

DESEMPENHO HIDROENERGÉTICO E CONFORTO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES DE CENTROS E NÚCLEOS DA UNICAMP

Data de submissão: 27/11/2024

Data de aceite: 05/02/2025

Mauro D. Berni

Pesquisador do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), UNICAMP.

Paulo C. Manduca

Pesquisador do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), UNICAMP.

RESUMO: Este trabalho tem como principal objetivo o estudo detalhado da eficiência hidroenergética e as oportunidades para implantação de estratégias sustentáveis na edificação do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) – UNICAMP – reduzindo os consumos de energia e de água, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7 e 12 da ONU. As estratégias como substituição de luminárias, equipamentos de ar-condicionado e dispositivos hidráulicos foram propostas, visando otimizar o consumo dos recursos; bem como, a análise para viabilizar essas estratégias. Verificou-se que o sistema de ar-condicionado e iluminação são os sistemas de maior consumo de energia na edificação e as propostas de alterações

contribuíram para a redução do consumo de energia e de água significativamente, sendo que os equipamentos de ar-condicionado foram os mostraram os menores ganhos de eficiência. A análise da viabilidade econômica demonstrou que essas intervenções não apenas contribuem para a sustentabilidade ambiental, mas também apresentam retornos financeiros positivos. Como principal produto do trabalho, tem-se um arcabouço metodológico acreditado que poderá ser replicado em outras edificações da UNICAMP, bem como indicação das alternativas para a otimização hidroenergética e de conforto ambiental à edificação NIPE/UNICAMP, contemplando as possíveis tecnologias de gestão “transversal” dos recursos.

PALAVRAS-CHAVE: Edificação sustentável. Eficiência hidroenergética. Consumo sustentável.

ABSTRACT: This work's main objective is the detailed study of hydroenergy efficiency and the opportunities for implementing sustainable strategies in the construction of the Interdisciplinary Center for Energy Planning (NIPE) – UNICAMP – reducing energy and water consumption, in line with the Development Objectives Sustainable

Development Goals (SDGs) 7 and 12 of the UN. Strategies such as replacing lighting fixtures, air conditioning equipment and hydraulic devices were proposed, aiming to optimize resource consumption; as well as the analysis to make these strategies viable. It was found that the air conditioning and lighting systems are the systems with the highest energy consumption in the building and the proposed changes contributed to reducing energy and water consumption significantly, with air conditioning equipment being the showed the smallest efficiency gains. Analysis of economic feasibility demonstrated that these interventions not only contribute to environmental sustainability, but also present positive financial returns. As the main product of the work, there is an accredited methodological framework that can be replicated in other UNICAMP buildings, as well as an indication of alternatives for optimizing hydroenergy and environmental comfort for the NIPE/UNICAMP building.

KEYWORDS: Sustainable building. Hydroenergy efficiency. Sustainable consumption.

1 | INTRODUÇÃO

O Relatório Síntese (SYR) concluiu o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) onde mais de 800 cientistas do mundo inteiro, afirmam que nas próximas décadas será inevitável o aumento da temperatura média global em 1,5°C.

As tendências e cenários identificados pelos cientistas indicam que, com o aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e incrementos na temperatura média do planeta, eventos extremos devem acontecer com mais frequência e intensidade (IPCC, 2024). Isso se dá, em grande medida, pelas ações de exploração desenfreada dos recursos naturais (Pereda, 2024) (Loeb, 2022). Logo, são necessárias medidas sustentáveis para um mundo socioambiental equilibrado (Acosta, 2019).

Diante deste quadro, a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs, na Agenda 2030, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que desdobram em 169 metas e 231 indicadores, sendo considerado o acordo mais ambicioso para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2024).

Entre os objetivos da ODS, destacam-se o objetivo 6 que está relacionado a melhoria da qualidade da água e o consumo consciente; e o objetivo 7 que busca garantir o acesso universal a serviços energéticos acessíveis, confiáveis e modernos, aumentar a proporção de energia renovável, facilitar o acesso à pesquisa e a tecnologia relativas à energia limpa (ONU, 2024).

2 | METODOLOGIA

Metodologicamente este trabalho baseia-se em levantamentos dos consumos de energia elétrica e água da edificação NIPE. A principal fonte de dados foi o banco de dados de publicações ISI Web of Knowledge, denominado *Web of Science*, acessado por meio do periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

(www.periodicos.capes.gov.br), a partir de palavras chave. Analisa-se a evolução do estado da arte de edificações embarcadas com tecnologias performantes para a conservação de energia e hídrica e conforto ambiental.

3 | OBJETIVO GERAL

O objetivo geral foi o de analisar o consumo hídrico e energético da edificação NIPE/UNICAMP atual, de modo a propor um *retrofit* sob o conceito *Green Building* quantificando os potenciais ganhos de implementação de ações de eficiência energética e hídrica e, o conforto ambiental nos sistemas de iluminação e ar condicionado. Desta forma, avaliou-se as possibilidades de medidas passivas de ventilação e iluminação, iluminação com lâmpadas LED e a utilização de equipamentos performantes, visando minimizar o consumo de água e aquecimento/ventilação/ar-condicionado, bem como quantificar a contribuição energética do Sistema Fotovoltaico instalado na edificação NIPE/UNICAMP no total do consumo de energia elétrica.

3.1 Fundamentação teórica

Com base na Conferência das Partes 28 (COP 28) verifica-se que mais de duas dezenas de países aderiram à parceria *Buildings Breakthrough* lançada na COP 28 (GlobalABC, 2024). O Buildings Breakthrough é um compromisso dos países para estabelecer metas de zero emissões líquidas e de resiliência para edifícios. A iniciativa abrange tanto novas construções como grandes projetos de *retrofit*.

Entre as medidas que podem tornar o edifício mais sustentável, são conhecidas as estratégias ativas e passivas. As estratégias ativas são aquelas que envolvem o consumo de energia para atender às necessidades humanas, como a eletricidade e o gás natural, enquanto estratégias passivas estão associadas ao aproveitamento de recursos naturais, sem convertê-los primeiro em energia elétrica, para manter as edificações em condições adequadas à ocupação humana (Nguyen et al., 2017).

4 | PREMISSAS E DISCUSSÕES: ESTUDO DE CASO EDIFICAÇÃO NIPE

O Núcleo de Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) da UNICAMP, possui 3 pavimentos, compostos por 6 banheiros, 1 copa, 1 sala de conferência e 16 salas e corredores entre os ambientes. O NIPE funciona das 8:00 às 17:00 de segunda a sexta feira. Possui na cobertura do edifício um conjunto de placas fotovoltaicas. A Figura 1 mostra a edificação NIPE, local que alunos fizeram o estudo de caso.



Figura 1: Edificação NIPE/UNICAMP

4.1 Levantamento de Dados da Edificação NIPE

A Tabela 1 mostra a quantidade de equipamentos da edificação NIPE.

Tipo	Quantidade
Impressoras	11
Computadores	24
Monitores	9
Ares-condicionados	17
Iluminação (Lâmpadas)	344
Outros (geladeira, chuveiro, etc.)	7

Tabela 1: Tipo e Quantificação dos Equipamentos

Baseado nos dias e horários de funcionamento do NIPE e na atividade dos usuários do edifício, foi estimado o tempo de utilização de cada equipamento diariamente como mostrado na tabela 2.

Estimativa do tempo de consumo por dia		
Aparelho	tempo (horas)	Obs.
Ares- Condicionados, Iluminação das salas e Purificador (Outros)	8	Aparelhos que necessitam permanecer ligados ao longo do dia
Iluminação dos corredores	4	Utilizados na metade do período, devido à iluminação natural proporcionada pela abertura na cobertura do edifício no período diurno
Iluminação dos banheiros	3,3	Utilização em média 10 minutos por dia para cada pessoa, considerando um total de 20 pessoas que trabalham no edifício
Computadores e monitores	6	Utilização em média 6 hrs por dia considerando que os usuários saem para almoço, reuniões, e realizam outras atividades.
Impressoras (Stand by)	8	Considerando apenas o tempo de consumo em stand by
Cameras, microfones, projetores, televisão, etc(sala 23 e sala 58)	4	Suposição 4 horas por dia
Microondas e máquina de café	0,17	Utilização de 30s por pessoa, considerando 20 pessoas que trabalham no edifício temos um tempo de 10 minutos por dia
Climatizador e aquecedor	0	Como o climatizador e o aquecedor nunca são utilizados em conjunto com o ar-condicionado, desconsideramos seu consumo visto que o ar-condicionado possui um tempo de consumo muito superior a estes aparelhos.
Impressora de etiquetas, caixa de som ambiente (sala 53)	0	São aparelhos que quase nunca utilizados
Chuveiro	0,25	Foi considerado o uso por 15 minutos por dia, visto que somente o funcionário responsável pela limpeza edifício utiliza

Tabela 2: Estimativa de consumo diário por aparelho

4.2 Substituição das Luminárias

Para a otimização do sistema de iluminação da edificação foi utilizado o software livre Dialux que prioriza o uso de instalações de iluminação com melhor desempenho energético, aliado ao conforto lumínico do usuário. Os dados de entrada no Dialux foram a geometria de cada ambiente, a cor das paredes, tetos e chão, o tipo de luminária e sua quantidade e alturas das mesas de trabalho.

Desta forma, o software seleciona as luminárias com maior desempenho técnico e atendendo os parâmetros de iluminância e uniformidade estabelecidos conforme a norma NBR 5413/1992 (Tabela 3).

A Tabela 4 mostra as luminárias adotadas a partir das saídas do Dialux.

Parâmetros mínimos estabelecidos		
Ambiente	Iluminância (lux)	Uniformidade
Copa	150	0,7
Banheiro	100	0,7
Escritório/ sala de reuniões	500	0,7

Tabela 3: Parâmetros mínimos estabelecidos

Fonte: NBR 5413/1992

4.3 Equipamentos de Ar Condicionado

As potências dos equipamentos foram levantadas a partir das placas do equipamentos e/ou catálogos e/ou estimativas do tipo de ambiente em que estão instalados.

Ambiente	Banheiros	Escritório e Copa	Sala de reuniões
Tipo	LED	LED	LED
Potência (W)	6	18	36
Fluxo luminoso (lm)	400	1300	3600
Temperatura de cor (K)	4000	4000	4000

Tabela 4: Luminárias adotadas

4.4 Estimativa de Consumo de Água

Por meio do relatório anual da Divisão de Água e Energia (DAE) da Unicamp (Tabela 5) e Sanasa/Ares-PCJ (Tabela 6), foi possível determinar o custo de R\$ 102,45 por m³ de água no NIPE no ano de 2023.

O consumo médio de vasos sanitários é 12 L/descarga, torneiras de 0,23 L/seg e o consumo de chuveiros em 15 minutos com o registro meio aberto, são gastos 45 litros (SABESP, 2023). Para o estudo de caso Edificação NIPE foi estimado que em média, acontecem 600 descargas/mês. Com relação às torneiras, em média uma pessoa utiliza durante 20 segundos, multiplicando pelo número de pessoas e de dias, temos uma média de 135 mim de uso por mês. No caso do chuveiro, supondo-se que uma pessoa utiliza o chuveiro em média 15 minutos por dia, temos que ao final do mês essa pessoa terá utilizado o chuveiro por 300 minutos. Chuveiros tem uma vazão volumétrica de 9 L/minuto (SABESP, 2023).



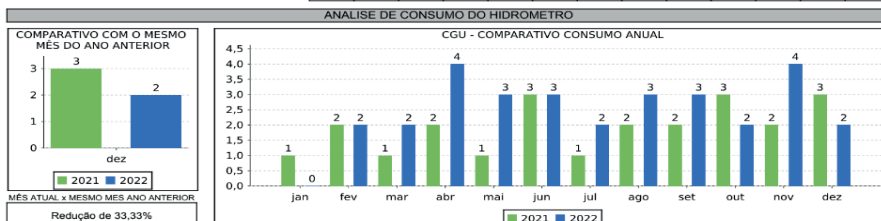
Universidade Estadual de Campinas
Diretoria Executiva de Administração
Prefeitura da Cidade Universitária "Zelmaro Vaz"
DIVISÃO DE SISTEMAS

Relatório de Consumo Completo

CODIGO C.O.: 4253 UNIDADE: CGU - COORDENADORIA GERAL DA UNIVERSIDADE
HIDROMETRO: H32-02 - Chassi 278827 - LOCALIZAÇÃO: NIPE
MÊS REFERÊNCIA: dezembro/2022

TOTAL CONSUMO
MÊS (M3): 2

HISTÓRICO DE CONSUMOS												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2021	1	2	1	2	1	3	1	2	2	3	2	3
2022	0	2	2	4	3	3	2	3	3	2	4	2



Parabéns pela redução de consumo. Continue assim!

Tabela 5: Relatório de consumo de água - NIPE

Fonte: A Divisão de Água e Energia – DAE, Prefeitura/Unicamp

Faixa de consumo	Água tratada em 2022	Água tratada em 2023	Coleta de esgoto em 2022	Coleta de esgoto em 2023	Tratamento de esgoto em 2022	Tratamento em 2023
0 até 10 m ³ por mês	R\$ 42,13	R\$ 45,94	R\$ 33,70	R\$ 36,75	R\$ 18,12	R\$ 19,76

Tabela 6: Aumento na tarifa de água em Campinas

Fonte: Sanasa/Ares-PCJ

A Tabela 7 mostra a quantidade de equipamentos hídricos na edificação NIPE.

4.5 Eficiência Hídrica na Edificação NIPE

Nos vasos sanitários foi estudada a viabilidade de implementar equipamentos mais modernos, com volume de descarga reduzido (VDR), em conjunto com os chamados mecanismos duplos que são um sistema fracionado e que oferece ao usuário a possibilidade de dar uma descarga parcial de 3 litros (ideal para limpar o vaso de resíduos líquidos), ou uma descarga total, de 6 litros (ideal para resíduos sólidos). Este sistema oferece em média uma economia de 50% no gasto de água (SABESP, 2023).

Quantidade de equipamentos hídricos	
Tipo	Quantidade
Vasos sanitários	6
Torneiras	12
Chuveiro	1

Tabela 7: Quantidade de equipamentos hídricos

Com relação às torneiras das pias, foi estudado os sistemas de arejador que é uma peça que pode ser acoplada nas torneiras e que mistura o ar à água, ajudando a diminuir o seu fluxo ao mesmo tempo que permite a sensação de maior volume de água e direcionamento do jato, chegando a oferecer uma economia de 57% no consumo de água (DAEV, 2024). No caso dos chuveiros existem equipamentos capazes de misturar água com ar fornecendo uma economia de água com relação aos modelos tradicionais. Para a edificação NIPE, foi estimado um chuveiro de 9 L/minuto e a vazão média dos chuveiros capaz de misturar água com ar é de 6 L/minuto, levando a uma economia hídrica de 33,33% (Leite, 2024).

5 | RESULTADOS E CONCLUSÕES

As propostas de intervenções foram realizadas obedecendo a viabilidade técnica-econômica, visando garantir que os equipamentos a serem substituídos possuam desempenho satisfatório com relação à eficiência hidroenergética e sem prejuízo no desempenho do conforto dos usuários da edificação NIPE.

A partir dos conceitos de engenharia econômica Valor Presente Líquido (VPL) Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (IL), Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (Souza e Clemente, 2004), Payback e a utilização do Microsoft Excel, realiza-se o estudo de viabilidade econômica (EVE). Para que o projeto proposto seja viável, o VPL deve ser maior que 0, o TIR superior ao TMA, e o IL maior que 1.

5.1 Consumo de Energia Elétrica

A partir das estimativas do tempo de consumo diário e das potências dos equipamentos, foi possível obter o consumo de energia elétrica (Tabela 8).

IMPRESSORAS		
	QUANTIDADE	Consumo (kWh)
Térreo	4	15,84
1º Andar	5	14,768
2º Andar	2	6,88
	Qtd total	Consumo total (kWh)
	11	37,488
COMPUTADORES		
	QUANTIDADE	Consumo (kWh)
Térreo	8	289,8
1º Andar	9	338,88
2º Andar	7	264,6
	Qtd total	Consumo total (kWh)
	24	893,28
MONITOR		
	QUANTIDADE	Consumo (kWh)
Térreo	9	19,4328
1º Andar	6	33,2688
2º Andar	9	22,0488
	Qtd total	Consumo total (kWh)
	24	74,7504
ARES-CONDICIONADOS		
	QUANTIDADE	Consumo (kWh)
Térreo	6	1981,6
1º Andar	6	1979,84
2º Andar	5	1455,68
	Qtd total	Consumo total (kWh)
	17	5417,12
ILUMINAÇÃO		
	QUANTIDADE	Consumo (kWh)
Térreo	122	513,28
1º Andar	126	541,12
2º Andar	96	358,08
	Qtd total	Consumo total (kWh)
	344	1412,48
OUTROS		
	QUANTIDADE	Consumo (kWh)
Térreo	-	121,5250667
1º Andar	4	127,44
2º Andar	3	36,78
	Qtd total	Consumo total (kWh)
	7	285,7450667

Tabela 8: Consumo de cada equipamento por andar

Fazendo a somatória, tem-se o valor total do consumo energético de todos os equipamentos elétricos da edificação NIPE: 8120,86 kWh.

5.2 Energia elétrica fotovoltaica gerada e consumo mensal da edificação NIPE

A Tabela 9, fornece os quantitativos mensais dos anos de 2022 e 2023 até agosto de geração fotovoltaica.

A energia média gerada mensalmente pelos painéis fotovoltaicos é de 755,28 kWh, isso representa menos que 10% do que é consumido pela edificação NIPE que é em média de 8120,86 kWh.

Portanto, a energia elétrica obtida junto a concessionária CPFL que é de 7365,48 kWh. A partir dessa análise, é constatado a necessidade de haver medidas que diminuam a demanda energética através da substituição por equipamentos elétricos mais eficientes.

Energia gerada pelos painéis fotovoltaicos do NIPE (kWh)		
Mês	Ano	
	2022	2023
Janeiro	756,26	734,73
Fevereiro	798,15	507,37
Março	883,84	881,47
Abril	839,43	728,44
Mai	721,68	755,38
Junho	649,41	678,19
Julho	771,35	741,95
Agosto	715,71	733,05
Setembro	672,72	
Outubro	797,12	
Novembro	857,81	
Dezembro	758,54	
Gerção média mensal (kWh)	755,38	

Tabela 9: Energia gerada pelos painéis fotovoltaicos do NIPE

A partir dos levantamentos chega-se que no consumo total de energia elétrica, tem-se uma participação dos ares condicionados de 66,7% e iluminação de 17,4%, sendo os maiores responsáveis pelo consumo de energia elétrica, tornando-os alvos para a solução proposta no estudo de caso.

6 | EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA

6.1 Sistema de Iluminação

O consumo devido a iluminação com a troca de luminárias reduziu para quase um terço do valor anterior (1412,48 kWh), atingindo 523,20 kWh. Além disso, em termos econômicos, devido a redução do consumo, gerou-se uma economia anual de R\$3.521,55 (tabela 10) parâmetro que foi analisado no EVE.

Análise dos resultados - Iluminação			
Inicialmente		Após intervenção	
CONSUMO TOTAL (kWh)	1412,48	CONSUMO TOTAL (kWh)	523,20
Tarifa média CPFL R\$ (kWh)	R\$ 0,33	Tarifa média CPFL R\$ (kWh)	R\$ 0,33
Gasto Mensal R\$	R\$ 466,12	Gasto Mensal R\$	R\$ 172,66
Gasto Anual R\$	R\$ 5.593,42	Gasto Anual R\$	R\$ 2.071,87
Economia mensal (R\$)	R\$ 293,46		
Economia anual (R\$)	R\$ 3.521,55		

Tabela 10: Economia gerada pela troca das luminárias

6.2 Sistema de Ar Condicionado

O consumo associado com os equipamentos de ares condicionados (4684 kWh) mensal, sendo o anterior de (5417.12 kWh), uma redução de (733.12 kWh), resulta em uma economia de R\$2.903,00 anual. Conforme os dados coletados em campo e nas estimativas feitas, chegou-se em uma média mensal para o consumo de água nos equipamentos, sendo vasos sanitários 7200 l, torneiras das pias 1863 l e chuveiro 2700, atingindo um total de 11.763 l. Aplicando as substituições mencionadas pode-se obter mudanças significativas no consumo de água, como demonstra a tabela 11, onde pode-se observar que houve uma redução de 47,2% no consumo total de água.

VAZOS SANITARIOS				
	QUANTIDADE	COMSUMO(L/descarga)	DESCARGAS	CONSUMO (Litros)
Após melhoria	6	6	600	3600
Antes	6	12	600	7200

TORNEIRAS DAS PIAS				
	QUANTIDADE	COMSUMO(L/seg)	TEMPO USO (minutos)	Consumo total (Litros)
Antes	12	0,23	135	1863
Após melhoria	12	0,10	135	810

CHUVEIRO				
	QUANTIDADE	COMSUMO(L/min)	TEMPO USO (minutos)	Consumo (Litros)
Antes	1	9	300	2700
Após melhoria	1	6	300	1800

Tabela 11: Comparação de antes e após a substituição de equipamentos hídricos

Com essa diminuição no consumo de água, e levando em consideração o valor do m³ de água, tem-se uma economia de R\$568,90 mensal.

7 | ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA (EVE)

7.1 Sistema de Iluminação

A partir dos modelos de luminárias selecionadas para substituição foi estimado o custo através do EVE (tabela 12).

Custa da substituição das luminárias				
	Modelo	Preço unitário	Quantidade	Custo
1	LUMIN LED EMB RED 18W BIV 4000K 1300LM	R\$ 56,32	115	R\$ 6.476,80
2	Lum Led Painei 36W 4000K Embutir	R\$ 113,04	12	R\$ 1.356,48
3	LUMIN LED EMB RED 6W BIV 4000K 400LM	R\$ 164,34	12	R\$ 1.972,08
			Custo total	R\$ 9.805,36

Tabela 12: Custo da substituição das luminárias

O custo total foi de R\$9.805,36, sendo considerado como o investimento inicial do projeto de eficiência hidroenergética. Considerando a economia anual de R\$3.521,55, como o fluxo de caixa em um período de 10 anos, tem-se os seguintes indicadores econômicos (Tabela 13).

A partir da análise dos indicadores, a Taxa Interna de Retorno de 34% supera a Taxa Mínima de Atratividade estabelecida de 11,75 %, a taxa de lucratividade (2,21) maior que 1 e o VPL maior que 0, torna o projeto viável do ponto de vista financeiro. Além disso, tem-se um tempo de retorno financeiro a partir de 3 anos e 5 meses aproximadamente. Tendo em vista que as luminárias podem durar até 50.000 horas. Logo, considerando o horário de funcionamento do edifício de 8 horas diárias, a durabilidade seria de 17 anos. Isso indica um payback adequado ao tempo de durabilidade das luminárias.

Soma VPs	R\$ 21.638,39
VPL do Projeto	R\$ 11.833,03
Taxa Interna do Retorno (TIR)	34%
Taxa de lucratividade	2,21
Tempo de Payback	3.44

Tabela 13: Indicadores de Viabilidade do Projeto

7.2 Sistema de Ar Condicionado

Com relação ao tempo de retorno, pode-se observar que com um investimento inicial em equipamentos de menor custo tem-se um retorno do investimento em 12 anos. Sendo 3 anos de diferença se comparado com os de maior custo (Tabela 14).

Investimento	(R\$)	Payback (Anos)
Cenário 1 *	44677,85	15
Cenário 2 **	33893,59	12

* Equipamentos de maior custo

** Equipamentos de menor custo

Tabela 14: Payback entre equipamentos de ar-condicionado de maior e menor custo.

7.3 Sistema Hídrico

Após compilação dos dados dos custos dos equipamentos para substituição (Tabela 15), pode-se calcular o valor do investimento inicial, que é de R\$ 3.439,87.

Equipamento	Preço unitário	Quantidade	Custo
Bacia Com Caixa Acoplada Ecoflush 3/6 Lts P	407,47	6	2444,82
Torneira Lavatório Banheiro MONO Cromada Abre e Fecha Rápido ABS	35,34	12	424,08
Chuveiro Technoshower com Desviador Cromado Docol	570,97	1	570,97
		Custo total	3439,87

Tabela 15: Custos dos equipamentos para substituição

Os Paybacks do investimento inicial para os vasos sanitários, torneiras de pias e chuveiro, foram respectivamente 6,63; 3,93 e 9,00 anos.

A tabela 16 mostra a economia total gerada pela substituição dos equipamentos hídricos equipamento, gerando uma economia de R\$6.826,86 por ano

ECONOMIA TOTAL (REAIS)		
EQUIPAMENTOS	POR MES	POR ANO
VAZOS SANITARIOS	368,82	4.425,84
TORNEIRAS	107,88	1.294,56
CHUVEIRO	92,21	1.106,46
TOTAL	568,90	6.826,86

Tabela 16: Economia das trocas equipamentos hídricos

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, diante dos resultados obtidos nas análises do consumo de energia elétrica e água no edifício do NIPE, bem como as propostas de intervenção para o conforto térmico, pode-se inferir que a implementação de estratégias ativas e passivas para a melhoria da eficiência energética e hídrica da edificação esta aderente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2030 da ONU. O sistema de ar condicionado e iluminação são os maiores consumidores da edificação. As estratégias passivas e ativas adotadas para a redução do consumo de água, como a substituição de equipamentos hídricos por versões mais modernas e eficientes, demonstraram uma redução significativa no consumo total de água no edifício.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte da infraestrutura e equipamentos do NIPE/ UNICAMP e aos alunos bolsistas PRP/UNICAMP SAE-BAS: Ruan Castro, José Cedeno, Gabriel Flórido, Suelen Da Silva Dias, Nilton Cunha, Marcos Henrique Souza de Sá.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, D. El cambio climático y el Antropoceno: nuevo contexto del diseño. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Central de Venezuela, Venezuela, 2019.

DAE, Divisão de Água e Energia (DAE) da Unicamp, Relatórios Mensais de consumo de água e energia 2022 e 2023.

DAEV-Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos. DAEV alerta população para que evite o desperdício do recurso e orienta a adoção de medidas que promovam a economia de água. 17 Ago. 2021. disponível em : <<https://www.daev.org.br/noticias/materias/uso-do-arejador-ou-do-redutor-de-vazao-pode-gerar-economia-de-mais-de-50-de-agua-na-torneira-da-sua-casa#:~:text=O%20arejador%20%C3%A9%20uma%20pe%C3%A7a,%C3%A9%20para%20lavar%20a%20lou%C3%A7a>>. Acesso: 26 jan. 2024.

GlobalABC - Global Alliance for Building and Construction. 2020 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. 2020. disponível em:<https://www.google.com/url?q=https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%2520Buildings%2520GSR_FULL%2520REPORT.pdf&sa=D&source=docs&ust=1706285650722401&usg=AOvVaw343U3BtdHz4yg41uzM1FPB> Acesso: 19 jan. 2024.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report, disponível em:<https://www.google.com/url?q=https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf&sa=D&source=docs&ust=1706285650774294&usg=AOvVaw3kKxcaYVczopI2MCRk40FC>. Acesso: 19 jan. 2024.

LEITE, Isabela. Como economizar com chuveiros que misturam ar no jato de água. 19 Nov. 2014, disponível em : <https://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-com-chuveiros-que-misturam-ar-no-jato-de-agua-veja-video.html>. Acesso: 26 jan.2024.

LOEB, R. M. Arquitetura como protagonista no mundo em colapso. Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 08-21, 2022. DOI 10.5935/cadernospos.v22n2p08-21.

Nguyen, PHAN ANH ; Bokel, Regina ; van den Dobbelsteen, Andy. / Refurbishing Houses to Improve Energy Efficiency-Potential in Vietnam. Proceedings of the 33rd PLEA International Conference: Design to Thrive. editor / Luisa Brotas ; Susan Roaf ; Fergus Nicol. Vol. III Edinburgh: Network for Comfort and Energy Use in Buildings (NCEUB), 2017. pp. 4204-4211.

ONU- Nacoes Unidas Brasil. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. , disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso: 19 jan. 2024.

PEREDA, Cristina. Obama, uma presidência marcada pela luta contra mudanças climáticas. Washigton-DC, 13-Dez-2015 disponível em: <https://www.google.com/url?q=https://brasil.elpais.com/brasil/2015/12/12/internacional/1449947527_283437.html&sa=D&source=docs&ust=1706285650769706&usg=AOvVaw1udsgHvd57SqUOEbYBP5nS>. Acesso: 19 jan. 2024.

SABESP, Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPxSABESP, 2023.

SANASA, Ares-PCJ, Visita Técnica em Janeiro 2024.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.