



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

ANA APARECIDA MOREIRA TAVARES

**GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR: ESTUDO DE CASO PARA OBTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO ISO 14001**

**CAMPINA GRANDE
2022**

ANA APARECIDA MOREIRA TAVARES

**GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR: ESTUDO DE CASO PARA OBTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO ISO 14001**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito obrigatório à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Gestão Ambiental e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Rui de Oliveira.

**CAMPINA GRANDE
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

T231g Tavares, Ana Aparecida Moreira.

Gestão ambiental e sustentabilidade em instituição de Ensino Superior [manuscrito] : Estudo de caso para obtenção da Certificação ISO 14001 / Ana Aparecida Moreira Tavares. - 2022.

63 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Rui de Oliveira , Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."

1. Gestão Ambiental. 2. Eficiência energética. 3. Uso da água. 4. Sustentabilidade. 5. Universidade pública. I. Título

21. ed. CDD 577.6

ANA APARECIDA MOREIRA TAVARES

GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO
SUPERIOR: ESTUDO DE CASO PARA OBTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO ISO 14001

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito obrigatório à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Aprovada em: 22 / 07 /2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rui de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dr^a. Ruth Silveira do Nascimento
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Sabrina Holanda Oliveira
Engenheira Sanitarista e Ambiental (UEPB)

A Deus,

Porque onde consegui chegar e tudo que sou e tenho, devo à força e coragem que Ele me concedeu.

Aos meus pais, Maria e Francisco, pois é graças ao seu esforço que hoje posso concluir o meu curso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, por toda força, coragem, determinação e fé a mim concedida para se chegar a essa conquista. Obrigada Senhor!

À minha família, em especial aos meus pais, Maria e Francisco, e ao meu irmão Leandro por todo amor e apoio incondicional que sempre demonstraram, por acreditar em mim. E ao meu gato que esteve ao meu lado em todos os momentos. Amo vocês!

Ao meu namorado, por todo apoio e participação no decorrer desse trabalho e na minha caminhada junto a Universidade.

Ao meu grande amigo, Pablo Barbosa Duarte de Araújo, por toda amizade e cumplicidade ao longo deste percurso, podendo contar com ele em todos os momentos.

À minha fada amiga, Sabrina Holanda Oliveira, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho. Serei eternamente grata.

Agradeço aos colegas do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, especialmente André Luiz Alves da Silva, Ayrton Natthan Silva Ramos e Jucelino dos Santos, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

À ONG Engenheiros Sem Fronteira e a todos os membros do núcleo de Campina Grande - PB, que acreditaram na causa e contribuíram na missão da organização.

À Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA), em especial ao Núcleo Regional de Campina Grande e a todos que fazem parte, por ter me dado a oportunidade de estagiar, e por todos os momentos de aprendizado.

À empresa de Consultoria Ambiental, OMSA Soluções Ambientais, e a todos que fazem parte por todo o conhecimento compartilhado, e por todos os momentos de aprendizado.

Aos funcionários da UEPB, em especial Alisson De Albuquerque Egito, pela paciência, amizade e presteza ao atendimento quando foi necessário.

Ao meu orientador Rui de Oliveira, agradeço a compreensão e paciência durante o período de orientação, e a todos os professores do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, que contribuíram durante minha graduação através dos seus conhecimentos para minha formação profissional.

Por fim, a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e para o meu crescimento profissional e pessoal.

“Conservation means development as much as it does protection. I recognize the right and duty of this generation to develop and use the natural resources of our land; but I do not recognize the right to waste them, or to rob, by wasteful use, the generations that come after us.”

Theodore Roosevelt

RESUMO

Nas últimas décadas tem se exigido das organizações uma postura responsável, o que reflete nas práticas sustentáveis que estão cada vez mais presentes e vinculadas às atividades operacionais das organizações públicas e privadas. É notório que as Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham papel importante para o alcance da sustentabilidade, tanto na promoção do conhecimento, quanto na aplicação de modelos sustentáveis no âmbito administrativo. Neste contexto, o objetivo definido para este estudo é desenvolver um projeto de adequação sustentável em uma IES, bem como analisar sua viabilidade visando a obtenção da certificação ISO 14001. Para isso, a pesquisa propõe diretrizes para implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), e colaborando para a implementação de ações tecnológicas sustentáveis, se desenvolve em dois cenários – eficiência no uso da água e eficiência energética - levando em consideração as tecnologias existentes como possíveis soluções e destacando os benefícios econômicos e ambientais atrelados à utilização de alternativas sustentáveis em IES. Com base nos resultados obtidos é possível afirmar que a adesão à Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) vem colaborando para a crescente adaptação da universidade em busca de um desenvolvimento sustentável, não só no aspecto do ensino, mas também nas de práticas de funcionamento ambientalmente corretas, porém, ainda são muitas as ações que a UEPB necessita implantar para se tornar modelo de IES sustentável.

Palavras-Chave: IES sustentável. Gestão Ambiental. Eficiência energética. Eficiência no uso da água.

ABSTRACT

In recent decades, organizations have been required to take a responsible stance, which reflects in sustainable practices that are increasingly present and linked to the operational activities of public and private organizations. It is well known that Higher Education Institutions (HEIs) play an important role in achieving sustainability, both in the promotion of knowledge and in the application of sustainable models in the administrative sphere. In this context, the objective defined for this study is to develop a sustainable adequacy project in an HEI, as well as to analyze its feasibility in order to obtain ISO 14001 certification. For this, the research proposes guidelines for the implementation of the EMS, and contributing to the implementation of sustainable technological actions, develops in two scenarios – efficiency in water use and energy efficiency – taking into account existing technologies as possible solutions and highlighting the economic and environmental benefits linked to the use of sustainable alternatives in HEIs. Based on the results obtained, it is possible to affirm that the adaptation to the Environmental Agenda in Public Administration (A3P) has been contributing to the increasing adaptation of the university in search of sustainable development, not only in the aspect of teaching, but also in those of environmentally correct functioning practices, however, there are still many actions that UEPB needs to implement to become a sustainable HEI model.

Keywords: Sustainable HEI. Environmental management. Energy efficiency. Efficiency in water use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo PDCA aplicado ao sistema de gestão ambiental	24
Figura 2 – Fluxograma da metodologia adotada	29
Figura 3 – Mapa de localização dos objetos de estudo	33
Figura 4 – Central de Integração Acadêmica (CIAc)	34
Figura 5 – Complexo de Laboratórios do Centro de Ciências e Tecnologia.....	35
Figura 6 – Interface do <i>software</i> Netuno	37
Figura 7 – Proposta de procedimentos para implantar um modelo de gestão ambiental	41
Figura 8 – Representação da cobertura do Complexo de Laboratórios do CCT.....	43
Figura 9 – Interface do <i>software</i> Netuno com os dados para simulação	44
Figura 10 – Relação potencial de economia de água potável e demanda diária de água pluvial	45
Figura 11 – Planilha de dados com as diferenças entre potenciais de economia e o resultado mensal da simulação para o volume escolhido.....	46
Figura 12 – Interface da janela principal	47
Figura 13 – Tarifas de água e esgoto	48
Figura 14 – Estimativas iniciais de consumos e economias de água	49
Figura 15 – Custos de construção, manutenção e motobomba.....	50
Figura 16 – Custos operacionais.....	50
Figura 17 – Economia e custos mensais	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficiente de escoamento superficial para diferentes materiais da superfície de captação	38
Tabela 2 – Dados de entrada utilizados no programa Netuno	44
Tabela 3 – Média mensal do total diário da irradiação no local de interesse	52
Tabela 4 – Fatura emitida pela Energisa Borborema - Distribuidora de Energia S/A	53
Tabela 5 – Dados de entrada para simulação inicial do sistema	54
Tabela 6 – Dados do sistema escolhido	54
Tabela 7 – Dados finais de cada sistema	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo temporal e panorama geral das principais Conferências e Declarações como iniciativas do Ensino Superior para promoção da Sustentabilidade Ambiental.....	16
Quadro 2 – Resumo das dimensões do sistema universitário.....	19
Quadro 3 – Exemplos nacionais de programas de conservação do uso da água em IES	27
Quadro 4 – Perguntas aplicadas durante o levantamento preliminar de dados	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	DIRETRIZES DA PESQUISA	14
2.1	Objetivos	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Sustentabilidade ambiental em instituições de ensino superior (IES)	15
3.1.1	<i>A transição de uma “IES tradicional” para uma “IES sustentável”</i>	19
3.2	Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P)	21
3.3	Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e a Norma da ABNT ISO 14001:2015 ...	22
3.4	Conceitos básicos importantes	25
3.4.1	<i>Gestão da demanda de água (GDA)</i>	25
3.4.1.1	<i>Programas nacionais de conservação do uso da água em IES</i>	26
3.4.2	<i>Gestão energética</i>	27
4	METODOLOGIA	29
4.1	Dos procedimentos metodológicos	29
4.2	Caracterização da área de estudo	32
4.2.1	<i>Central de Integração Acadêmica (CIAC)</i>	34
4.2.2	<i>Complexo de Laboratórios do Centro de Ciências e Tecnologia (CL-CCT)</i>	35
4.3	Do método de análise adotado	35
4.3.1	<i>Cenário 1: eficiência no uso da água</i>	36
4.3.1.1	<i>Simulação do sistema de captação de água pluvial - software Netuno</i>	36
4.3.2	<i>Cenário 2: Eficiência Energética</i>	39
4.3.2.1	<i>Dimensionamento de Painéis Fotovoltaicos – Simulação</i>	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1	Diretriz para implantação do SGA na UEPB	40
5.2	Análise dos cenários de estudo	42
5.2.1	<i>Eficiência no uso da água</i>	42
5.2.1.1	<i>Simulação do sistema de captação de água pluvial</i>	42
5.2.1.2	<i>Módulo de análise econômica</i>	47
5.2.2	<i>Eficiência energética</i>	52
5.2.2.1	<i>Proposta comercial de um Sistema Fotovoltaico</i>	52
5.2.2.2	<i>Potencial Energético, consumo de energia</i>	52
6	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	57
	ANEXO A – Dados de consumo	61

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento econômico, a exponencial urbanização, as mudanças climáticas, entre outras externalidades vêm estrangulando ao máximo a disponibilidade dos recursos naturais. Para enfrentar os crescentes desafios de conciliar o aumento da produção e do consumo com a capacidade de renovação dos recursos naturais, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável considera que a sustentabilidade não é apenas mais um tema, mas deve ser tratada como uma prioridade e encarada como um desafio alcançável (CEBDS, 2019).

De acordo com o relatório da *Brundtland Commission* – Nosso futuro comum, publicado em 1987, o desenvolvimento sustentável é: “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades.” (NOSSO FUTURO COMUM – CMED, 1987).

O Brasil possui diferentes instrumentos legais e diretrizes, governamentais ou não, para todo o território nacional que indicam a necessidade de desenvolvimento da sustentabilidade nas instituições de ensino (GÓES, 2015).

Um modelo de Instituição de Ensino superior (IES) sustentável deve associar as dimensões operacionais do ensino, da pesquisa, da gestão institucional dos recursos e resíduos, implantando a educação para a sustentabilidade, compartilhando práticas sustentáveis que promovam o bem-estar da atual e das futuras gerações (DISTERHEFT *et al.*, 2012). Em resumo, a literatura apresenta diversos conceitos para uma IES sustentável, todos possuem semelhanças e propõem uma integração da instituição como um todo.

Segundo Alshuwaikhat e Abubakar (2008), em certos casos para uma IES ser sustentável é necessário que ela tenha um plano de gestão ambiental. O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um dos instrumentos de reorientação do consumo e dos padrões de produção das atividades, buscando o uso mais sustentável dos recursos naturais e a prevenção de danos ao ambiente (SALIM *et al.*, 2018).

A implantação do SGA visa à melhoria contínua do desempenho ambiental, com desdobramentos quanto ao comportamento dos colaboradores, ao aprimoramento dos controles organizacionais para prevenção de impactos ambientais negativos e à adoção de medidas de responsabilidade socioambiental (REBELO; SANTOS; SILVA, 2014).

A Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) se tornou signatária da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) em abril de 2021, com a intenção de formalizar o compromisso

com a promoção de atividades que permitam maior sensibilização de toda a comunidade da instituição sobre os problemas socioambientais. Para tanto, visa a efetividade nas implantações dos projetos sustentáveis que estarão relacionados com o uso racional dos recursos naturais e dos bens públicos, redução e gestão adequada dos resíduos sólidos pós-consumo gerados na Instituição.

Apesar da importância do tema, há poucos estudos acerca da viabilidade da obtenção da certificação ISO 14001 em IES. Assim, o presente estudo busca consolidar o conhecimento técnico-científico para a obtenção da certificação, além de colaborar para que a UEPB seja um modelo de IES sustentável. A relevância do estudo está no fato de contribuir na fixação e no progresso da gestão da sustentabilidade na UEPB, além de propor alternativas sustentáveis, como ações tecnológicas que visem a eficiência energética e o uso eficiente da água.

Para esse fim, a presente pesquisa se desenvolve em dois cenários—eficiência no uso da água e eficiência energética - levando em consideração as tecnologias existentes como possíveis soluções e destacando os benefícios econômicos e ambientais atrelados à utilização de alternativas sustentáveis em IES. Este estudo foi amparado pelos principais conceitos relacionados ao pensamento da Gestão da Sustentabilidade no Ensino Superior, concentrando na gestão da sustentabilidade das IES.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

2.1 Objetivos

A fim de alcançar resultado relevante para o problema da pesquisa, este estudo tem como objetivo geral: desenvolver um projeto de adequação sustentável em uma IES, bem como analisar sua viabilidade visando a obtenção da certificação ISO 14001. Para atingir o objetivo geral, definem-se os seguintes objetivos específicos:

2.2 Objetivos específicos

- Realizar o levantamento das alternativas sustentáveis já existentes que possam ser utilizadas;
- Realizar a avaliação econômica das soluções adotadas em relação aos investimentos necessários e redução de custos obtidos; e
- Propor um modelo genérico de implantação do SGA que sirva como referência para qualquer IES.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente fundamentação teórica expõe diversos estudos relacionados à temática e desenvolvimento deste trabalho, visando situar o problema de pesquisa acerca de suas origens e motivações. Para tanto, são abordados o conceito de sustentabilidade, os avanços e a importância das questões relativas à sustentabilidade em IES. Então, é destacado o programa de responsabilidade socioambiental do Governo Federal (Agenda Ambiental na Administração Pública) e, posteriormente, uma breve descrição sobre o Sistema de Gestão Ambiental e a Norma da ABNT ISO 14001:2015.

3.1 Sustentabilidade ambiental em instituições de ensino superior (IES)

O registro das ações das IES em busca da sustentabilidade data a partir da década de 1990 e se encontra em harmonia com os marcos do movimento ambientalista (ROHRICH *et al.*, 2019). As funções atribuídas às IES envolvem as atividades administrativas e acadêmicas, além disso são consideradas agentes de mudança social que, ao longo da história desempenharam papéis críticos em amplas mudanças sociais (CORTESE, 2003; STEPHENS *et al.*, 2008).

Cabe ressaltar que a participação das IES na luta por um planeta sustentável teve início na década de 1970, isto é, antes da Conferência de Estocolmo realizada em 1972. Esta representa a primeira tentativa de aproximação entre os direitos humanos e o meio ambiente, integrando as discussões políticas. Por conseguinte, resultou na elaboração da Declaração de Estocolmo, com 26 princípios e a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

O Relatório *Brundtland*, intitulado Nosso Futuro Comum, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) em 1991, o Plano Global de Ação Ambiental, e a Agenda 21 relataram sobre o papel do ensino no caminho para a sustentabilidade, propondo que as instituições deveriam atuar na promoção de um ensino reorientado para o Desenvolvimento Sustentável e o aumento da consciência pública (BIZERRIL; ROSA; CARVALHO, 2018; COUTO *et al.*, 2005).

Considerando que o ensino superior tem um potencial único de acelerar a transição social em direção à sustentabilidade, a declaração final da conferência das nações unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20), reafirmou o papel das IES, conforme citação extraída:

[...] Tomamos a decisão de promover a Educação para o Desenvolvimento Sustentável e integrar o desenvolvimento sustentável mais ativamente na educação para além da Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014). Encorajamos fortemente as instituições de ensino a considerarem a adoção de boas práticas em gestão da sustentabilidade em seus campi e em suas comunidades, com a participação ativa dos alunos, professores e parceiros locais, e ensinando o desenvolvimento sustentável como um componente integrado a todas as disciplinas. Ressaltamos a importância de apoiar instituições de ensino, especialmente instituições de ensino superior em países em desenvolvimento, para efeitos de investigação e inovação para o desenvolvimento sustentável, nomeadamente no domínio da educação, para desenvolver programas de qualidade e inovadores, incluindo o empreendedorismo e formação profissional habilidades, profissional, formação técnica, profissional e aprendizagem ao longo da vida, orientada para preencher as lacunas de competências para promover os objetivos nacionais de desenvolvimento sustentável. o futuro que queremos. (RIO + 20, 2012, p. 47)

Os acontecimentos e movimentos em prol de uma sociedade sustentável permitiram a inserção da sustentabilidade nas IES, inicialmente com adesão dos princípios sustentáveis, e posteriores alterações na atuação estratégica e operacional dos seus campi (COUTO *et al.*, 2005; LOZANO *et al.*, 2015).

O Quadro 1 apresenta um resumo das principais conferências e declarações de abrangência internacional que apresentaram iniciativas de promoção da sustentabilidade no ensino superior. Todos os acontecimentos citam momentos importantes para a consolidação da sustentabilidade nas IES. Conforme Berchin *et al.* (2018) a cooperação entre as IES por meio da colaboração em conferências é também uma medida importante para promover e disseminar pesquisas sobre sustentabilidade.

Quadro 1 – Resumo temporal e panorama geral das principais Conferências e Declarações como iniciativas do Ensino Superior para promoção da Sustentabilidade Ambiental

Ano	Evento/Declaração/Documento	Panorama Geral
1972	Declaração de Estocolmo Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Conferência de Estocolmo)	Foi a primeira grande conferência da ONU sobre questões ambientais internacionais, e marcou uma virada no desenvolvimento da política ambiental internacional. Tinha como objetivo prever e/ou minorar aspectos contrários sobre o DS. Ofereceu recomendações para a formulação de acordos multi- ou bilaterais ou de outras formas de cooperação.
1987	“Nosso futuro comum” Relatório Brundtland - Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento	Preconiza a importância e o papel crucial das instituições de ensino e da comunidade científica para a trajetória da sustentabilidade. Explicita sobre a ampliação da educação com referência a educação ambiental da qual deve ser incluída nas disciplinas dos currículos da educação formal em todos os níveis. E pede o envolvimento dos estudantes.

1990	Declaração de Talloires	Os signatários endossaram o compromisso de um esforço mútuo para obter avanços na alfabetização ambiental global e no desenvolvimento sustentável, com a implementação de um plano de ação de 10 pontos.
1991	Declaração de Halifax	Apresenta um plano de ação com 6 metas de curto e longo prazo, solicita a dedicação das IES nas ações, traz uma nova dimensão às declarações de sustentabilidade, com ações concretas, reconhecendo o perfil de liderança das IES “pensar globalmente, agir localmente”.
1992	Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Conferência do Rio);	Objetivo: Fortalecer o desenvolvimento de capacidades e educar todos para o DS. Recomendações: Agenda 21 (Capítulo, 31,34,35,36). Promoção da educação, conscientização e treinamento do público e Ciência para o desenvolvimento sustentável, a difusão e transferência de tecnologias e intercâmbio de conhecimento científico e tecnológico.
1993	Declaração de Quioto	Apresenta 10 ações para a sustentabilidade, enfatiza a obrigação ética das universidades com o meio ambiente e com o principal princípio do desenvolvimento sustentável: satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as capacidades das futuras.
1995	<i>Blueprint for a Green Campus</i>	São 10 recomendações para as IES trabalharem em prol da sustentabilidade ambiental, projeto de campus sustentável “Campus Verde”. Dividido em 3 áreas estratégicas sendo: 1) Construção de coalizões entre IES; 2) Fortalecimento regional, nacional e global; e 3) Formulações de políticas públicas e educação da cidadania.
1999	Conferência sobre Gestão Ambiental para Universidades Sustentáveis	Foi a primeira conferência que tratou da dimensão ambiental especificamente das IES. Realizada pela primeira vez na Suécia, posteriormente em 2002 (África do Sul), 2004 (México), 2006 (EUA), 2008 (Espanha) e em 2010 na Holanda.
2000	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e A Carta da Terra e Parceria global de ensino superior para sustentabilidade (GHESP)	Os ODM referem-se às 8 metas internacionais estabelecidas pela ONU, no ano 2000. Carta da Terra proposição de ações através de 16 princípios para a sustentabilidade. GHESP - Apresenta 4 objetivos para implementar e avaliar a sustentabilidade nas IES. A lógica da parceria era o consenso de que o ensino superior desempenha um papel central no processo geral de alcançar o desenvolvimento sustentável.
2005	Início da Década das Nações Unidas para a Educação para o Desenvolvimento Sustentável	O objetivo global da Década é integrar os valores inerentes ao desenvolvimento sustentável em todos os aspectos da aprendizagem com o intuito de fomentar mudanças de comportamento que permitam criar uma sociedade sustentável e mais justa para todos.

2008	Declaração de Sapporo	Propõe 8 ações sustentáveis, defende a importância da estruturação e criação de redes para promover a sustentabilidade global, reafirma a responsabilidade que as IES têm para a construção da sustentabilidade, são ações específicas a serem implementadas, da responsabilidade em cooperar com todas as outras nações na implementação de políticas de sustentabilidade.
2009	Declaração de Abuja	Reconhece o papel e responsabilidade da Educação, das IES, das Pesquisas acadêmicas e Científicas na educação de líderes e professores para o desenvolvimento sustentável. Solicita a colaboração institucional trilateral entre universidade-indústria-governo e faz 13 importantes recomendações sobre sustentabilidade.
2012	Iniciativa de Educação Superior para a Sustentabilidade (Rio+20 “O futuro que queremos”)	Proposta de 5 ações sustentáveis, medidas como: Ensinar conceitos de desenvolvimento sustentável no núcleo curricular de todas as disciplinas; proporcionar uma formação em sustentabilidade para os profissionais e funcionários; Apoio à investigação e incentivo às pesquisas; melhor compreensão através do intercâmbio de conhecimentos científicos e tecnológicos e novas tecnologias.
2015	Cúpula de Desenvolvimento Sustentável da ONU	Os países da ONU definiram os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com prazo para 2030, como parte de uma nova agenda de DS que finalizou o trabalho dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. O resultado foi a Agenda 2030 para o DS.

Fonte: Adaptado de Santos, 2020.

Segundo Santos (2020), os avanços sobre a sustentabilidade no Brasil no âmbito da educação superior começaram a partir da publicação do Decreto nº 7.476/2011 que inicia compulsoriamente a Gestão da sustentabilidade nas instituições públicas federais, com a obrigatoriedade da criação do plano de logística sustentável sendo assim, um marco histórico da implementação de um modelo de gestão da sustentabilidade na IES.

Ao levar em consideração este contexto, é importante citar que Kapitulčinová *et al.* (2018) propôs um modelo conceitual para definir o termo "integração da sustentabilidade no ensino superior" e "mudança transformacional", baseado na perspectiva das cinco dimensões: ensino e aprendizagem, pesquisa, operações do campus, extensão e administração, incluindo avaliação e relatórios das IES.

3.1.1 A transição de uma “IES tradicional” para uma “IES sustentável”

O desenvolvimento das práticas e das ações sustentáveis é o fator que determina a transição de uma “IES tradicional” para uma “IES sustentável”, mas o que vem a ser uma IES sustentável?

Na percepção de Lozano *et al.* (2015), uma IES pode ser sustentável por ter um sistema de gestão ambiental, possuir diretrizes sustentáveis ou ser signatária de uma declaração ambiental. Indo mais além, uma IES sustentável deve possuir políticas institucionais de sustentabilidade, ser um campus verde, ou desenvolver projetos de proteção ambiental (LEAL FILHO *et al.*, 2017).

Na mesma linha de pensamento, Berchin *et al.* (2019) abordam sobre IES Sustentável como aquela com campi sustentáveis como laboratórios vivos, que promovem inovações para o desenvolvimento sustentável, na promoção de práticas para envolver a comunidade por meio de educação, capacitação, pesquisa, divulgação, eventos acadêmicos, consultoria em negócios, assistência arquitetônica, assistência jurídica e consultoria médica à comunidade, inspirando as comunidades locais a incorporar os valores sustentáveis da universidade.

Assim sendo, conforme as mais variadas definições, nota-se que no modelo de IES sustentável deve haver uma visão e missão de sustentabilidade conceitualizada, com grupos atuantes a fim de definir políticas, metas e objetivos alinhados com uma missão de sustentabilidade (VELAZQUEZ *et al.* 2006; LOZANO, 2006; ALSHUWAIKHAT; ABUBAKAR, 2008; LOZANO *et al.*, 2015; LEAL FILHO *et al.*, 2017).

Seguindo a proposta de reflexão, então quais são as estratégias necessárias para se tornar uma IES sustentável? De acordo com estudos realizados por Santos (2020) referentes ao tema, para ser de fato sustentável, uma IES precisa atuar de forma integrada nas seguintes dimensões que compõem o ambiente universitário: ensino, pesquisa, extensão, gestão do campus, avaliação e relatórios de sustentabilidade, diretrizes institucionais e experiência de vida no campus.

Apresenta-se no Quadro 2, um resumo por dimensões, elaborado por Santos (2020), com a comparação entre as definições de ações e áreas de estratégia para promoção da sustentabilidade no sistema universitário.

DIMENSÃO – ENSINO	
Áreas de estratégias	Ações desenvolvidas
Ensino, Abordagem multi/interdisciplinar, desenvolvimento de capacidades, educar os educadores, atividades de simulação e aprendizagem prática e abordagem institucional	Ensinar para a preservação do meio ambiente; valores e ética devem ser parte integrada e central do ensino nas disciplinas; tornar sustentabilidade um tema transversal em todos os cursos; aulas de ética e sustentabilidade, trabalhar a transdisciplinaridade de programas; desenvolver programas de capacitação; Educar os Educadores; Capacitar os docentes e pessoas envolvidas com o processo educativo; Implementar sustentabilidade nos currículos; Promover revisões curriculares; Cursos de capacitação; Capacitação em educação socioambiental para todos os funcionários; Ter no quadro profissional professores especializados em temas alinhados a sustentabilidade a Aplicação de estudos de caso nas aulas.
Referências da literatura:	
Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).	
DIMENSÃO – PESQUISA	
Áreas de estratégias	Ações desenvolvidas
Pesquisa e Abordagem Institucional.	Centros de pesquisas; Pensamento holístico da pesquisa; Interligações entre pesquisa e ensino, Publicações sobre sustentabilidade, Patentes; Novos conhecimentos e tecnologias e transdisciplinaridade com relação ao tema; Grupos de pesquisa focados em questões ambientais; Bases de dados de pesquisa assinadas pela universidade; Incentivo diferenciado as pesquisas ligadas a sustentabilidade; tornar a sustentabilidade parte da agenda de pesquisa da instituição.
Referências da literatura:	
Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).	
DIMENSÃO - OPERAÇÕES NO CAMPUS	
Áreas de estratégias	Ações desenvolvidas
Operações do campus, Processos internos, Gestão e Governança.	Eficiência energética; Controle das emissões dos gases de efeito estufa; Gerenciamento dos resíduos; Eficiência no uso da água; Compras de alimentos com processos sustentáveis; Transporte sustentável; Acessibilidade para pessoas com deficiência; Fomento a igualdade e diversidade; Redução de documentos impressos; Programas de incentivo para redução de resíduo; Construção de edifícios sustentáveis.
Referências da literatura:	
Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).	
DIMENSÃO - DIRETRIZES INSTITUCIONAIS	
Áreas de estratégias	Ações desenvolvidas
Quadro, Agenda, Diretriz institucional, Processo Democrático e Governança.	Ter política de sustentabilidade; incluir políticas de sustentabilidade na missão e visão; Implantação da sustentabilidade no: planejamento estratégico, na visão, na missão; política de igualdade de gênero; política de inclusão de alunos com deficiência; política de diversidade cultural; Declarações específicas assinadas; Escritório de sustentabilidade.
Referências da literatura:	

Lozano *et al.* (2013), Disterheft *et al.* (2016), Guerra *et al.* (2018), Berchin (2017).

DIMENSÃO - EXTENSÃO

Áreas de estratégias

Extensão, Comunidade, Compartilhamento e Disseminação do conhecimento, Cooperação com outras IES e outras organizações, Abordagem Institucional e Governança.

Ações desenvolvidas

Programas de extensão que envolvam a comunidade; Colaboração com outras IES, partes interessadas não acadêmicas (empresas, ONG e governos); Programas de extensão dedicados à conscientização socioambiental; Participação dos comitês comunitários que envolvem temas relacionados a sustentabilidade; Seminários; Conferências e / ou workshops com outras instituições.

Referências da literatura:

Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano *et al.* (2013), Guerra *et al.* (2018), Berchin (2017).

DIMENSÃO - RELATÓRIOS E AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Áreas de estratégias

Relatórios e avaliação de sustentabilidade e Abordagem Institucional.

Ações desenvolvidas

Resultados de sustentabilidade da instituição; Avaliação de indicadores, programas, ações, comunicação; Relatórios ambientais; Relatórios de sustentabilidade; participar das classificações nacionais e internacionais de IES sustentáveis; Divulgação de Relatórios de Sustentabilidade em plataformas acessíveis; Estabelecimento de métricas transparentes para monitorar, avaliar e relatar a sustentabilidade.

Referências da literatura:

Lozano (2003), Lozano *et al.* (2013), Disterheft *et al.* (2016), Guerra *et al.* (2018), Berchin (2017).

DIMENSÃO - EXPERIÊNCIAS DE VIDA NO CAMPUS

Áreas de estratégias

Experiências no campus, Compartilhamento e Disseminação do conhecimento, Colaboração Universitária Abordagem multi/interdisciplinar e Dimensão ética.

Ações desenvolvidas

Grupos de trabalho com participação multidisciplinar de (professores com diferentes especializações); Experiências de estudantes dentro e fora do campus e envolvimento dos funcionários; Espaços disponíveis para reunião; Espaços agradáveis que promovam a interação e não a passividade; Espaços para participação dos alunos e comunidade; Incentivo à realização de feiras e artesanatos; Conscientização dos alunos; Participação dos alunos em atividades de sensibilização, workshops e comitês para estudantes.

Referências da literatura:

Lozano *et al.* (2013), Disterheft *et al.* (2016), Guerra *et al.* (2018), Berchin (2017)

Fonte: Elaborado por Santos, 2020.

3.2 Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P)

A Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) é um programa de responsabilidade socioambiental do Governo Federal, de adesão voluntária, surgido em 1999, por meio de uma iniciativa dos servidores do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e que se

destina às três esferas de governo (federal, estadual e municipal) e aos três poderes da república (executivo, legislativo e judiciário).

Segundo Carlos Minc (2009), a sustentabilidade da gestão pública exige mudanças de atitudes e de práticas em que se faz necessário transpor o discurso meramente teórico e concretizar a boa intenção num compromisso sólido. Para tanto, os princípios da responsabilidade socioambiental demandam cooperação e união de esforços visando a minimização dos impactos sociais e ambientais que tanto incidem sobre as mudanças climáticas (CEBDS, 2019).

A3P visa implantar a responsabilidade socioambiental nas atividades administrativas e operacionais da administração, tendo como objetivo estimular os gestores públicos a incorporar princípios e critérios de gestão socioambiental em suas atividades rotineiras (MMA, 2009).

Um outro ponto a evidenciar se refere à estrutura do programa, o qual se baseia em cinco eixos temáticos prioritários sendo eles: o uso racional dos recursos naturais e bens públicos; a gestão adequada dos resíduos gerados; a qualidade de vida no ambiente de trabalho; a sensibilização e capacitação dos servidores e licitações sustentáveis. Vale ressaltar que as ações decorrentes de cada eixo foram definidas tendo por base a política dos 5 R's: Repensar, Reduzir, Reaproveitar, Reciclar e Recusar consumir produtos que gerem impactos socioambientais significativos (MMA, 2009).

Acrescenta-se, ainda, que o programa se fundamenta nas recomendações do Capítulo IV da Agenda 21 que indica aos países o “estabelecimento de programas voltados ao exame dos padrões insustentáveis de produção e consumo e o desenvolvimento de políticas e estratégias nacionais de estímulo a mudanças nos padrões insustentáveis de consumo”; no Princípio 8 da Declaração do Rio/92 que afirma que “os Estados devem reduzir e eliminar padrões insustentáveis de produção e consumo e promover políticas demográficas adequadas”; e ainda na Declaração de Johannesburgo que institui a “adoção do consumo sustentável como princípio basilar do desenvolvimento sustentável” (MMA, 2009).

3.3 Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e a Norma da ABNT ISO 14001:2015

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um dos instrumentos de reorientação do consumo e dos padrões de produção das organizações, buscando o uso mais sustentável dos recursos naturais e a prevenção de danos ao ambiente (SALIM *et al.*, 2018).

Rodrigues *et al.* (2020) afirmam que uma das premissas do SGA é a aplicabilidade do sistema de gestão e a possibilidade de certificação para qualquer organização, independentemente do tipo, tamanho e natureza. Assim, um aspecto fundamental é que os modelos de gestão ambiental podem ser implementados a partir de iniciativas próprias da organização, que podem ter por base referências normativas, a exemplo da ISO 14001 (WAXIN; KNUTESON; BARTHOLOMEW, 2019).

De acordo com a norma NBR ISO 14001:2015, um SGA é definido como:

Parte do sistema de gestão usado para gerenciar aspectos ambientais (elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente), atender requisitos legais e outros requisitos, e abordar riscos e oportunidades. (NBR ISO 14001:2015, p. 14)

É preciso considerar que, segundo a norma supracitada, um sistema da gestão é um conjunto de elementos inter-relacionados utilizados para estabelecer a política e os objetivos, e para alcançar estes objetivos inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos.

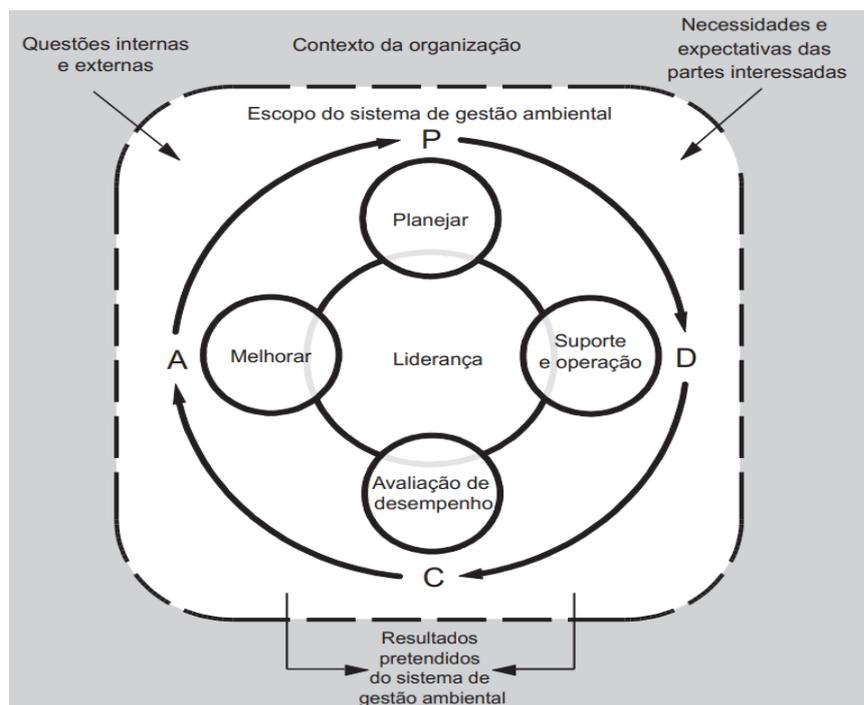
Uma outra definição é dada pela *United States Environmental Protection Agency* (EPA):

Um Sistema de Gestão Ambiental é um conjunto de processos e práticas que capacitam uma organização a reduzir seus impactos ambientais e aumentar sua eficiência operacional. (EPA, 2002)

Várias definições podem ser encontradas na literatura específica, mas cada uma dessas definições dá ênfase à ideia de que um SGA deve ser entendido como um processo adaptativo e contínuo. Ademais, adesão do SGA permite a uma organização desenvolver uma política ambiental, estabelecer objetivos e processos (NBR ISO 14001:2015).

A norma incluiu em sua estrutura o ciclo PDCA (*Plan*– planejar; *Do* –fazer; *Check*– verificar; *Act*– agir). Isso porque o PDCA representa uma ferramenta gerencial de tomada de decisão com o objetivo de garantir a melhoria contínua e sistemática, visando à padronização dos processos existentes em uma organização (RODRIGUES; ALMEIDA; OLIVEIRA, *et al.*, 2020). A estrutura de um SGA é mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo PDCA aplicado ao sistema de gestão ambiental



Fonte: ABNT NBR ISO 14001 (2015, p. 10).

O ciclo PDCA pode ser brevemente descrito como a seguir.

- *Plan* (planejar): estabelecer os objetivos ambientais e os processos necessários para entregar resultados de acordo com a política ambiental da organização.
- *Do* (fazer): implementar os processos conforme planejado.
- *Check* (verificar): monitorar e medir os processos em relação à política ambiental, incluindo seus compromissos, objetivos ambientais e critérios operacionais, e relatar os resultados.
- *Act* (agir): adotar ações para melhoria contínua.

As normas da série ISO 14000 foram editadas no Brasil pela ABNT, sob a sigla NBR ISO 14000. Este é um conjunto de normas de garantia da qualidade ambiental, entretanto, somente a ISO 14001 é passível de certificação sendo seus requisitos indispensáveis e auditados para a obtenção de uma certificação de SGA (GAVRONSKY, 2003).

Cabe ressaltar que o desenvolvimento de um SGA em uma instituição de ensino é definido por Ferreira, Lopes e Morais (2006) como um elo entre a instituição de ensino e a sociedade em que está inserida. Essa ponte entre as instituições de ensino e a sociedade pode trazer vantagens para ambas, como mencionam Boff, Oro e Beuren (2008, p. 8).

3.4 Conceitos básicos importantes

A seguir serão apresentados alguns conceitos fundamentais para a construção dos cenários de estudo, pautados no uso eficiente da água e eficiência energética.

3.4.1 *Gestão da demanda de água (GDA)*

A Gestão da Demanda de Água (GDA) é uma ferramenta de apoio que tem como ênfase a alocação correta e uso eficiente deste recurso, exercendo assim papel fundamental na melhoria do uso da água. É importante citar que a preocupação com a disponibilidade dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade suficientes para o uso humano, vem se destacando nas últimas décadas pelo crescimento populacional e pela utilização inadequada, em suas múltiplas finalidades. Assim, a necessidade do uso racional torna-se ainda mais evidente em situações de escassez hídrica ocasionadas por secas extremas, o que ocorre, em ciclos, no semiárido brasileiro (ARAÚJO, 2018).

Albuquerque (2004) pormenoriza as várias alternativas para implantação da gestão da demanda de água, sendo elas:

- **Ações tecnológicas:** medição individualizada em edifícios, instalações prediais que reduzam o consumo (aparelhos poupadores), sistemas individuais ou comunitários de captação de água de chuva, reúso de água, micro e macromedição na rede, sistemas automatizados de monitoramento e controle da rede de distribuição, entre outros.
- **Ações educacionais:** incorporação da questão da água aos currículos escolares, programas e campanhas de educação ambiental, adequação dos currículos dos cursos técnicos e universitários, entre outros.
- **Ações econômicas:** estímulos fiscais para redução de consumo e adoção de novos instrumentos tecnológicos, tarifação que estimule o uso eficiente da água sem penalizar os usuários mais frágeis economicamente, cobrança pelo uso da água bruta, entre outros.
- **Ações regulatórias/institucionais:** legislação que induza o uso racional da água, regulamentação de uso da água para usos externos, outorga pelo uso da água, criação de comitês de bacias, entre outros.

Corroborando com essa ideia, Kampragou, Lekkas e Assimacopoulos (2011) afirmam que a gestão da demanda se molda às condições prevalecentes no momento de sua aplicação, sendo ela baseada em cinco princípios fundamentais, a saber:

1. Imposição à conservação da água (através de legislação, padrões etc.);
2. Incentivo à economia de água (através de restituição de impostos, por exemplo);
3. Investimento na economia de água (através de programas para a minimização de perdas em redes de água, medição de água etc.);
4. Aplicação de instrumentos econômicos; e
5. Educação e capacitação dos usuários da água.

É importante ressaltar que os equipamentos sanitários por suas próprias características induzem o usuário a reduzir ou aumentar a quantidade de água utilizada, ou sob uma abordagem cultural, no qual são os hábitos de consumo dos usuários que irão influenciar no volume de água despendido no uso (ALVES, ROCHA e GONÇALVES, 2006).

3.4.1.1 Programas nacionais de conservação do uso da água em IES

De modo geral, as IES que desenvolvem atividades de ensino, pesquisa e extensão exigem uma diversificada infraestrutura, como salas de aulas, laboratórios, oficinas e escritórios, entre outros. Em complemento ao tema, Soares (2012) e Araújo (2018) afirmam que as instituições públicas, em geral, são grandes consumidoras de água e apresentam altos índices de patologias nas instalações em decorrência da falta de manutenção preventiva ou ineficácia da realização da manutenção corretiva, assim como a falta de sensibilização dos usuários para o uso consciente, agravado pela utilização de materiais de baixa qualidade (resultado do método de compra utilizado pelos órgãos públicos).

Nesse contexto, a implantação de um sistema eficiente ou programa que incentive o uso racional da água se mostra bastante válida. No Quadro 3 abaixo são apresentados alguns programas sobre o uso racional da água em instituições públicas de ensino superior no país.

Quadro 3 – Exemplos nacionais de programas de conservação do uso da água em IES

UNIVERSIDADE	PROGRAMA	DESCRIÇÃO
Universidade de São Paulo (USP)	Programa de Uso Racional da Água – PURA	Programa criado em 1996 através de um convênio entre a Escola Politécnica da USP, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).
Universidade Federal de Goiás (UFG)	Programa de uso racional da água	O consumo médio mensal antes da intervenção era de 181,8m ³ de água e após a implantação do programa passou a 127,2m ³ , totalizando uma redução de 30,06%.
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Programa de Uso Racional de Água da UFBA – ÁGUAPURA	Foi desenvolvido em 2001 no âmbito da Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM) da UFBA, em parceria com instituições públicas e privadas. Após a implementação do programa foi verificada uma redução de 45% do consumo de água mensal na instituição. O consumo per capita foi reduzido de 42l para 18l por pessoa por dia, demonstrando uma evolução da UFBA quanto à racionalização do consumo de água.
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)	Projeto de Reestruturação do Sistema de Abastecimento de Água no Campus de Campina Grande/PB	Foi elaborado e implantado pela Prefeitura Universitária da Instituição no ano de 2014. No mesmo ano de implantação o consumo anual de água atingiu 100.773m ³ , sendo reduzido em 2015 para 50.531m ³ . Em termos financeiros, houve uma economia na conta anual de água no montante aproximado de R\$342.000,00 entre os anos 2014/2015. Assim, o retorno financeiro do valor investido foi calculado em 4,4 anos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

3.4.2 Gestão energética

Na compreensão de Campos (2018), a gestão energética de uma instalação ou de um grupo de instalações se baseia na conscientização sobre o padrão de consumo para gerar uma consciência coletiva em favor de uma economia benéfica a todos.

Recentemente, estudos internacionais indicam que medidas de educação e de treinamento em empresas resultam na redução do consumo de energia de até 5%. No entanto, os gastos para alcançar esses resultados são inferiores a 1% do custo total de um Programa de Gestão de Energia (PGE) em instalações de uma edificação. Essa medida é considerada fundamental para alcançar um uso eficiente da energia dentro das empresas, universidades e organizações (MMA, 2015).

Por meio do PGE é possível otimizar o consumo de energia, orientando, direcionando e propondo ações e controles sobre os recursos humanos, materiais e econômicos. É importante ressaltar que a gestão e a otimização energética tratam de uma avaliação permanente de sua matriz energética, estabelecendo estratégias de curto, médio e longo prazos, nos montantes de aquisição de energia elétrica e autoprodução (CAMPOS, 2018).

De modo prático, Rodrigues (2012) conceitua eficiência energética como o conjunto de práticas e políticas, que reduz os custos com energia e/ou aumenta a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração. Este conjunto compreende os seguintes elementos:

- Planejamento integrado dos recursos;
- Eficiência na Geração, Transmissão e Distribuição;
- Gerenciamento da demanda; e
- Eficiência no uso final.

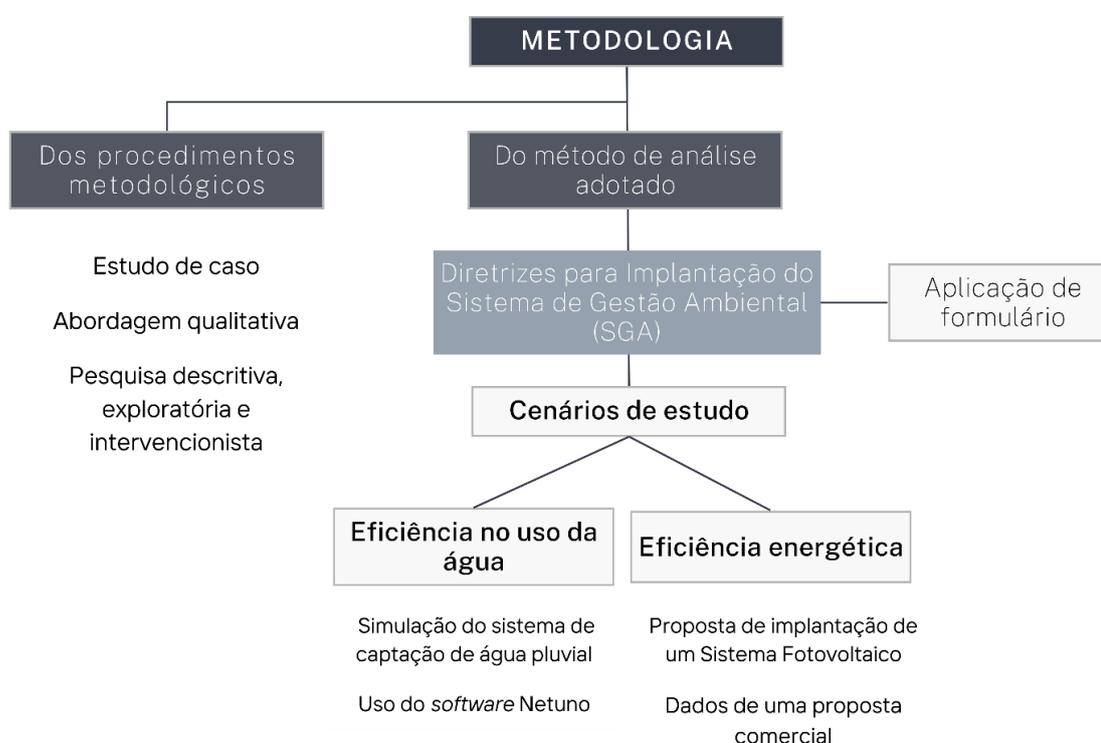
Convém considerar que a conservação de energia, como conceito socioeconômico, tanto no uso final como na oferta de energia, está apoiada em duas ferramentas, para conquistar sua meta: mudança de hábitos e eficiência energética.

Nesse cenário, o presente trabalho busca alternativas de eficiência para produção com menor gasto de energia e busca maneiras de utilizá-la de forma eficiente, econômica e sustentável. Para tanto, considera-se a modernização de equipamentos no sentido de reduzir o consumo, o uso de lâmpadas econômicas, troca de ar-condicionado de parede por “*invert*”. Em complemento, será realizado o dimensionamento e simulação de painéis fotovoltaicos como projeto sustentável através do uso da energia solar.

4 METODOLOGIA

Este capítulo é dedicado a exploração dos principais procedimentos metodológicos utilizados para a realização da pesquisa, de forma que atendam ao problema principal e aos objetivos propostos. Para tanto, esta seção é composta pela sistematização da pesquisa, caracterização da área de estudo, método da pesquisa, coleta e análise dos dados. O fluxograma da Figura 2 retrata a metodologia adotada no presente estudo.

Figura 2 – Fluxograma da metodologia adotada



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

4.1 Dos procedimentos metodológicos

Este trabalho tem uma abordagem fundamentalmente qualitativa. Quanto aos fins a pesquisa classifica-se como descritiva e exploratória, mediante estudo de caso realizado por meio de visita técnica ao Campus Edvaldo de Souza do Ó da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Gil (2011) esclarece que o estudo de caso é caracterizado por um estudo profundo e exaustivo de um ou pouco objetos, de uma maneira que permita seu conhecimento amplo e detalhado, o que outros tipos de delineamento não permitiriam.

Mas tendo como premissa que a pesquisa acadêmica deve gerar benefícios à sociedade e não apenas para o ambiente acadêmico, a presente pesquisa buscou uma abordagem intervencionista, propondo soluções para os problemas encontrados.

A pesquisa intervencionista, também considerada como uma vertente da pesquisa-ação, é referenciada como uma técnica que pode produzir resultados relevantes, pois dado que o objetivo é juntar a teoria com a prática, utiliza-se da técnica de estudar o objeto em sua prática cotidiana, mas sempre com o propósito de gerar contribuições teóricas relevantes (WESTIN; ROBERTS, 2010).

Considerando que um dos objetivos foi propor diretrizes para implantação do SGA na UEPB, utilizamos o estudo de Tauchen e Brandli (2006) e de Alves (2020) como base. A presente pesquisa enviou um questionário para levantamento preliminar de dados, o qual permitiria identificar a percepção dos representantes das comissões de sustentabilidade quanto às ações institucionais de sustentabilidade voltadas às dimensões do sistema universitário. No quadro a seguir apresenta-se as questões utilizadas.

Quadro 4 – Perguntas aplicadas durante o levantamento preliminar de dados

DIMENSÃO	DEFINIÇÃO PARA ENTREVISTA	AUTORES DE REFERÊNCIAS
Diretrizes institucionais	Avaliar o conhecimento sobre compromisso sustentável, verificar se há estratégia verde / ambiental; políticas de sustentabilidade; política de igualdade e diversidade; política para melhorar o desenvolvimento sustentável e qualidade de vida; política de: energia sustentável, mobilidade e alimentação; ações alinhadas aos ODS. Ex: políticas, visão, missão, Declarações de compromissos Internacionais/nacionais, acordos, termos, ODS, PLS.	Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018) e Berchin (2017).
Perguntas		
1 - A UEPB segue políticas públicas de sustentabilidade (âmbito nacional, internacional, acordos, pactos)? SIM/NÃO, comente a respeito dos compromissos formais da UEPB com a sustentabilidade.		
DIMENSÃO	DEFINIÇÃO PARA ENTREVISTA	AUTORES DE REFERÊNCIAS
Operações do campus	Analisar se há monitoramento do uso: de energia e eficiência energética redução de gases de efeito estufa, gestão de resíduos (reciclagem de resíduos), monitoramento do uso da água e otimização do uso da água (coleta de água da chuva para uso em banheiros, bebedouros, torneiras automáticas, otimização da irrigação); compra de alimentos (certificações de produtos, avaliação dos aspectos de sustentabilidade nas aquisições, alimentos sustentáveis); transporte (incentivo ao uso de bicicletas, redução de deslocamento de pessoal e incentivo à carona, promoção do transporte sustentável); acessibilidade para pessoas com	Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).

	deficiência; fomento as condições de igualdade e diversidade.	
	Ex: Monitoramento dos recursos naturais, compras sustentáveis, transporte, acessibilidade e diversidade.	
Perguntas		
2 - Quais são e/ou foram as iniciativas de implementação da sustentabilidade nas operações (atividades) do campus/ instituição?		
DIMENSÃO	DEFINIÇÃO PARA ENTREVISTA	AUTORES DE REFERÊNCIAS
Experiências de vida no campus	<p>Identificar a existência de capacitações, workshop, palestras com a participação de alunos, professores especialistas, servidores, partes interessadas; promoção de projetos sustentáveis dentro da instituição.</p> <p>Ex: Feiras de artesanatos, livros, apresentações, ações sociais, políticas ou outras.</p> <p>Ex: Servidores técnicos e docentes (áreas especializadas), alunos, grupos de pesquisas, comunidade, ONG.</p>	Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).
Perguntas		
3 - Quais são as ações/eventos realizados no campus que promovem uma cultura de sustentabilidade?		
4 - Como é a participação interdisciplinar, quais são os interessados que participam no planejamento das ações do programa de gestão da sustentabilidade no seu campus/ instituição?		
DIMENSÃO	DEFINIÇÃO PARA ENTREVISTA	AUTORES DE REFERÊNCIAS
Ensino (Educação e Educar educadores)	<p>Identificar e compreender como foi o processo de curricularização e capacitação; perceber se existe o atendimento do elemento educar os educadores.</p> <p>Ex: Identificar se existe programas orientados para a sustentabilidade, cursos introdutórios aos egressos, cursos de graduação, mestrado, doutorado sobre sustentabilidade. Ex. criação de Cursos, eixos, capacitação, Palestras, grupos de estudos etc.</p>	Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).
Perguntas		
5 – Existe ou há pretensão de elaboração de estratégias para implantação da sustentabilidade no plano pedagógico dos cursos?		
DIMENSÃO	DEFINIÇÃO PARA ENTREVISTA	AUTORES DE REFERÊNCIAS
Pesquisa	<p>Identificar o fomento à pesquisa; se existe desenvolvimento de indicadores e ferramentas de avaliação da sustentabilidade para organizações da sociedade civil, patentes de pesquisas, financiamento para pesquisa, bolsas de estudos na área; publicações dos docentes, incentivo a publicação, valorização dos pesquisadores.</p> <p>Ex. Bolsas, parcerias, projetos, eventos, editais, premiações.</p>	Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).
Perguntas		

6 - Quais são as políticas ou ações para o incentivo e fomento (financiamento) à pesquisa para a promoção da sustentabilidade?

DIMENSÃO	DEFINIÇÃO PARA ENTREVISTA	AUTORES DE REFERÊNCIAS
Extensão (Alcance e colaboração)	<p>Compreender as ações de compartilhamento, disseminação do conhecimento na instituição, nas ações com a comunidade, nos projetos de extensão e colaboração. Verificar se há equipe acadêmica envolvida em conselhos consultivos de atividades sobre sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável, promoção de redes interdisciplinares. Intercâmbio de programas sobre sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável, workshops e congressos, seminários, projetos com comunidade, campanhas internas ou nacionais, teatros ou outras ações.</p> <p>Ex: colaboração com outras instituições de ensino superior, eventos públicos, feiras, artesanatos, espetáculos, parcerias com a sociedade, atividades conjuntas de pesquisa com outras IES.</p>	Cortese (2003), Lozano (2003), Lozano <i>et al.</i> (2013), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).

Perguntas

7 – Há algum planejamento na instituição para que haja uma promoção da sustentabilidade de forma conjunta e efetiva entre os diversos campi para a implantação da sustentabilidade? e com a comunidade/sociedade em geral?

DIMENSÃO	DEFINIÇÃO PARA ENTREVISTA	AUTORES DE REFERÊNCIAS
Avaliação, desempenho e elaboração de relatórios	<p>a) Identificar os modelos e métodos de avaliação, as estratégias, os instrumentos e ferramentas de avaliação da sustentabilidade, e se são acessíveis para a sociedade.</p> <p>Ex: avaliação por indicadores, por ações, relatórios, sistemas de gestão. Identificar se há informações no site, página específica e se o acesso é fácil.</p> <p>Ex: publicação em sites, se a IES participa de um ranking.</p> <p>b) Analisar a percepção sobre a integração entre as dimensões. Identificar pontos fracos e fortes, potenciais ações.</p>	Lozano <i>et al.</i> (2013), Disterheft <i>et al.</i> (2016), Guerra <i>et al.</i> (2018), Berchin (2017).

Perguntas

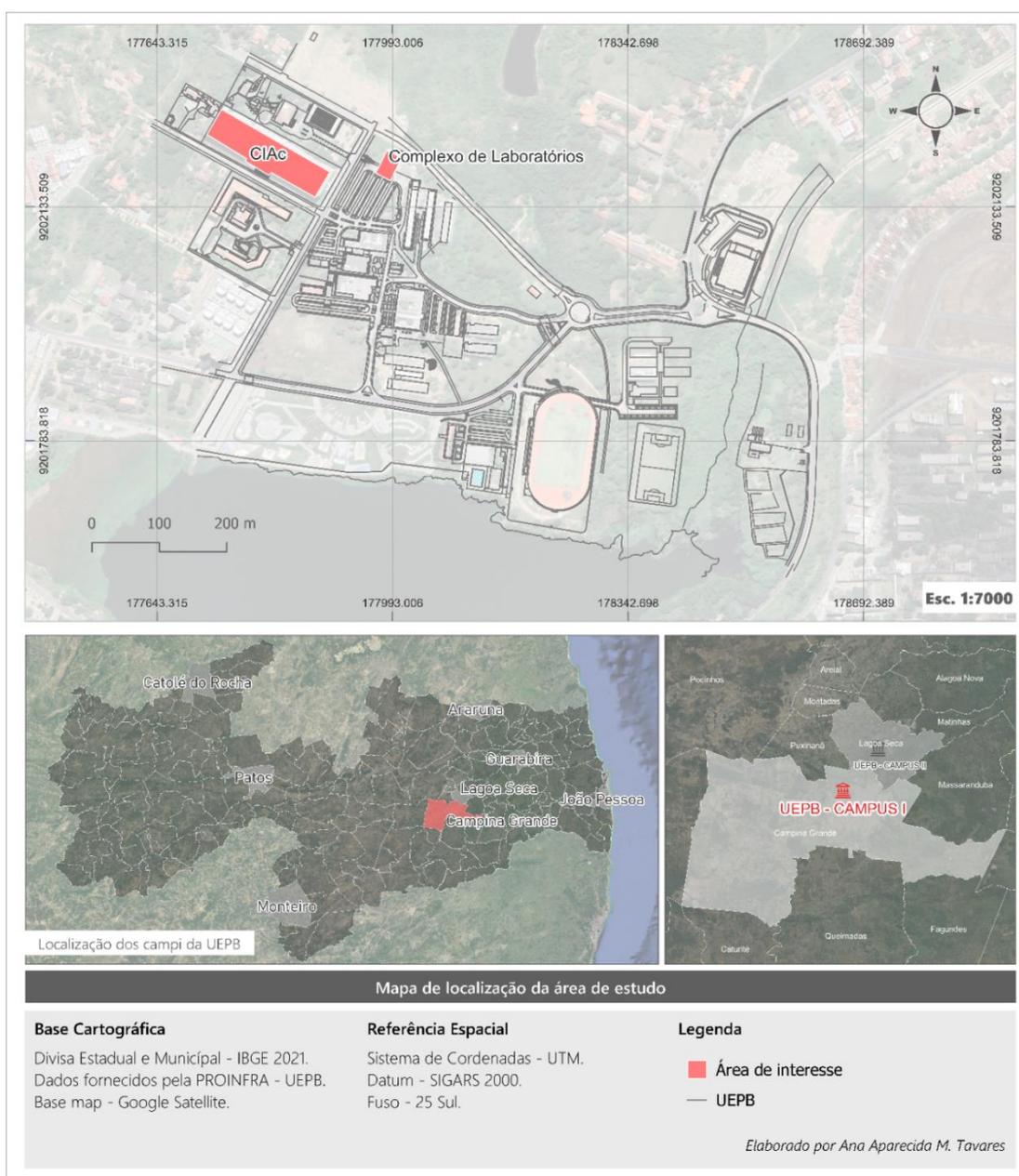
8 – No que se refere a utilização de modelos e métodos para avaliação das estratégias que visam a implantação e manutenção da sustentabilidade, há interesse da UEPB em desenvolvê-las? SIM/NÃO, comente a respeito se ela tem a pretensão de tornar disponível ao acesso livre essas informações.

Fonte: Adaptado de Santos, 2020.

4.2 Caracterização da área de estudo

A área de estudo está situada no Município de Campina Grande no Estado da Paraíba, inserida entre as coordenadas geográficas de 7°13'50'' Sul do Equador e 35°52'52'' Oeste de Greenwich, com altitude média de 530 m em relação ao nível do mar, e clima quente com média de 26°C, no entanto menos árido que o predominante na maioria das cidades interioranas do estado (PMSB, 2014).

Figura 3 – Mapa de localização dos objetos de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

4.2.1 *Central de Integração Acadêmica (CIAC)*

Segundo Souza (2017), a construção da CIAC foi finalizada em agosto de 2012, quando o prédio foi entregue à comunidade universitária com o propósito de concentrar, no campus, a maioria dos cursos da UEPB que funcionavam em prédios localizados em outros bairros da cidade.

Ainda segundo o mesmo autor, a edificação tem forma retangular e acesso principal na fachada sul. Em relação as dimensões em planta possui 190,0 m de comprimento por 42,0 m de largura, sendo constituído de cinco pavimentos: um térreo e quatro pavimentos superiores. Os pavimentos superiores são ocupados quase que totalmente por salas de aula. Atualmente, o edifício encontra-se em reforma, com a construção de mais 1 pavimento destinado ao auditório central (Figura 4).

Figura 4 – Central de Integração Acadêmica (CIAC)



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

4.2.2 *Complexo de Laboratórios do Centro de Ciências e Tecnologia (CL-CCT)*

A inauguração do CL-CCT ocorreu no dia 15 de março de 2019. A edificação possui 2 pavimentos com 17 laboratórios, 1 auditório, sala de apoio, sala para monitores e duas salas específicas para materiais (uma de vidraçaria e outra de reagentes), banheiros feminino e masculino, além de uma sala para professores ocupando assim uma área de 1.237,20 m² (LOPES, 2019).

Figura 5 – Complexo de Laboratórios do Centro de Ciências e Tecnologia



Fonte: UEPB, 2019.

4.3 **Do método de análise adotado**

Para condução da pesquisa, foram adotados cenários destinados à tomada de decisão. Esse trabalho vislumbra o horizonte temporal do retorno das aulas presenciais e se dedica primordialmente ao estudo das ações tecnológicas, sendo considerados dois cenários de estudo: eficiência no uso da água e eficiência energética.

4.3.1 *Cenário 1: eficiência no uso da água*

A utilização de fontes alternativas em edificações pode trazer reduções significativas na demanda de água. Dentre as possibilidades de utilização de fontes alternativas de água não potável em uma edificação, destacam-se o reúso de água (cinza e negra), aproveitamento da água pluvial, água clara e água de rebaixamento de lençol freático (NBR 16783, 2019). Dentre elas, iremos abordar o sistema de captação de água de chuva.

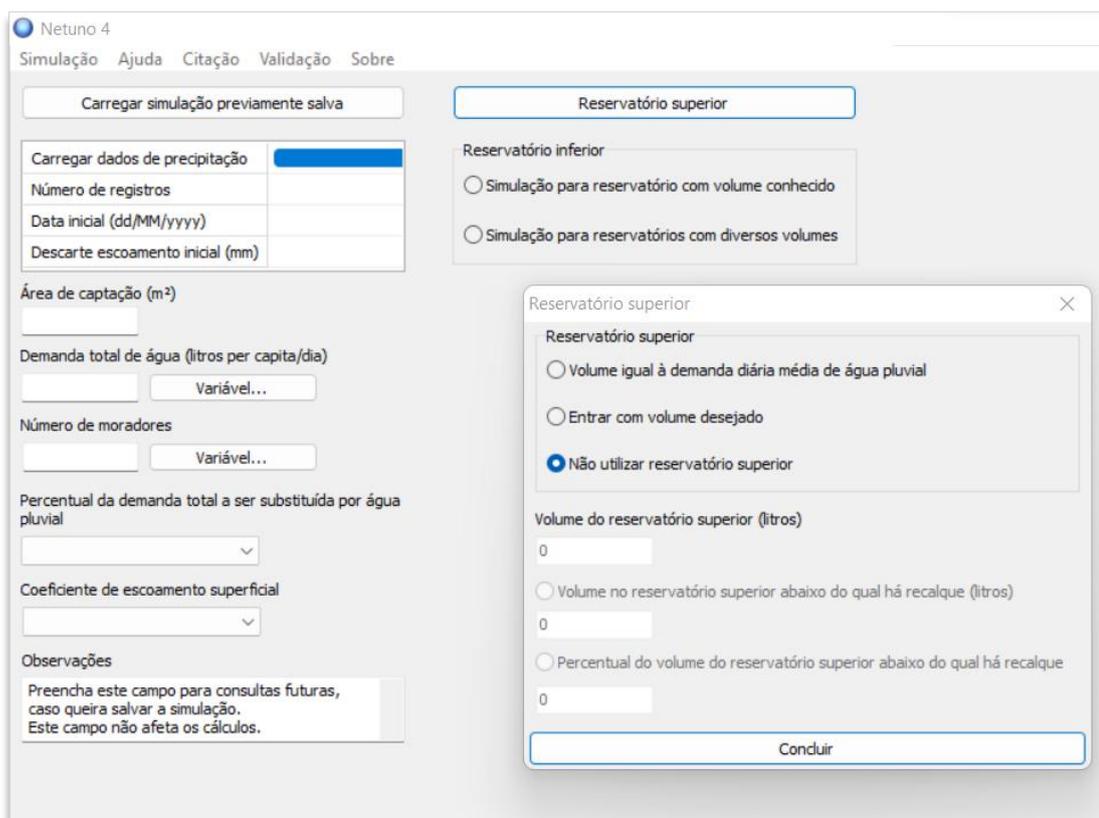
Para estimar o potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial para usos de fontes alternativas de água não potável em edificações, utilizou-se o *software* Netuno, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina - PPGEC/UFSC.

Segundo Rocha (2009), esse *software* é utilizado para simulação de sistemas de captação de águas pluviais. A metodologia utilizada baseia-se em modelos comportamentais e através desses dados permite uma modelagem adequada do sistema, apresentando os resultados como a relação entre o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial e a capacidade do reservatório, o volume extravasado de água pluvial, entre outros. Portanto, permite a realização de análises econômicas para o sistema simulado e pode-se obter estimativas precisas dos custos e economias envolvidos.

4.3.1.1 *Simulação do sistema de captação de água pluvial - software Netuno*

Para realizar a análise, são necessários os seguintes dados de entrada: período para análise, taxa de inflação, tarifas de cobrança de água potável, custos de construção e manutenção do sistema e taxa mínima de atratividade do investimento. Os dados de saída disponíveis para o usuário são: o tempo de retorno do investimento, também conhecido como *payback* corrigido, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno.

O volume de reservatório inferior é um dado de entrada do programa que precisa ser adotado e este deve ser maior que a demanda diária de água pluvial para suprir o consumo diário e manter uma reserva para épocas de baixa precipitação pluviométrica. Na figura a seguir apresenta a interface inicial do *software*.

Figura 6 – Interface do *software* Netuno

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A demanda diária de água pluvial é calculada pelo próprio programa Netuno, conforme mostra a Equação 1:

$$D_{\text{pluvial}} = C_{\text{diário per capita}} \cdot P \cdot AP \quad (\text{Equação 1})$$

onde,

D_{pluvial} é a demanda diária de água pluvial (litros/dia);

$C_{\text{diário per capita}}$ é o consumo diário de água potável per capita (litros/dia/pessoa);

P é a população total ou número de usuários na edificação; e

AP é o percentual de água potável que poderia ser substituída por água pluvial (%).

Dessa forma, os dados de precipitação diária para a cidade de Campina Grande foram obtidos no site da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram considerados os dados fornecidos

pela Estação Pluviométrica Campina Grande-Sandra Cavalcante (código 735209), durante o período de 1994 a 2018.

A área de captação de água pluvial é dada, segundo a NBR 10844 (ABNT, 1989), pela soma das áreas das superfícies que, interceptando a chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação representada pela projeção horizontal da cobertura da edificação. No caso em estudo, para obter as dimensões, utilizou-se as plantas baixas das edificações fornecidas pela Pró-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA). As áreas de captação da CIAc e do CL-CCT são, respectivamente, 6.162,00 m² e 938 m².

Realizou-se o levantamento do consumo através das contas de água fornecidas pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, a CAGEPA, com a finalidade de determinar a demanda total de água.

Pacey e Cullis (1996) *apud* Rocha (2009) consideram como boa estimativa, um coeficiente de escoamento superficial igual a 0,80 para representar perdas de 20% no volume de água pluvial precipitado, portanto, este foi o valor adotado para análise e as coberturas das edificações são em fibrocimento. No entanto, diversos autores sugerem valores em função do tipo de material da superfície de captação (HAUGHT e WYCKOFF, 2006; KHAN, 1995; WATERFALL, 2004), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficiente de escoamento superficial para diferentes materiais da superfície de captação

Material	Coeficiente	Fonte
Telha cerâmica	0,80 a 0,90	Frasier (1975) e Hofkes (1981) <i>apud</i> May (2004)
	0,75 a 0,90	Vaes e Berlamont (1999) <i>apud</i> May (2004)
	0,56	Khan (1995)
	0,60	Haught e Wyckoff (2006)
Telha metálica	0,70 a 0,90	Frasier (1975) e Hofkes (1981) <i>apud</i> May (2004)
	0,90 a 0,95	Waterfall (2004)
	0,85	Khan (1995)
Telha esmaltada	0,90 a 0,95	Vaes e Berlamont (1999) <i>apud</i> May (2004)
	0,85	Haught e Wyckoff (2006)
Telha de amianto	0,80 a 0,90	DTU (2002)
Telhado de palha	0,39	Khan (1995)
Telhado verde	0,27	Khan (2001) <i>apud</i> Tomaz (2003)

Alumínio	0,85	Haught e Wyckoff (2006)
Plástico	0,94	Khan (2001) apud Tomaz (2003)
Placa de pedra	0,80	Khan (1995)

Fonte: Rocha, 2009.

4.3.2 *Cenário 2: Eficiência Energética*

4.3.2.1 *Dimensionamento de Painéis Fotovoltaicos – Simulação*

Para realizar o dimensionamento do sistema fotovoltaico, Oliveira (2018) recomenda que sejam utilizados os dados referentes aos últimos 12 meses do local onde o sistema será instalado. Entretanto, devido à pandemia, o retorno às aulas presenciais na instituição ocorreu no dia 25 de abril de 2022. Assim, o período considerado para análise foi entre os meses de maio e junho do mesmo ano.

Geralmente os geradores fotovoltaicos são constituídos por módulos fotovoltaicos associado em série, até conseguir a tensão desejada. Posteriormente, é feita a associação em paralelo das várias associações feitas em série, até conseguir a corrente elétrica desejada.

De forma geral, a dimensão do gerador fotovoltaico é caracterizada por sua potência nominal, que é expressa em kWp, que corresponde à multiplicação da quantidade de módulos fotovoltaicos pela potência individual do módulo utilizado no projeto. Porém, a potência que é fornecida por esses sistemas varia de acordo com as condições a que estão submetidos, como a irradiação solar diária e a temperatura ambiente.

Para evitar que o aproveitamento seja abaixo do esperado e para estimar o potencial de geração de energia na área em que o sistema fotovoltaico será instalado, realizou-se a medição da radiação solar pelo *software SunData* v 3.0, através dos dados obtidos pelo Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB).

O *software SunData* destina-se ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional. É uma ferramenta fornecida pelo CRESESB para apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Esse programa foi atualizado com o banco de dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª Edição, que foi produzido pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do seu Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN) (CCST/LABREN/INPE, 2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção tem por objetivo apresentar os resultados encontrados com o desenvolvimento do estudo. Para tanto, apresentam-se algumas diretrizes para a implantação do Sistema de Gestão Ambiental na instituição. Em seguida, são apresentados os resultados para cada cenário de estudo: eficiência no uso da água e eficiência energética.

5.1 Diretriz para implantação do SGA na UEPB

Considerando que um dos objetivos foi propor diretrizes para implantação do SGA na UEPB, foi utilizado o estudo de Tauchen e Brandli (2006) e de Alves (2020) como base. Para tanto, o instrumento de coleta de dados foi o questionário virtual apresentado na metodologia (Quadro 4), divulgado para os representantes da Comissão de Sustentabilidade por meio de e-mails. Todavia, durante o período de coleta, houve ausência de respostas, impossibilitando que o mesmo cumprisse seu objetivo.

A UEPB tem desenvolvido várias ações de responsabilidade socioambiental, a exemplo da adesão ao programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), o programa de arborização “Adote uma Árvore”, o programa de reciclagem e gestão de resíduos, os projetos e programas que estimulam o uso consciente da água para o desenvolvimento da região, entre outras iniciativas. Mas em comparação às ações desenvolvidas em várias universidades de referência, ainda são muitas as ações que a UEPB necessita implantar para se tornar modelo de IES sustentável.

No processo de pesquisa, foi possível identificar estudos sobre as iniciativas e boas práticas de universidades que desenvolvem um SGA, visando a certificação ISO 14001. Em geral, a concepção desse sistema faz-se importante está baseada no ciclo PDCA. A Figura 7 apresenta uma proposta de procedimentos para implantar um modelo de gestão ambiental e demonstra, de forma sucinta, as principais etapas desse processo.

Faz-se importante considerar, o levantamento dos requisitos legais e aspectos ambientais da atividade exercida pela IES como etapa preliminar à definição da Política Ambiental de um campus. Um fator considerável é a realização da auditoria ambiental para indicar melhorias onde necessário e o diagnóstico dos impactos diretos ou significativos para o ambiente.

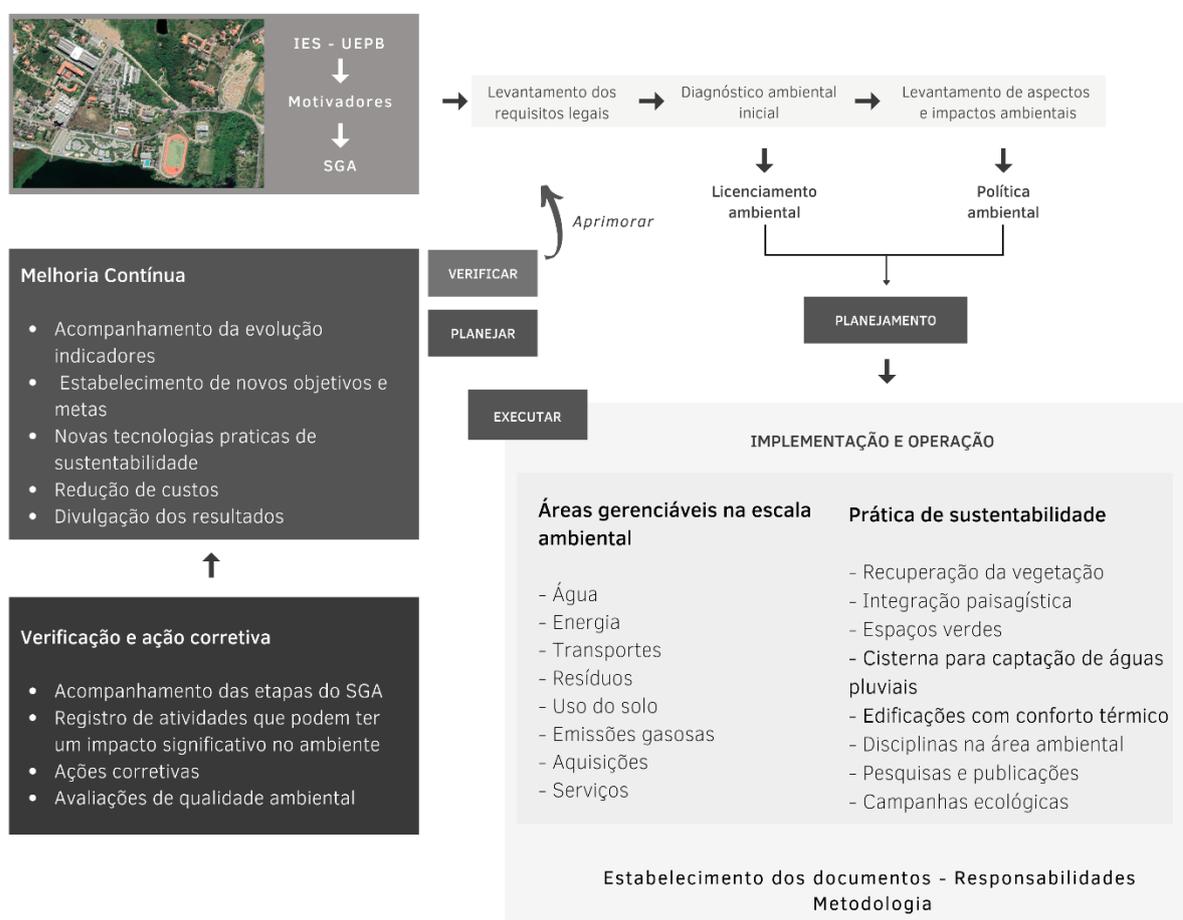
É de fundamental importância avaliar e determinar quem será responsável por cada etapa do processo, quais as mudanças físicas necessárias e, principalmente, qual a receita

disponível para investir nesse projeto de melhoria. Assim, a próxima seção apresenta algumas das ações tecnológicas que a instituição pode aderir para as edificações existentes e futuras como alternativas sustentáveis.

Por último, mas não menos importante, pode ser aplicado o ciclo do PDCA, e a cada encerramento, faz-se necessária uma análise crítica sobre o que foi melhorado, se a política ambiental foi seguida e se o SGA conseguiu atingir seus objetivos.

Considerando que se trata de um ciclo, o objetivo principal é a melhoria contínua do SGA, assim é importante seguir o monitoramento das ações e realizar novas análises após a execução do PDCA e avaliar novamente os recursos disponíveis para melhorar o processo.

Figura 7 – Proposta de procedimentos para implantar um modelo de gestão ambiental



Fonte: Adaptado de Tauchen e Brandli, 2006.

5.2 Análise dos cenários de estudo

As análises realizadas nesta pesquisa envolvem o estudo das ações tecnológicas considerando os componentes econômicos e ambientais das alternativas propostas. É importante citar que o retorno às aulas presenciais altera consideravelmente o consumo de água e energia e, conseqüentemente, os valores em estudo.

Para melhor compreensão, é apresentada em anexo a planilha com a relação dos valores obtidos para antes e após o retorno às aulas, isto é, de janeiro a abril e de maio a junho que compreendem, respectivamente, segundo o calendário acadêmico da instituição, o período 2021.2 e o período 2022.1.

A seguir, serão apresentadas a justificativa de cada cenário de estudo, o dimensionamento dos sistemas e o estudo de viabilidade de cada alternativa.

5.2.1 Eficiência no uso da água

Entre as atividades que normalmente utilizam água na rotina das várias tipologias de edifícios, há importantes demandas que não requerem água com padrão de potabilidade, como irrigação paisagística, lavagem de pisos e veículos, descarga de bacias sanitárias e sistemas de refrigeração à água. Usualmente, essas demandas são supridas por água potável, competindo com usos mais nobres, como o consumo humano.

Conforme cita a NBR 16783 de 2019, o uso de fontes alternativas de água não potável em edificações é uma das possíveis soluções a serem aplicadas nesse cenário. A seguir é apresentado o sistema de captação de água pluvial, projetado para o complexo de laboratórios do CCT, por meio de simulação realizada no *software* Netuno.

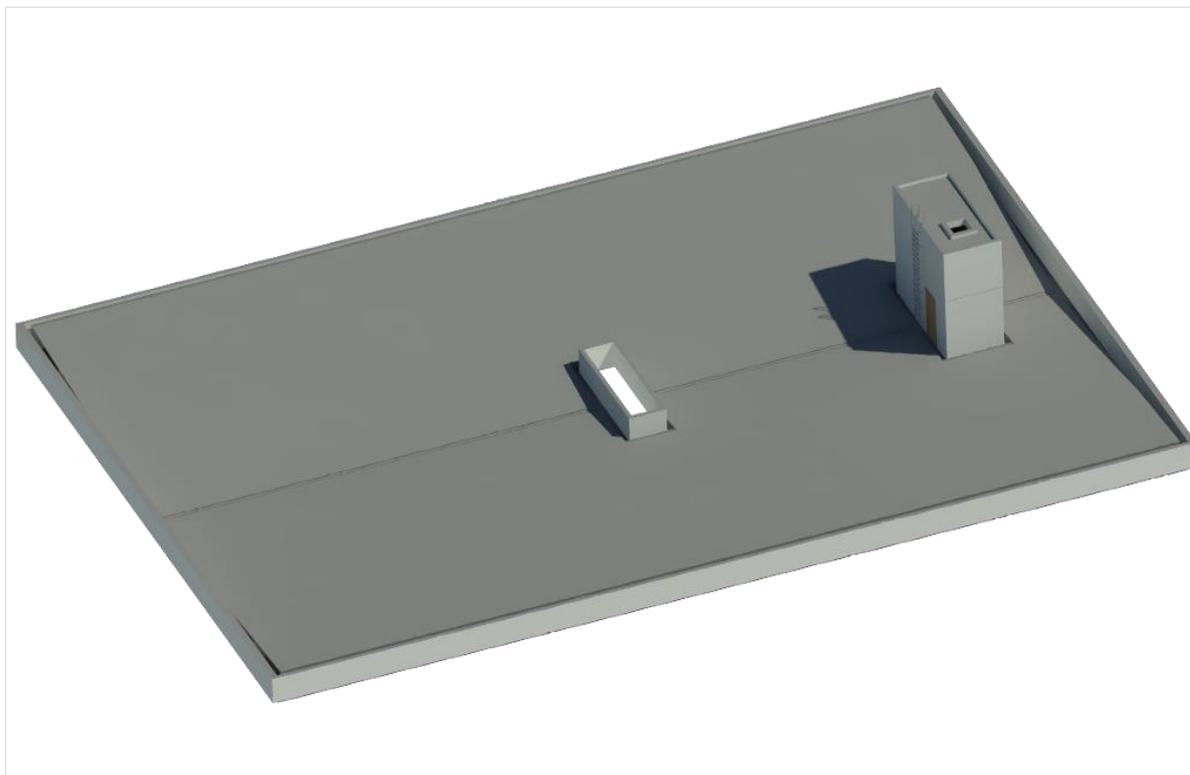
5.2.1.1 Simulação do sistema de captação de água pluvial

Em visita em campo foi confirmada a existência do sistema de captação de água pluvial para reuso interno na edificação do prédio da CIAC. Segundo informações e documentos fornecidos pela PROINFRA, a água coletada é utilizada para a descarga de bacias sanitárias. Em tempos de escassez hídrica e estação seca, a demanda é suprida pela rede de abastecimento.

Como possíveis alternativas sustentáveis já existente que poderiam também serem adotadas medição individualizada em edifícios, instalações prediais que reduzam o consumo (aparelhos poupadores), reuso de água, sistemas automatizados de monitoramento e entre outros.

O dimensionamento do sistema de captação de água pluvial será apenas para o CL-CCT. A cobertura da edificação é representada na figura a seguir.

Figura 8 – Representação da cobertura do Complexo de Laboratórios do CCT



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

O percentual de água potável que poderia ser substituída por água pluvial foi estimado através da soma dos percentuais dos usos finais de água das atividades consideradas para fins não potáveis (Travasso, 2018), totalizando 48,26%.

O coeficiente de aproveitamento pode ser definido em função do coeficiente de escoamento superficial da área de captação, também conhecido como coeficiente de runoff, e pela eficiência do sistema de captação (ABNT, 2007). Assim, o coeficiente estimado é igual a 0,80 para representar as perdas de 20% no volume de água pluvial precipitado. Foi considerado durante a simulação o reservatório superior existente de 16 m³ o qual se encontra em funcionamento.

O número de usuários na edificação foi estimado utilizando o número de laboratórios (17) e de salas (28) do CL-CCT e a quantidade média de pessoas por ambiente. Contudo, foi considerada uma margem de 67% da ocupação da edificação, uma vez que a frequência da maior parte dos usuários é relativa à demanda das atividades extracurriculares e a disciplinas

experimentais, não sendo ocupado durante o horário convencional de funcionamento como nas demais edificações.

O consumo diário *per capita*, dividindo-se o consumo total diário real, conforme fatura emitida pela CAGEPA, considerando apenas o consumo do complexo de laboratórios, 7542,5 litros pelo número de usuários na edificação (300 pessoas), obteve-se um total de 25,07 litros *per capita*/dia. O número de usuários foi baseado na estimativa de pessoas por espaço e tempo de permanência no ambiente.

O volume ideal do reservatório de acumulação de água pluvial e o seu respectivo potencial de economia de água potável foram obtidos por meio do programa Netuno. A Tabela 2 apresenta os dados de entrada adotados.

Tabela 2 – Dados de entrada utilizados no programa Netuno

Dados de entrada	
Consumo diário <i>per capita</i> de água potável	25,07 litros/dia/pessoa
Área de captação do telhado	938 m ²
Usuários da edificação	300 pessoas
Coefficiente de perdas	0,20
Período de precipitação pluviométrica diária	1994 a 2018
Usos finais de água com fins não potáveis (%)	48,26%

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A demanda diária de água pluvial calculada pelo programa Netuno foi de 3.629,63 litros/dia. Desse modo, iniciaram-se as simulações com 16000 litros de volume máximo para o reservatório inferior de água pluvial, considerando assim o mesmo volume do reservatório superior existente. Em seguida, para a escolha do volume de reservatório inferior utilizou-se um intervalo de 1000 litros para simular o volume adequado.

Figura 9 – Interface do *software* Netuno com os dados para simulação

Netuno 4
Simulação Ajuda Citação Validação Sobre

Carregar simulação previamente salva

Carregar dados de precipitação: ALELUIA.csv
Número de registros: 9131
Data inicial (dd/MM/yyyy): 01/01/1994
Descarte escoamento inicial (mm): 1

Área de captação (m²): 938
Demanda total de água (litros per capita/dia): 25,07 Variável...
Número de moradores: 300 Variável...
Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial: Outro valor 48,26
Coeficiente de escoamento superficial: 0,8 (80% de aproveitamento)

Observações

Reservatório superior

Reservatório inferior

Simulação para reservatório com volume conhecido
 Simulação para reservatórios com diversos volumes

Intervalo da simulação
Volume máximo (litros): 16000
Intervalo entre volumes (litros): 1000
 Indicar volume ideal para o reservatório inferior
Diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial (%/m³): 1

Reservatório superior

Reservatório superior

Volume igual à demanda diária média de água pluvial
 Entrar com volume desejado
 Não utilizar reservatório superior

Volume do reservatório superior (litros): 16000
 Volume no reservatório superior abaixo do qual há recalque (litros): 0
 Percentual do volume do reservatório superior abaixo do qual há recalque: 0

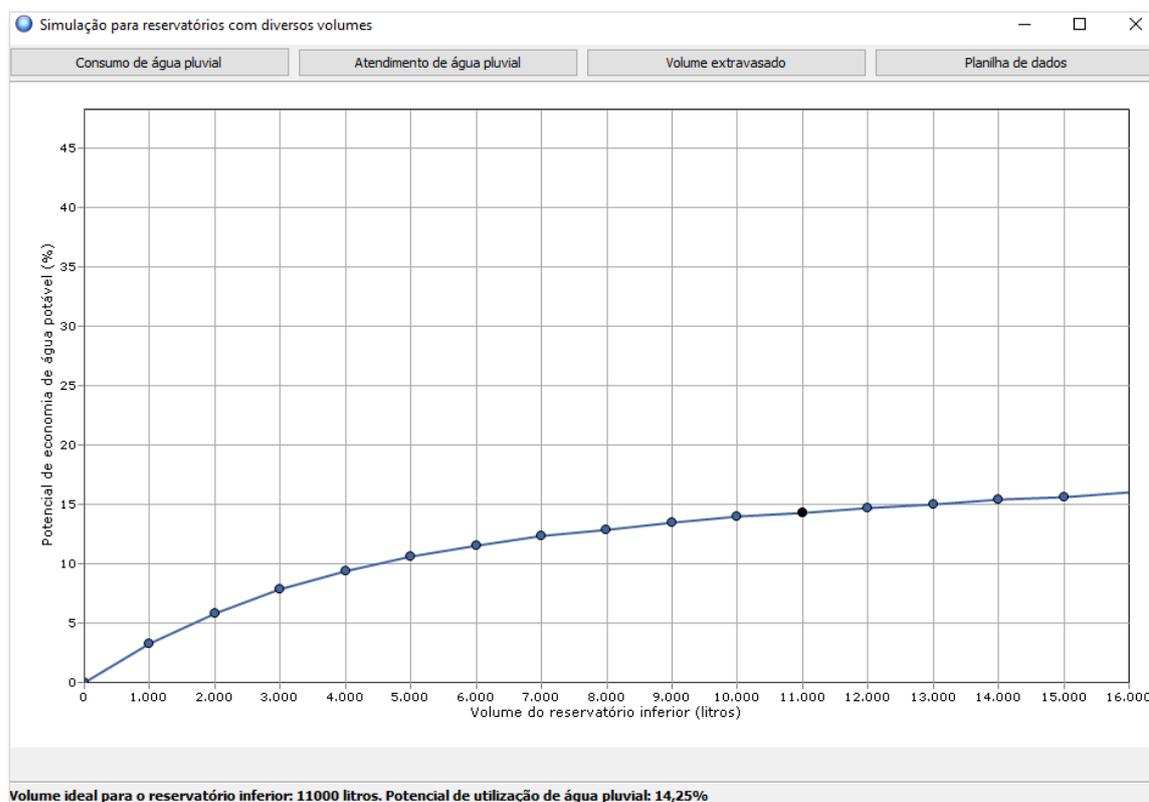
Concluir

Simular
Salvar simulação atual Limpar campos
Análise Econômica

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Os resultados do dimensionamento do volume ideal do reservatório inferior, potencial de economia de água potável e demanda diária de água pluvial estão apresentados na Figura 10.

Figura 10 – Relação potencial de economia de água potável e demanda diária de água pluvial



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Na planilha de dados estão as diferenças entre potenciais de economia. Com estes dados verifica-se como é escolhido o volume ideal para o reservatório inferior. A diferença do potencial de economia entre 9000 e 10000 litros é de 1,01%, enquanto a diferença entre 10000 e 11000 litros é de 0,54%. Como foi definido, anteriormente, o valor de 1% para a escolha do volume do reservatório ideal, este deve ser de 11000 litros, e representa um potencial de utilização de água pluvial em torno de 14,25%, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Planilha de dados com as diferenças entre potenciais de economia e o resultado mensal da simulação para o volume escolhido

Planilha de dados								
Volume (litros)	Potencial de economia de água potável (%)	Volume consumido de água pluvial (litros/dia)	Volume consumido de água potável (litros/dia)	Volume extravasado (litros/dia)	Demanda de água pluvial é atendida completamente (%)	Demanda de água pluvial é atendida parcialmente (%)	Demanda de água pluvial não é atendida (%)	Diferença entre potenciais de atendimento pluvial (%/m³)
0,0	0,00	0,00	7521,00	1580,86	0,00	0,00	100,00	0,00
1000,0	3,29	247,77	7273,23	1333,09	0,00	25,20	74,80	6,83
2000,0	5,86	440,50	7080,50	1140,36	0,00	25,20	74,80	5,31
3000,0	7,81	587,15	6933,85	993,71	0,00	25,20	74,80	4,04
4000,0	9,39	705,93	6815,07	874,93	11,92	18,69	69,39	3,27
5000,0	10,60	797,54	6723,46	783,32	13,46	17,92	68,62	2,52
6000,0	11,55	868,70	6652,30	712,16	15,12	17,17	67,70	1,96
7000,0	12,33	927,45	6593,55	653,41	16,68	16,56	66,76	1,62
8000,0	12,86	967,21	6553,79	613,66	19,18	15,75	65,08	1,10
9000,0	13,50	1015,68	6505,32	565,18	20,30	15,30	64,40	1,34
10000,0	13,99	1052,17	6468,83	528,69	21,57	14,85	63,57	1,01
11000,0	14,25	1071,82	6449,18	509,04	22,59	14,69	62,72	0,54
12000,0	14,71	1106,43	6414,57	474,43	23,46	14,29	62,25	0,95
13000,0	15,03	1130,31	6390,69	450,55	24,28	13,89	61,83	0,66
14000,0	15,39	1157,55	6363,45	423,31	25,19	13,57	61,24	0,75
15000,0	15,64	1176,48	6344,52	404,38	25,96	13,35	60,69	0,52
16000,0	15,99	1202,32	6318,68	378,54	26,71	13,04	60,25	0,71

Resultado mensal da simulação								
Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	9,41	707,49	6813,51	389,32	14,71	11,10	74,19	0,23
Fevereiro	13,12	986,86	6534,14	758,90	21,95	11,47	66,57	0,28
Março	15,69	1180,06	6340,94	915,85	26,32	14,06	59,61	0,34
Abril	20,15	1515,13	6005,87	789,82	33,20	17,87	48,93	0,48
Mai	22,69	1706,34	5814,66	706,44	37,29	19,48	43,23	0,55
Junho	28,10	2113,58	5407,42	1118,89	46,00	23,73	30,27	0,71
Julho	25,27	1900,36	5620,64	822,19	41,68	21,42	36,90	0,65
Agosto	16,60	1248,69	6272,31	305,22	24,52	21,16	54,32	0,46
Setembro	8,24	619,92	6901,08	187,66	11,33	13,33	75,33	0,22
Outubro	3,74	281,14	7239,86	4,40	4,00	7,87	88,13	0,11
Novembro	3,17	238,62	7282,38	32,82	3,73	6,67	89,60	0,10
Dezembro	4,81	361,85	7159,15	104,17	6,45	7,87	85,68	0,13
Média	14,25	1071,82	6449,18	509,04	22,59	14,69	62,72	0,35
Total ano		391213	2,35395E6	185800				

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

5.2.1.2 Módulo de análise econômica

A janela principal do módulo de análise econômica encontra-se na Figura 12. Nessa janela são mostrados alguns dados de entrada definidos.

Figura 12 – Interface da janela principal

The screenshot shows a software window titled "Análise Econômica" with a close button (X) in the top right corner. The interface contains several input fields and buttons:

- Volume do reservatório inferior:** 11000 litros. A button labeled "Modificar volume" is to the right.
- Two buttons: "Definir tarifas de água e esgoto" (highlighted with a blue border) and "Estimativas de consumo de água".
- Inflação (% ao mês):** 0,45
- Reajuste das tarifas de água e energia elétrica (meses):** 12
- Período de análise (anos):** 20
- Taxa mínima de atratividade (% ao mês):** 2
- Mês de instalação do sistema de captação de águas pluviais:** Jan (with a dropdown arrow)
- A section for costs with two expandable categories:
 - Custos iniciais:** Reservatórios / Tubulações / Mão de obra
 - Custos operacionais:** Motobomba, Manutenção / Tratamento de água / Outros
- Two buttons: "Calcular" and "Economia e custos mensais".
- Summary of results:**
 - Valor presente líquido: R\$ 47008,43
 - Tempo de retorno do investimento: 16 meses
 - Taxa interna de retorno: 7,78% ao mês
- A button labeled "Limpar análise econômica" in the bottom right corner.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Vale ressaltar que esta simulação utilizou apenas o volume de 11000 m³ para o reservatório inferior, e este volume é utilizado na análise econômica. Logo o campo Volume do reservatório inferior é preenchido com o valor contido na janela principal do Netuno.

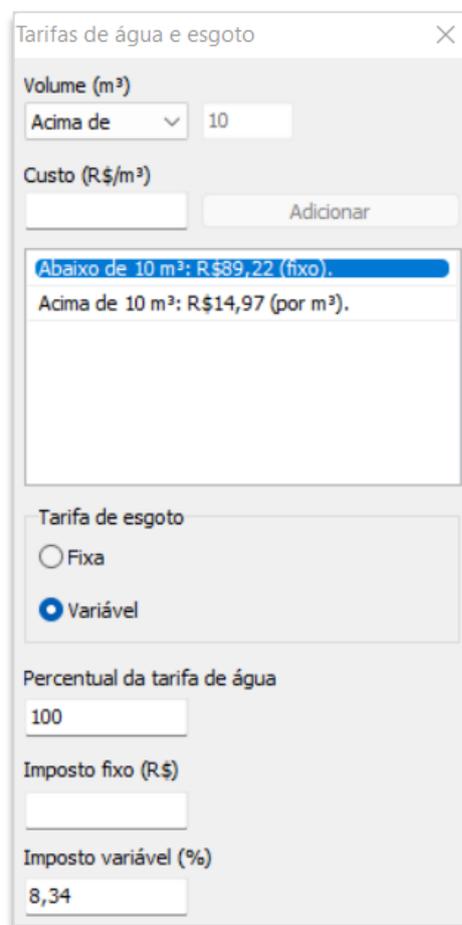
O botão Definir tarifas de água abre uma janela em que o usuário entra com as faixas de consumo e seus respectivos valores (Figura 13). Também há um campo para o percentual de

cobrança da tarifa de esgoto. No caso foi considerada a tarifa de água e esgoto da CAGEPA para uso em estabelecimentos públicos.

Outro ponto que deve ser evidenciado é que atualmente a CAGEPA não possui rede externa coletora de esgotamento sanitário nas mediações do campus, conseqüentemente não há coleta, tratamento e disposição final realizada pela companhia. Sendo assim, os efluentes líquidos gerados no campus recebem o tratamento por fossa séptica, e não há tarifa de esgoto.

Entretanto, recentemente a UEPB firmou uma parceria com CAGEPA, a qual visa a implantação da rede coletora de esgotos do campus I e para as comunidades circunvizinhas. Logo, o presente estudo considerou a tarifa de esgoto levando em consideração a implantação da rede.

Figura 13 – Tarifas de água e esgoto



Tarifas de água e esgoto

Volume (m³)
Acima de 10

Custo (R\$/m³)
Adicionar

Abaixo de 10 m³: R\$89,22 (fixo).
Acima de 10 m³: R\$14,97 (por m³).

Tarifa de esgoto
 Fixa
 Variável

Percentual da tarifa de água
100

Imposto fixo (R\$)

Imposto variável (%)
8,34

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Após serem preenchidos os dados de tarifas de água, é possível utilizar o botão referente a Estimativas de consumo de água (Figura 14). É importante ressaltar que esta planilha é gerada

a partir dos dados de precipitação e dos parâmetros da simulação para o potencial de economia de água potável. Logo, não é o resultado da simulação da análise econômica.

Figura 14 – Estimativas iniciais de consumos e economias de água

Mês	Consumo total mensal (litros)	Consumo de água pluvial (litros)	Consumo de água potável (litros)	Volume de água pluvial recalcado (litros)	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Jan	233150,9999999999	21932,19	211218,81	21990,09	7145,63	6461,59	684,03
Fev	210588	27632,20	182955,80	27609,39	6441,92	5580,11	861,81
Mar	233151	36581,86	196569,14	37622,27	7145,63	6004,69	1140,93
Abr	225629,9999999999	45453,77	180176,23	45078,60	6911,06	5493,42	1417,63
Mai	233151	52896,40	180254,60	53134,36	7145,63	5495,87	1649,76
Jun	225630	63407,50	162222,50	64038,66	6911,06	4933,47	1977,58
Jul	233151	58911,04	174239,96	57059,75	7145,63	5308,28	1837,35
Ago	233151	38709,34	194441,66	38761,80	7145,63	5938,34	1207,29
Set	225630	18597,60	207032,40	18407,06	6911,06	6331,03	580,03
Out	233151	8715,41	224435,59	8715,41	7145,63	6873,80	271,82
Nov	225630	7158,64	218471,36	7158,64	6911,06	6687,79	223,27
Dez	233151	11217,45	221933,55	11637,56	7145,63	6795,77	349,86

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

É possível perceber, através da simulação da análise econômica realizada, como a variação da quantidade de chuvas em um mês afeta o consumo de água pluvial e, conseqüentemente, o valor da conta de água.

Para o campo Inflação, o Netuno considera, para fins de simplificação, que a inflação é fixa durante todo o período de análise. Já para o campo Tarifas de água e energia elétrica considerou-se que ambas as tarifas são reajustadas com o mesmo intervalo de tempo.

O Período de análise corresponde ao tempo (em anos) para o qual serão feitos os cálculos e influencia diretamente o valor presente líquido, tempo de retorno do investimento e taxa interna de retorno. Considerando a vida útil de um sistema de captação de águas pluviais e as incertezas geradas pela inflação fixa no reajuste das tarifas, foi adotado um limite máximo de 50 anos para esse valor.

Na Figura 15 verifica-se a janela correspondente aos custos de construção e manutenção. É importante mencionar, que haverá água a ser recalçada já que durante a simulação realizada optou-se pela utilização de um reservatório superior, assim, outro custo inicial refere-se à motobomba.

Figura 15 – Custos de construção, manutenção e motobomba

The image shows two side-by-side software windows. The left window, titled 'Custos iniciais', contains five input fields for costs in Brazilian Reals (R\$): Reservatório inferior (10000), Reservatório superior (0), Mão de obra (2000), Tubulações (500), and Acessórios (1500). The right window, titled 'Motobomba', contains several parameters: Potência unitária (1/2 CV), Rendimento (%) (60), Vazão (litros/hora) (1800), Tempo de partida (segundos) (5), Custo Unitário (R\$) (400), Tarifa de energia elétrica (R\$/kWh) (0,363840), Imposto fixo (R\$) (0), and Imposto variável (%) (0). Both windows have a 'Concluir' button at the bottom.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Após os custos iniciais, são definidos os custos de manutenção do sistema (Figura 16). Estes custos são fixos, mas se repetem a intervalos regulares.

Figura 16 – Custos operacionais

The image shows a software window titled 'Outros custos operacionais'. It has several input fields on the left: 'Nome do custo operacional', 'Periodicidade (meses)', 'Tipo de custo' (with radio buttons for 'Fixo' and 'Variável (consumo de água pluvial)'), 'Custo (R\$)', and 'Coeficiente angular (R\$/m³)'. On the right, there is a table with the following data:

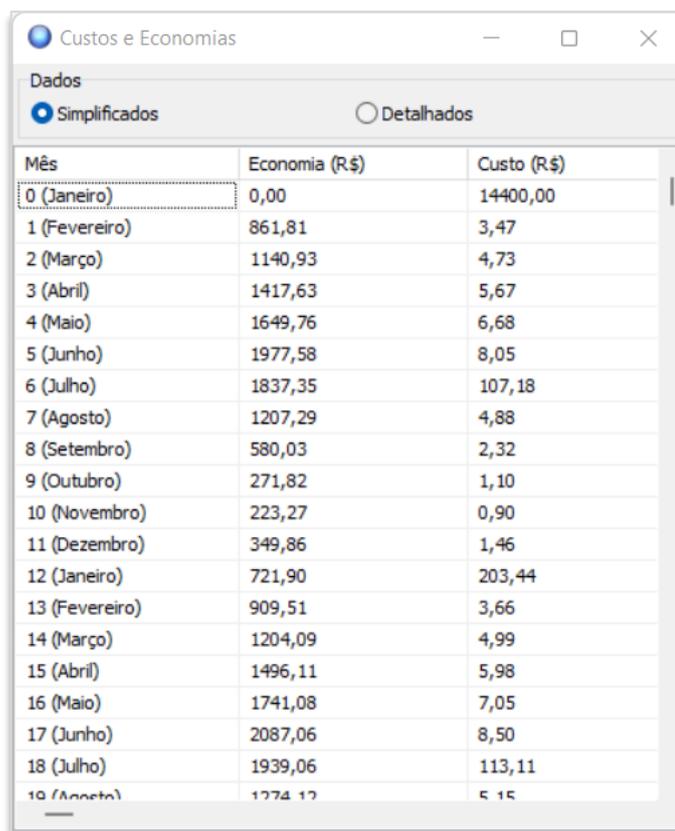
Nome	Período de rep.	Coef. linear	Coef. angular
Manutenção	12	90	0
Tratamento da água	6	100	0

At the bottom of the window, there are buttons for 'Adicionar', 'Editar', and 'Concluir'.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

O botão Economia e custos mensais mostra, de maneira simplificada ou detalhada, a economia e os custos para cada mês do período de análise, contendo os parâmetros e os resultados da análise econômica (Figura 17).

Figura 17 – Economia e custos mensais



Mês	Economia (R\$)	Custo (R\$)
0 (Janeiro)	0,00	14400,00
1 (Fevereiro)	861,81	3,47
2 (Março)	1140,93	4,73
3 (Abril)	1417,63	5,67
4 (Maio)	1649,76	6,68
5 (Junho)	1977,58	8,05
6 (Julho)	1837,35	107,18
7 (Agosto)	1207,29	4,88
8 (Setembro)	580,03	2,32
9 (Outubro)	271,82	1,10
10 (Novembro)	223,27	0,90
11 (Dezembro)	349,86	1,46
12 (Janeiro)	721,90	203,44
13 (Fevereiro)	909,51	3,66
14 (Março)	1204,09	4,99
15 (Abril)	1496,11	5,98
16 (Maio)	1741,08	7,05
17 (Junho)	2087,06	8,50
18 (Julho)	1939,06	113,11
19 (Agosto)	1774,17	5,15

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

O resultado da simulação para análise econômica, contida na parte inferior da Figura 12, contém os seguintes dados:

- Valor presente líquido: R\$ 47008,43;
- Tempo de retorno do investimento: 16 meses;
- Taxa interna de retorno: 7,78% ao mês.

Portanto, com a simulação foi verificado que o valor presente líquido ao final do período de análise (20 anos) é positivo e a taxa interna de retorno é maior que a taxa mínima de atratividade, podendo ser concluído que o sistema de captação de águas pluviais é economicamente viável. São necessários 16 meses para obter o retorno do investimento.

5.2.2 Eficiência energética

5.2.2.1 Proposta comercial de um Sistema Fotovoltaico

O dimensionamento de um sistema fotovoltaico (SFV) é o ajuste entre a energia radiante recebida do sol pelos módulos fotovoltaicos e a necessidade de suprir a demanda de energia elétrica (AFEWORK *et al.*, 2018). Neste tópico serão abordados os resultados referentes ao dimensionamento de um sistema solar conectado à rede elétrica, incluindo o potencial energético, a carga e demanda energética da edificação, escolha dos equipamentos e afins, usando como referência a proposta comercial elaborada por uma empresa especializada neste serviço.

5.2.2.2 Potencial Energético, consumo de energia

A eficiência do sistema e, conseqüentemente, o número de módulos fotovoltaicos para suprir a demanda de energia elétrica estão ligados ao potencial energético do local onde será instalado o sistema solar (AFEWORK *et al.*, 2018). Com isso, foi consultado através do *software SunData v 3.0*, utilizando as coordenadas do endereço da edificação da CIAc (Latitude 7°12'29.3"S e Longitude 35°55'00.9"W), a média de irradiação solar, em kWh/m².dia, no local durante o ano a partir de diferentes ângulos de inclinação (Tabela 3).

Tabela 3 – Média mensal do total diário da irradiação no local de interesse

Mês	Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia]			
	Plano Horizontal (0° N)	Ângulo igual a latitude (7° N)	Maior média anual (4° N)	Maior mínimo mensal (24° N)
Janeiro	5,85	5,61	5,72	4,8
Fevereiro	5,9	5,75	5,82	5,17
Março	5,95	5,95	5,96	5,67
Abril	5,35	5,49	5,44	5,58
Mai	4,66	4,88	4,79	5,21
Junho	4,12	4,36	4,26	4,74
Julho	4,24	4,46	4,37	4,8
Agosto	5,01	5,19	5,12	5,38
Setembro	5,66	5,71	5,7	5,59
Outubro	5,97	5,87	5,92	5,37
Novembro	6,19	5,95	6,06	5,14
Dezembro	5,97	5,68	5,81	4,79
Média Anual [kWh/m².dia]	5,4	5,41	5,41	5,19
Delta	2,07	1,59	1,79	0,93

Base de dados: CRESESB, 2018.

De acordo com Solar (2016), o Nordeste do Brasil é a região do país que apresenta a maior disponibilidade energética solar com 5,9 kWh/m².dia de irradiação média. A média anual de radiação solar da região em estudo é de 5,4 kWh/m².dia, apresentando um grande potencial energético de geração fotovoltaica.

Através das faturas de energia da edificação foi possível identificar que a instituição faz parte do “Grupo/Sub. Grupo: MTV-MOD. Tarifária verde / A4”, isto significa que ela está inclusa no Grupo Tarifário de alta tensão (A), com fornecimento de 2,3 kV a 25 kV.

A Tabela 4 apresenta os valores utilizados para estimar o consumo de energia da edificação e a geração de energia do sistema. Os dados foram obtidos através da fatura emitida pela Energisa durante os meses de janeiro a junho de 2022. Para o dimensionamento do sistema foram utilizados os dados referentes aos meses maio e junho para simular o período de aulas e os demais meses para simular o período de recesso as aulas.

Contudo, após análise, foi identificado que o consumo descrito na conta de energia do CCBS refere-se ao consumo conjunto das seguintes edificações: Complexo de Laboratórios, Centro de Ciências e Tecnologia (Blocos A, B e C), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (Odontologia, Psicologia, Fisioterapia e Bloco Central CCBS) e Praça de alimentação.

Tabela 4 – Fatura emitida pela Energisa Borborema - Distribuidora de Energia S/A

Und. Consumidora	Mês/Ano	Consumo Mensal	Média Diária	Valor da Fatura	Méd. Cons.	Média Fatura
4/226615-3 Central de Aulas I Campus I	jan/22	6.807 kWh	219,59 kWh	R\$ 5.617,88	14.267,83 kWh	R\$ 15.151,04
	fev/22	8.861 kWh	318,47 kWh	R\$ 11.083,93		
	mar/22	8.606 kWh	277,61 kWh	R\$ 9.278,13		
	abr/22	14.042 kWh	468,05 kWh	R\$ 15.633,31	23.645,50 kWh	R\$ 24.646,51
	mai/22	27.230 kWh	878,38 kWh	R\$ 28.454,60		
	jun/22	20.061 kWh	668,69 kWh	R\$ 20.838,41		
4/242234-3 CCBS - Campus I	jan/22	50.275 kWh	1.621,76 kWh	R\$ 38.638,50	67.026,50 kWh	R\$ 55.485,22
	fev/22	56.588 kWh	2.021,00 kWh	R\$ 54.491,54		
	mar/22	67.207 kWh	2.167,97 kWh	R\$ 63.859,64		
	abr/22	62.466 kWh	2.082,20 kWh	R\$ 53.252,67	82.811,50 kWh	R\$ 61.334,49

	mai/22	90.937 kWh	2.933,45 kWh	R\$ 68.162,39		
	jun/22	74.686 kWh	2.489,53 kWh	R\$ 54.506,58		

TOTAL				81.294 kWh	R\$ 70.636,26
--------------	--	--	--	------------	---------------

Base de dados: Energisa, 2022.

Assim, foi realizado um quadro comparativo entre a edificação da CIAC e a conta conjunta das edificações supracitadas. Os dados de entrada utilizados pela empresa que forneceu a proposta comercial se encontram na Tabela 5 e a Tabela 6 apresenta os dados do sistema escolhido.

Tabela 5 – Dados de entrada para simulação inicial do sistema

Unidade de instalação	Consumo kWh/mês	Instalação em telhado	Cidade / Estado	Tarifa Média por kWh	Distribuidora
CIAC	25.184	Fibrocimento	Campina Grande / PB.	R\$ 1,19	Energisa
CCBS	76.391	Fibrocimento	Campina Grande / PB.	R\$ 0,42	Energisa

Fonte: Elaborado pela empresa consultora, 2022.

Tabela 6 – Dados do sistema escolhido

UND. INST.	Painéis	Potência Total	Tipo de Inversor	Área estimada	Tensão
CIAC	JA SOLAR	198,00 KWp	Tradicional	864 m ²	220/380V
CCBS	JA SOLAR	600,60 KWp	Tradicional	2.621 m ²	220/380V

Fonte: Elaborado pela empresa consultora, 2022.

5.2.2.3 Estudo de Viabilidade Payback

Segundo Lopes Junior *et al.* (2017), um estudo de viabilidade econômico-financeira deve ser realizado sempre que um novo projeto esteja em fase de avaliação, ou seja, antes da sua implantação. O grande benefício desse tipo de análise é conseguir visualizar através de projeções e números, o real potencial de retorno do investimento em questão e, portanto, decidir se as premissas estão interessantes.

A média de tempo relacionada ao retorno do investimento é denominado *payback*, considerando que para sistemas de minigeração o *payback* é estimado em no máximo 4 anos.

Com as instalações propostas dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede, objetivando a economia de energia, é possível fazer uma análise financeira do investimento realizado, através dos seguintes dados considerando ambos os quadros:

- **Tempo de vida mínima:** 25 anos
- **Perda de eficiência:** 12 % em 25 anos
- **Preço atual kWh + impostos:** R\$ 0,829

A economia total anual, custo anual de operação, geração média mensal, economia anual estimada e economia mensal estimada para cada cenário de geração, encontra-se disponível em anexo. É importante ressaltar que o custo final do projeto deverá analisar outras variáveis, como a distância do sistema ao local de ligação na rede e o tipo de estrutura do suporte que será utilizada.

Tabela 7 – Dados finais de cada sistema

DESCRIÇÃO	LOCAL	
	CIAc	CCBS
Tempo de Vida	25 anos	25 anos
Inflação	8,00%	8,00%
Perda de eficiência	12%	12%
Economia Anual	R\$ 151.303,79	R\$ 314.362,85
VPL	R\$ 816.217,92	R\$ 1.695.850,35
Taxa de Retorno	11,76%	7,28
Payback	4,5 anos	5 anos e 11 meses

Fonte: Elaborado pela empresa consultora, 2022.

Segundo a proposta financeira o custo de investimento total para implantação do sistema na edificação da CIAc é de R\$ 730.309,42 e para o consumo conjunto das edificações do CCBS é de R\$ 2.213.069,99.

6 CONCLUSÃO

Para que haja êxito na implementação e operação do SGA é necessário que, por um longo tempo, exista compromisso com a permanência das soluções mobilizadas. O SGA exige além de uma articulação prévia, um planejamento estratégico que leve em consideração a realidade local e os atores sociais nela inseridos.

Por fim, a análise de viabilidade das ações tecnológicas elencadas permitiu comprovar a exequibilidade das ações propostas. Neste caso, embora todas as ações tenham se mostrado viáveis ambientalmente (economia de água consumida e uso de energia limpa), e considerando que o investimento irá trazer muitos benefícios diretos, é necessário um estudo referente receita disponível para investir nesse projeto de melhoria.

Como pesquisa futuras é recomendável que se faça estudos mais detalhados do consumo de cada edificação para análise da demanda hídrica e energética.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Renata Travassos de. **Diretrizes para elaboração de plano de uso racional da água em instituições de ensino superior**. Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Andréa Carla Lima Rodrigues. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. **NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. **NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16783: Água da chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro, 2007
- ASSUMPÇÃO, L.F.J. **Sistema de Gestão Ambiental**. Curitiba. 1^a ed. Editora Jaruá, 2004
- BERCHIN, I. I. *et al.* Strategies to promote sustainability in higher education institutions: A case study of a federal institute of higher education in Brazil", **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 18, n. 7, p. 1018-1038, 2017.
- BIZERRIL, M. X. A.; ROSA, M. J.; CARVALHO, T. Construindo uma universidade sustentável: uma discussão baseada no caso de uma universidade portuguesa: avaliação: **Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, Campinas, SP, v. 23, n. 2, p. 424-447, jul. 2018.
- CAGEPA. Estrutura Tarifária da Cagepa. CAGEPA, 2018.
- CAJAZEIRA, J.M.R. **ISO 14001: Manual de Implantação**. Rio de Janeiro. Editora Qualitymark, 1998.
- CAMPOS, Andson Freitas. **Gestão energética e ambiental em instituições de ensino superior da Paraíba: ESTUDO DE CASO DA UFCG**. Orientador: Professor Luis Reyes Rosales Montero. 2018. 116 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.
- CARVALHO, G. O. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma visão contemporânea**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 8, n. 1, p. 789-792, abr. 2019.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITCKE, B. H. **Análise de investimentos**. 5.ed. São Paulo: Vértice: Revista dos Tribunais, 1992.
- CORTESE, A. D. The critical role of higher education in creating a sustainable future. **Planning for Higher Education**, v. 31, n. 3, p. 15-22, mar./may 2003.
- CP-FORPLAD. **Planejamento estratégico em Instituições Federais de Ensino Superior: proposta de processo participativo**. Brasília. 1995.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, V. L. **Uso Eficiente de Água em Campus Universitário: o caso da Universidade Federal de Campina Grande**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - UFCG. Campina Grande. 2013.

IFSC (INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA). **Plano de gestão de logística sustentável do Instituto Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, 2017.

KAMMERS, P. C. **Usos finais de água em edifícios públicos: estudo de caso em Florianópolis**. Relatório de Iniciação Científica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

KAPITULČINOVÁ, D. *et al.* Towards integrated sustainability in higher education: mapping the use of the Accelerator toolset in all dimensions of university practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 4367-4382, 2018.

LEAL FILHO, W. *et al.* Identifying and overcoming obstacles to the implementation of sustainable development at universities, **Journal of Integrative Environmental Sciences**, v. 14, n. 1, p. 93-108, 2017.

LOZANO, R. Envisioning sustainability three-dimensionally. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 17, p. 1838-1846, 2008.

LOZANO, R. *et al.* A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey, **Journal of Cleaner Production**, v. 108, Part A, p. 1-18, 2015.

LOZANO, R. *et al.* Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system, **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 10-19, 2013.

LOZANO, R. Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change. **Journal of cleaner production**, v. 14, n. 9-11, p. 787-796, 2006.

LOZANO, R. Tool for a graphical assessment of sustainability in universities (GASU). **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 9-11, p. 963-972, 2006b.

LOZANO-ROS, R. **Sustainable development in higher education: incorporation, assessment and reporting of sustainable development in higher education institutions**. 2003. Tesis (Master of Science in Environmental Management and Policy) - The International 173 Institute for Industrial Environmental Economics. Lund, Sweden, 2003.

LUIZ, L. C. **Plano de gestão de logística sustentável: proposta de um modelo para avaliação do desempenho socioambiental em instituições da rede federal de educação profissional e tecnológica**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, Florianópolis, 2014.

LUIZ, L. C. **Plano de gestão de logística sustentável:** proposta de um modelo para avaliação do desempenho socioambiental em instituições da rede federal de educação profissional e tecnológica. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, Florianópolis, 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MOURA, M. R. F. D. **A Gestão do Consumo de Água em Prédios Públicos: o caso da secretaria de infraestrutura de Pernambuco.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - UPE. Recife. 2015.

NAKAGAWA, A. K. **Caracterização do consumo de água em prédios universitários: o caso da UFBA.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - UFBA. Salvador. 2009.

OLIVEIRA, P. F. R.; OLIVEIRA, B. F.; ROHRICH, S. S. **Sustentabilidade em instituições de ensino superior: uma revisão sobre as conferências internacionais para a sustentabilidade em IES.** In: ENGEMA (Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente); 28. 2016. São Paulo.

OLIVEIRA, P. F. R.; OLIVEIRA, B. F.; ROHRICH, S. S. Sustentabilidade em instituições de ensino superior: uma revisão sobre as conferências internacionais para a sustentabilidade em IES. In: ENGEMA (Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente); 28. 2016. São Paulo. **Anais [...].** São Paulo: FEA/USP, 2016.

RIZZATTI, G.; RIZZATTI JUNIOR, G. **Importância do planejamento para as universidades.** V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur. Mar del Plata: [s.n.]. 2005.

ROCHA, S. K.; PFITSCHER, E. D.; CARVALHO, F. N. D. Sustentabilidade Ambiental: Estudo em Uma Instituição De Ensino Superior Pública Catarinense. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 4, n. 1, 2015. 46-58.

SANTOS, J. L. S.; FREITAS Junior, O. de G.; VARVAKIS, G.; BARBIRATO, J. C. C. **Modelo de planejamento estratégico em uma universidade pública brasileira:** desenvolvimento e implementação na Universidade Federal de Alagoas. IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. Florianópolis: [s.n.]. 2009.

SANTOS, Josiane Lima dos. **A integração da sustentabilidade nas dimensões do sistema universitário: um estudo no instituto federal de santa catarina.** Orientador: Prof. Thiago Coelho Soares, Dr. 2020. 214 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

SAUTCHÚK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H.; COSTI, L. O.; ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O. M.; MAY, S.; BONI, S. da S. N.; SCHMIDT, W. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. São Paulo: FIESP/SindusConSP, 2005.

SCHERER, F. A. **Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para secretarias de educação**. 2003. 257 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L.; GONÇALVES, O. M. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - DTA-A1**. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Brasília. 1998.

SOARES, A. L. F. **Gerenciamento da demanda de água em ambientes de uso público: o caso da Universidade Federal de Campina Grande**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - UFCG. Campina Grande. 2012.

ANEXO A – Datos de consumo

CONTAS DA COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DA PARAÍBA - CAGEPA

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba | CNPJ: 12.671.814/0001-37

Fatura emitida pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba

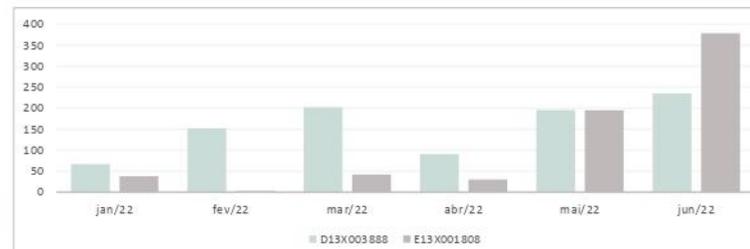
Período de análise: Janeiro a Junho de 2022

Mês/Ano	Período eletivo	Ligação - Local	Nº do Hidrômetro	Leitura anterior	Leitura atual	Consumo medido	Consumo Faturado
jan/22	2021.2	11415657 - CCT	D13X003888	79650	79717	67	67
fev/22	2021.2	11415657 - CCT	D13X003888	79717	80294	577	152
mar/22	2021.2	11415657 - CCT	D13X003888	80294	80496	202	202
abr/22	2021.2-2022.1	11415657 - CCT	D13X003888	80496	80587	91	91
mai/22	2022.1	11415657 - CCT	D13X003888	80587	80783	196	196
jun/22	2022.2	11415657 - CCT	D13X003888	80783	81018	235	235

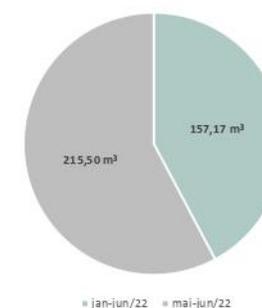
jan/22	2021.2	70084882 - CIAC	E13X001808	14358	14396	38	38
fev/22	2021.2	70084882 - CIAC	E13X001808	14396	14399	3	3
mar/22	2021.2	70084882 - CIAC	E13X001808	14399	14485	86	42
abr/22	2021.2-2022.1	70084882 - CIAC	E13X001808	14485	14515	30	30
mai/22	2022.1	70084882 - CIAC	E13X001808	14515	14710	195	195
jun/22	2022.2	70084882 - CIAC	E13X001808	14710	15088	378	378

D13X00388 CCT	Consumo Médio (jan-jun/22)	157,17 m ³	E13X001808 CIAC	Consumo Médio (jan-jun/22)	114,33 m ³
	Cons. Med. (retorno as aulas mai-jun/22)	215,50 m ³		Cons. Med. (retorno as aulas mai-jun/22)	286,50 m ³
	Consumo Médio diário	10,78 m ³		Consumo Médio diário	14,33 m ³

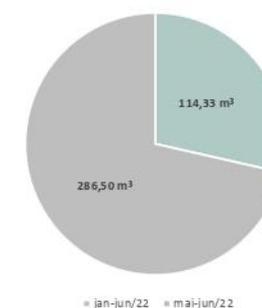
Relação de gasto por centro



Relação de Consumo (CL-CTT)



Relação de Consumo (CIAC)



Tárfas de água - CAGEPA

Quando o fornecimento de água e coleta de esgotos sanitários forem usados em estabelecimentos públicos.

Faixa de Consumo (m ³ / Eco / mês)	Valor Água (R\$)	Valor Esgoto (R\$)
até 10m ³	89,22	89,22
excendente de 10 m ³	14,97	14,97

Instituição: Universidade Estadual da Paraíba | CNPJ: 12.671.814/0001-37

Fatura emitida pela Energisa Borborema - Distribuidora de Energia S/A

Und. Consumidora	Mês/Ano	Consumo Mensal	Média Diária	Valor da Fatura	Méd. Cons.	Média Fatura
4/226615-3 Central de Aulas I Campus I	jan/22	6.807 kWh	219,59 kWh	R\$ 5.617,88	14.267,83 kWh	R\$ 15.151,04
	fev/22	8.861 kWh	318,47 kWh	R\$ 11.083,93		
	mar/22	8.606 kWh	277,61 kWh	R\$ 9.278,13		
	abr/22	14.042 kWh	468,05 kWh	R\$ 15.633,31	23.645,50 kWh	R\$ 24.646,51
	mai/22	27.230 kWh	878,38 kWh	R\$ 28.454,60		
	jun/22	20.061 kWh	668,69 kWh	R\$ 20.838,41		
4/242234-3 CCBS - Campus I	jan/22	50.275 kWh	1.621,76 kWh	R\$ 38.638,50	67.026,50 kWh	R\$ 55.485,22
	fev/22	56.588 kWh	2.021,00 kWh	R\$ 54.491,54		
	mar/22	67.207 kWh	2.167,97 kWh	R\$ 63.859,64		
	abr/22	62.466 kWh	2.082,20 kWh	R\$ 53.252,67	82.811,50 kWh	R\$ 61.334,49
	mai/22	90.937 kWh	2.933,45 kWh	R\$ 68.162,39		
	jun/22	74.686 kWh	2.489,53 kWh	R\$ 54.506,58		
TOTAL					81.294 kWh	R\$ 70.636,26

Central de Aulas I Campus I - Fora Ponta: 65

mai/22

Descrição	Quantidade		Tarifa sem tributo	Tarifa com tributo	Valor Total	
	mai/22	jun/22			mai/22	jun/22
Ponta	6.397,40 kWh	4.693,34 kWh	1,39119	1,92698	R\$ 12.327,72	R\$ 9.044,00
Fora Ponta	20.832,49 kWh	15.367,23 kWh	0,30354	0,42043	R\$ 8.758,90	R\$ 6.461,06
Energia Reativa Exced em KWh - Ponta	-	-	-	-	-	-
Energia Reativa Exced em KWh - Fponta	-	-	-	-	-	-
Demanda de Potência Medida - Fora Ponta	133,23	107,35	18,92	26,2068	R\$ 3.491,62	R\$ 2.813,41
Demanda Potência Ativa - Ultrap - F Ponta	68,23	42,35	37,84	52,4136	R\$ 3.576,36	R\$ 2.219,94

CCBS Campus I - Fora Ponta: 195

mai/22

Descrição	Quantidade		Tarifa sem tributo	Tarifa com tributo	Valor Total	
	mai/22	jun/22			mai/22	jun/22
Ponta	9.660,70 kWh	8.685,60 kWh	1,39119	1,92698	R\$ 18.616,06	R\$ 16.737,05
Fora Ponta	81.276,30 kWh	66.000,20 kWh	0,30354	0,42043	R\$ 34.172,18	R\$ 27.749,42
Energia Reativa Exced em KWh - Ponta	221,20 kWh	117,60 kWh	0,26362	0,36514	R\$ 80,77	R\$ 42,94
Energia Reativa Exced em KWh - Fponta	2.132,90 kWh	1.439,90 kWh	0,26362	0,36514	R\$ 778,82	R\$ 525,77
Demanda de Potência Medida - Fora Ponta	310,8	246,4	18,92	26,2068	R\$ 8.145,07	R\$ 6.457,35
Demanda Potência Ativa - Ultrap - F Ponta	115,8	51,4	37,84	52,4136	R\$ 6.069,49	R\$ 2.694,05