO FRANCISCO E SUAS RELAÇÕES ANTRÓPICAS**. 2017. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Doutorado em Associação Plena em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/se, 2017

SAURÍ, D.; GARCIA, X. Non-conventional resources for the coming drought: the development of rainwater harvesting systems in a Mediterranean suburban area. **Water International**, v. 45, n. 2, p. 125–141, 17 fev. 2020.

SEMAAN, M. et al. **Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: A systematic literature review** *Resources, Conservation and Recycling: X* Elsevier B.V., , 1 maio 2020.

SERGIPE. **Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SERHMA)**. Disponível em: <https://sedurbs.se.gov.br/>. Acessado em: 15/01/2020

SERGIPE, **Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO)**.

Informações Básicas Municipais – Município de Lagarto. Disponível em: <https://emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/LAGARTO-Inforna%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas-Municipal-ago-2018.pdf>. Acessado em: 10/07/2020

SERGIPE, **Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SERHMA)**. Elaboração dos planos das Bacias Hidrográficas dos rios Japaratuba, Piauí e Sergipe. Disponível em: https://www.sedurbs.se.gov.br/docs/plano_bacias/RELAT%C3%93RIO%20FINAL%20-%20BH%20PIAUI.pdf. Acessado em: 02/04/2020

SHARMA, A. K. Assessing integrated water management options for urban developments - Canberra case study. **Urban Water Journal**, v. 5, n. 2, p. 147–159, 2008.

SHERRY, J. et al. Perceptions of Water Services and Innovations to Improve Water Services in Tanzania. **Public Works Management and Policy**, v. 24, n. 3, p. 260–283, 1 jul. 2019.

SHIKLOMANOV, I. A.; RODDA, J. C. **World water resources at the beginning of the twenty-first century**. [s.l.] Cambridge University Press, 2003.

SILVA, C. M.; SOUSA, V.; CARVALHO, N. V. Evaluation of rainwater harvesting in Portugal: Application to single-family residences. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 94, p. 21–34, 2015.

SILVA, V. DE P. R.; SOUSA, F. de A. S.; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, B. B. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v. 68, n. 7, p. 781–792, 2006.

SILVA, V. D. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; ALMEIDA, R. S. R. Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação na região nordeste do Brasil, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n.2, p. 163-172, 2012.

SILVA, V. D. P. R. AZEVEDO, P.V., BRITO, R.S. CAMPOS, J.H.B.C. Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 161, n. 1–4, p. 45–59, 2010.

SOLER, G. N.; MOSS, T.; PAPASOZOMENOU, O. Rain and the city: Pathways to mainstreaming rainwater harvesting in Berlin. **Geoforum**, v. 89, p. 96–106, 1 fev. 2018.

SOUZA, J.F.; Neto, M.R.F.; Souza, M.A.S.; Veneu, D.M. Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis na Universidade Severino Sombra. **Revista Eletrônica TECCEN**, 2016, 9, 35–46.

TAKAGI, K. et al. Availability and public acceptability of residential rainwater use in Sri Lanka. **Journal of Cleaner Production**, v. 234, p. 467–476, 10 out. 2019.

TESTON, A.; GERALDI, M. S.; COLASIO, B. M.; GHISI, E. Rainwater harvesting in buildings in Brazil: A literature review. **Water (Switzerland)**, v. 10, n. 4, 2018.

THOMAS, R. B. et al. Rainwater harvesting in the United States: A survey of common system practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 75, p. 166–173, 2014.

TOMAZ, P. Capítulo 1 - Conceito de aproveitamento de água de chuva. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**, p. 1–21, 2011.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETO, O.M. **Gestão da Água no Brasil**. 1 ed. Brasília: UNESCO, 2001.19

TUCCI, C. E. M. **Desenvolvimento dos recursos hídricos no Brasil**. REGA, v.2, n.2, dez. 2005

TUGOZ, J. EL; BERTOLINI, G. R. F.; BRANDALISE, L. T. Captação e Aproveitamento da Água das Chuvas: O Caminho para uma Escola Sustentável. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 1, p. 26–39, 2017.

TZANAKAKIS, V. A.; PARANYCHIANAKIS, N. V.; ANGELAKIS, A. N. **Water supply and water scarcity** **Water (Switzerland)** MDPI AG, , 2020.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018**. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/wwdr/>. Acessado em: 10/11/2019.

VIALLE, C. et al. Modelling of a roof runoff harvesting system: The use of rainwater for toilet flushing. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 11, n. 2, p. 151–158, 2011.

VIGHINI, A. L. O. **Desempenho de sistema de aproveitamento de águas pluviais na região semiárida do estado de Sergipe**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de

Bacharel em Engenharia Civil. Faculdade PIO Décimo. Aracaju/Se, 2017

WARD, S., DORNELLES, F., GIACOMONI, M., & MEMON, F. (2014). **Incentivising and charging for rainwater harvesting – Three international perspectives**. In S. Ward, & F. Memon (Eds.), *Alternative Water Supply Systems* IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780405513>

WAWERU, D. W. **Proceedings of the 9th International Rainwater Catchment Systems Conference Influence of Rainfall Amount and Distribution on Rainwater Catchment System Design**. n. 1998, p. 1–5, 1999.

Ward, S. (Eds.), *Alternative Water Supply Systems*. **IWA Publishing**, London, ISBN 9781780405513

WORLD HEALTH ORGANIZATION; UN-WATER. WHO | UN-water GLAAS 2014 Report. **Un Glass**, v. 1, n. 1, p. 1–108, 2014.

YAZAR, A., Ali, A. *Water Harvesting in Dry Environments*. **Springer International Publishing AG**. ISBN: 9783319479286 DOI: 10.1007/978-3-319-47928-6

YU, Y. et al. Producing and storing self-sustaining drinking water from rainwater for emergency response on isolated island. **Science of the Total Environment**, v. 768, 10 maio 2021.

ZANG, J.; KUMAR, M.; WERNER, D. Real-world sustainability analysis of an innovative decentralized water system with rainwater harvesting and wastewater reclamation. **Journal of Environmental Management**, v. 280, 15 fev. 2021.

ZHANG, W. et al. Integrating rainwater harvesting and drip irrigation for water use efficiency improvements in apple orchards of northwest China. **Scientia Horticulturae**, v. 275, 3 jan. 2021.

ZHENG, C. et al. Agronomic growth performance of super rice under water-saving irrigation methods with different water-controlled thresholds in different growth stages. **Agronomy**, v. 10, n. 2, 5 fev. 2020.

ZHU, Z.; WANG, H.; LI, A. On the factors influencing public knowledge and acceptance of reclaimed water from a survey of three cities in northern China. **Journal of Water Reuse and Desalination**, v. 9, n. 2, p. 193–202, 1 jun. 2019.

APÊNDICE A - TCLE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado participante,

Estou realizando uma pesquisa que visa analisar a percepção dos usuários do IFS – Campus Lagarto sobre o aproveitamento da água da chuva no prédio. Esta é uma pesquisa para Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos em 2020 da Universidade Federal de Sergipe, na qual participo como pesquisadora sob a orientação da prof.^a Inajá Francisco de Sousa.

A sua participação não é obrigatória, mas se você for um dos nossos voluntários dessa pesquisa, não precisará se identificar. Só necessito saber de sua idade e formação, deixando claro que não aparecerão na pesquisa e somente servirão de auxílio para fazermos a análise dos dados coletados. O questionário que aqui lhe apresentamos contém algumas perguntas acerca do tema: “Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis com auxílio de modelo comportamental em unidade de ensino público no município de Lagarto/SE”

Para responde-lo é importante que você saiba dos seguintes critérios: a qualquer momento você pode desistir de participar, pois não haverá problema quanto a isso; responda as questões de forma espontânea e tranquilamente; não existem respostas certas e erradas e, portanto, não deixe de responder nenhuma questão.

Lembramos que o sucesso desta pesquisa depende da sua sinceridade.

Obrigada pela participação.

Lagarto, ____ de _____ de _____.

Concordo em participar da pesquisa acima referida, estando ciente dos seus objetivos e possibilidades que me foram esclarecidas.

Assinatura do participante

Pesquisador

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

1. Qual seu vínculo no Instituto Federal de Sergipe, Campus Lagarto? *

Marcar apenas uma oval.

- Estudante
- Professor
- Profissional terceirizado
- Técnico Administrativo

2. Qual sua idade? *

3. Sexo? *

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
- Masculino

4. Qual sua formação acadêmica?

Marcar apenas uma oval por linha.

	Completo	Incompleto
Ensino Fundamental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ensino Médio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ensino Superior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pós Graduação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mestrado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doutorado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Conhece ou já ouviu falar sobre o aproveitamento de água da chuva como fonte de abastecimento? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

6. Na sua opinião, a água da chuva captada através do telhado da edificação é de boa qualidade? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

7. Caso o Campus utilize a água de chuva como uma fonte de abastecimento alternativa, em qual dessas atividades você se sentiria confortável em usa-lá? *

Marque todas que se aplicam.

Beber e cozinhar

Tomar banho e lavar as mãos

Descarga dos sanitários e/ou mictórios

Rega de jardim e lavagem de piso

8. Qual a contribuição que a utilização da água da chuva pode trazer para o local? *

Marque todas que se aplicam.

Econômica

Ambiental

Social

Nenhuma das alternativas

APÊNDICE C – AUTORIZAÇÃO DE USO DE ESPAÇO FÍSICO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE – CAMPUS LAGARTO
Rua Cauby, 523, Bairro Jardim Campo Novo, Lagarto/SE – CEP 49.400-000
Fone: (79) 3711-3269 – E-mail: direcao.lagarto@ifse.edu.br

AUTORIZAÇÃO DE USO DE ESPAÇO FÍSICO

Declaramos, para os devidos fins, que autorizamos ao pesquisador Kayc Araujo Trindade, o acesso aos banheiros do Instituto Federal Campus Lagarto para a instalação de sensores de fluxo de água, com o objetivo de monitorar o volume de água consumido, esses dados poderão ser utilizados na pesquisa vinculada ao Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe, cujo o título é: “APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA ATIVIDADES NÃO POTÁVEIS COM AUXÍLIO DE MODELO COMPORTAMENTAL EM UNIDADE DE ENSINO PÚBLICO NO MUNICÍPIO DE LAGARTO/SE”.

Esta autorização está condicionada a conservação do espaço utilizado por parte do pesquisador, conservando a limpeza e o bom funcionamento, sem causar danos nos aparelhos utilizados.

Por fim, o pesquisador deverá se comprometer com o compartilhamento desses dados conforme o interesse da Instituição.

Lagarto, 04 de março de 2021.

Assinatura do Responsável pela Instituição

DSC. José Osmar dos Santos
Diretor Geral-IFS / Campus Lagarto
Portaria 2030 de 25/07/2018
SIAPE 1325698

ANEXO A – ANÁLISE DA ÁGUA PELO ITPS


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090
CNPJ 07.258.529/0001-59

Relatório de Ensaios ITPS Nº 1450/20

Revisão 00

Cliente	KAYC TRINDADE	Telefone	79 99976-1213
Endereço	RUA E, LOTEAMENTO LIBÓRIO, 91, CEP 49400-000	Contato(s)	KAYC TRINDADE
e-mail	kayc.trindade@hotmail.com	Fax	
Amostra(s)	Água	Recepção	29/10/20

Amostra	Água de chuva - Lagarto/SE				Código	1450/20-01	Coleta em	28/10/20 10:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Turbidez	1,50 com depósito	uT	5	0,01	SMEWW, 2017, 2130 B		29/10/20	
pH	6,85	–	6 a 8	1 - 12	SMEWW, 2017, 4500 H+ B		29/10/20 07:00	

Legenda

(L1): Água de Chuva - ABNT NBR 15527/2007

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 23ª. ed., Washington, 2017.**Resultado:** Resultados fora de faixas aparecem sublinhados.**LQ:** Limite de Quantificação do Método.**Informações de Coleta**

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)				
Código da preservação	Código do Laboratório	Descrição resumida da preservação	Quantidade aproximada	Recipiente
RP	AD	Refrigeração	1000mL	Frasco Plástico

Aracaju, 29 de outubro de 2020.

 Cláudia de Araujo Xavier
Química Industrial
Lab. Química de Água
Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos
A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em www.itps.se.gov.br na aba Serviços clicando em Resultados de Análises usando o código LUCDW FBZ 201.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO
ESTADO DE SERGIPE**

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090
CNPJ 07.258.529/0001-59

Relatório de Ensaios ITPS Nº 1451/20

Revisão 00

Cliente	KAYC TRINDADE	Telefone	79 99976-1213
Endereço	RUA E, LOTEAMENTO LIBÓRIO, 91, CEP 49400-000	Contato(s)	KAYC TRINDADE
e-mail	kayc.trindade@hotmail.com	Fax	
Amostra(s)	AGUA - MB	Recepção	29/10/20

Amostra	Água de chuva - Lagarto/SE			Código	1451/20-01	Coleta em	28/10/20 10:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Limites não definidos	LQ	Método	Data do Ensaio	
Coliformes Totais	<u>Presença</u>	mL	--	--	SMEWW 9223A	29/10/20	
Escherichia coli	<u>Presença</u>	mL	--	--	SMEWW 9223A	29/10/20	
Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico*): De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento dos "Valores Máximos Permitidos para Potabilidade segundo a Portaria de Consolidação Nº 05/2017 do Ministério da Saúde - MS", os resultados reportados neste relatório nesta amostra não atendem aos limites estabelecidos.							

Legenda

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 23ª. ed., Washington, 2017.

Resultado: Resultados fora de faixas aparecem sublinhados.

LQ: Limite de Quantificação do Método.

Parecer Técnico*: Os pareceres, interpretações e opiniões expressos não fazem parte do escopo do sistema de qualidade deste laboratório com base na norma NBR ISO/IEC 17025.

Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Aracaju, 30 de outubro de 2020.

Douglas Bonfim Lima
Biólogo

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em www.itps.se.gov.br na aba Serviços clicando em Resultados de Análises usando o código LUCDF UBM 165.