

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MONIQUE CRISTINA SCAION

**EDIFÍCIO INTELIGENTE: UM NOVO CONCEITO DE EMPREENDIMENTO
SUSTENTÁVEL, APLICADO NA CIDADE DE PATO BRANCO - PR**

PATO BRANCO

2023

MONIQUE CRISTINA SCAION

**EDIFÍCIO INTELIGENTE: UM NOVO CONCEITO DE EMPREENDIMENTO
SUSTENTÁVEL, APLICADO NA CIDADE DE PATO BRANCO - PR**

**SMART BUILDING: A NEW CONCEPT OF SUSTAINABLE ENTERPRISE,
APPLIED IN THE CITY OF PATO BRANCO - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel do Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Msc. José Valter Monteiro Larcher

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MONIQUE CRISTINA SCAION

**EDIFÍCIO INTELIGENTE: UM NOVO CONCEITO DE EMPREENDIMENTO
SUSTENTÁVEL, APLICADO NA CIDADE DE PATO BRANCO - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel do Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 05 de Dezembro de 2023

Prof. Msc. José Valter Monteiro Larcher
Mestre em Engenharia Civil
Professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Msc. Osmar João Consoli
Mestrado em Engenharia Civil
Professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rayana Carolina Conterno
Mestrado em Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional
Professora titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PATO BRANCO
2023**

Dedico este trabalho à minha família,
amigos e professores. Vossa presença durante esse
período tornou ele mais fácil e claro.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos, e me deu forças para conseguir alcançar meus objetivos.

À meus pais, meu irmão, meu namorado e amigos que por muitas vezes me ampararam em momentos difíceis, ouvindo, auxiliando e tornando este momento mais fácil e calmo.

Aos professores e ex-chefes de estágio que muito contribuíram com seus conhecimentos e conselhos, me orientando no melhor caminho e facilitando esta passagem de minha vida com risadas e momentos de paz.

Ao professor orientador Prof. Msc. José Valter Monteiro Larcher, que com seus conhecimentos soube me guiar para o caminho mais correto e sempre esteve a disposição para toda e qualquer ajuda que me fosse necessária.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste importante passo para meu futuro profissional, meu muito obrigado!

O homem tem sido soberbo pensando que vamos salvar o planeta. Não vamos salvar nada. Nós temos que respeitar o planeta porque se não o planeta nos colocará pra fora. (OLVERA, Fernando, 1987).

RESUMO

O aumento da competitividade no setor civil tem crescido cada vez mais conforme os anos se passam. A necessidade de novas tecnologias e o surgimento de *softwares* mais aplicados à isso, tem facilitado veementemente na criação de novas edificações mais inteligentes e que sigam o padrão de atualizações tecnológicas que a sociedade exige. Logo, neste trabalho, será abordada a criação de um edifício inteligente e autossustentável, aplicado na cidade de Pato Branco – PR, utilizando as tecnologias de *software Autodesk Revit* e *SketchUp*, além de uma avaliação final sobre o quanto de energia e água foram gerados de forma sustentável para o edifício.

Palavras-chave: edifício inteligente; autossustentável; energia fotovoltaica; captação de água.

ABSTRACT

The increase in competitiveness in the civil sector has grown increasingly over the years. The need for new technologies and the emergence of software more applied to this has greatly facilitated the creation of new, smarter buildings that follow the standard of technological updates that society demands. Therefore, in this work, the creation of an intelligent and self-sustainable building will be addressed, applied in the city of Pato Branco – PR, using Autodesk Revit and SketchUp software technologies, in addition to a final assessment of how much energy and water were generated from sustainable way for the building.

Keywords: smart building; self-sustaining; photovoltaics; water catchment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|-----------|
| Figura 01: Fases dos Projetos Arquitetônicos e Complementares da Edificação | 19 |
| Figura 02: Tabela de Residências e Apartamentos | 27 |
| Figura 03: Tabela de Edificações Comerciais e de Escritórios | 28 |
| Figura 04: Tabela de Parâmetros de Análises para Aprovação de Projeto | 29 |
| Figura 05: Modelo de Prancha 01 | 30 |
| Figura 06: Modelo de Prancha 02 | 30 |
| Figura 07: Modelo de Tabela de Estatística Padrão | 31 |
| Figura 08: Fluxograma explicativo sobre etapas de projeto arquitetônico | 33 |
| Figura 09: Fluxograma explicativo sobre etapas de projeto arquitetônico | 34 |
| Figura 10: Localização do Lote de acordo com o Mapa Base do Município | 37 |
| Figura 11: Localização do Lote de acordo com dados de satélite do Google Earth | 37 |
| Figura 12: Medidas do Lote 10 | 40 |
| Figura 13: Foto do Lote | 41 |
| Figura 14: Planta Baixa do Pav. Inferior | 42 |
| Figura 15: Planta Baixa do Pav. Superior | 42 |
| Figura 16: Layout externo do edifício | 43 |
| Figura 17: Layout dos módulos fotovoltaicos | 44 |
| Figura 18: Tabela de Resumo Anual de Precipitação de Chuvas para o Município de Pato Branco | 45 |
| Figura 19: Página inicial do simulador de consumos da COPEL | 46 |
| Figura 20: Adição de Equipamentos no Simulador de Consumos da COPEL | 49 |
| Figura 21: Simulação Mensal | 50 |
| Figura 22: Datasheet do Módulo Fotovoltaico RENO-H 550 | 50 |
| Figura 23: Fatura residencial do mês de novembro de 2023 | 51 |
| Figura 24: Áreas de captação de água das chuvas | 55 |
| Figura 25: Coluna de diferença acumulada (m³) | 56 |
| Figura 26: Esboço gráfico da projeção da cisterna | 57 |
| Figura 27: Sistema de realimentador automático | 58 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| Tabela 01 – Programa de Necessidades das Áreas Comuns do Edifício | 36 |
| Tabela 02 – Equipamentos previstos nas áreas comuns | 47 |
| Tabela 03 – Equipamentos previstos nas áreas comuns | 54 |
| Tabela 04 – Índices pluviométricos mensais entre 2002 e 2022 | 55 |

SUMÁRIO

| | | |
|-----------------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | Objetivos | 14 |
| 1.1.1 | Objetivo geral | 14 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos | 14 |
| 1.2 | Justificativa | 15 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 16 |
| 2.1 | Edifícios Inteligentes | 16 |
| 2.1.1 | Automação Predial | 16 |
| 2.1.2 | Domótica Inteligente | 16 |
| 2.1.3 | Sustentabilidade na Construção Civil | 16 |
| 2.2 | Projeto Arquitetônico | 17 |
| 2.2.1 | Etapas de Projeto | 17 |
| <u>2.2.1.1</u> | <u>Programa de Necessidades</u> | <u>18</u> |
| 2.2.2 | Normas para projetos de automação | 20 |
| 2.2.3 | Normas para projeto arquitetônico | 21 |
| 2.3 | Aplicações da automação predial | 22 |
| 2.3.1 | Domótica aplicada as instalações hidráulicas | 22 |
| 2.4 | Legislação | 23 |
| 2.4.1 | Plano Diretor | 23 |
| 2.4.2 | LUPA – Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo | 24 |
| 2.4.3 | Código de Obras | 25 |
| 2.4.4 | Passos para Aprovação de Projeto Arquitetônico | 27 |
| 2.5 | Usina Fotovoltaica | 30 |
| 2.6 | Método de Rippl | 31 |
| 3 | METODOLOGIA | 33 |
| 3.1 | Delineamento da Pesquisa | 33 |
| 4 | RESULTADOS | 35 |
| 4.1 | Programa de Necessidades | 36 |
| 4.2 | Projeto do Edifício | 40 |
| 4.3 | Projeto Usina Fotovoltaica | 43 |
| 4.4 | Sistema de Coleta e Armazenamento de Águas de Chuva | 44 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.5 | Projeto da Usina Fotovoltaica | 46 |
| 4.6 | Sistema de Recolhimento de Águas da Chuva | 51 |
| 5 | CONCLUSÃO | 58 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 60 |
| 7 | ANEXOS | 65 |

1 INTRODUÇÃO

O conceito de *smart cities*, traduzido do inglês, cidades inteligentes, é um conceito bastante amplo, sujeito à diversas interpretações. De acordo com Cunha (2016), é difícil chegar a um único conceito sobre este termo, porém o conceito que mais se aproxima da realidade é que, uma cidade inteligente é a qual supera desafios passados, conquistando novos desafios, utilizando sempre a tecnologia a seu favor, como forma de ter os serviços urbanos cada vez mais automatizados, melhorando assim a qualidade de vida dos cidadãos.

Neste contexto, a transformação não irá ocorrer rapidamente, mas sim de forma gradual e ao longo dos anos, seguindo sempre com os novos avanços tecnológicos. Entretanto, a implantação deste conceito pode desde minimizar a até eliminar alguns dos principais problemas gerados por essa urbanização desordenada, pois nas cidades inteligentes existe um alinhamento de conceitos e necessidades da sociedade, a fim de se manter uma administração pública organizada e eficiente (SOLEK; OLIVEIRA, 2019).

Alves, Dias e Seixas (2019) afirmam que o ideal das cidades inteligentes acaba por ser a grande candidata ao modelo de desenvolvimento urbano de forma sustentável, por conta do momento de evolução tecnológica atual. Como base em qualquer cidade, inclusive das *smart cities*, as edificações são um dos principais elementos, tendo em vista que estas desenham a silhueta de uma cidade. Também vale ressaltar que dentro dos pilares de cidades inteligentes encontra-se a sustentabilidade, a qual necessita estar no mesmo âmbito da tecnologia.

A partir da contextualização apresentada, o estudo em questão possui como objetivo apresentar uma edificação na cidade de Pato Branco – PR, com a proposta de ser um edifício inteligente e automatizado, bem como a aplicação de soluções sustentáveis vinculadas à tecnologia neste modelo de edificação.

Para desenvolver este, foi promovido um estudo de revisão de literatura, ou seja, baseado em pesquisas bibliográficas.

Os tópicos deste trabalho serão baseados em pesquisas sobre a forma de elaboração mais adequada e normativa possível de um projeto arquitetônico, seguido para um estudo sobre as *smart cities* e os edifícios inteligentes, sua forma de implementação, quais normas será necessário seguir para este fim, e ao final

deste, será feita uma validação interna para saber se os sistemas propostos, atingiram com êxito, as necessidades dos moradores.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar o estudo de caso de viabilidade de dois sistemas com foco na sustentabilidade e na automação predial: coleta de água das chuvas e de uma usina fotovoltaica, tendo como base um projeto arquitetônico de uma edificação, projetado na área central da cidade de Pato Branco, PR.

1.1.2 Objetivos específicos

- Conhecer os conceitos envolvidos em um projeto de edificação inteligente, com foco na automação predial em aspectos ambientais, e nas tecnologias para seu atendimento;
- Definir as etapas metodológicas do projeto, com foco na viabilidade de implementação dos sistemas de produção de energia fotovoltaica e captação, armazenamento e reaproveitamento de água;
- Definir uma tipologia adequada de edifício para realização do projeto, em termos de localização, usos e população alvo;
- Desenvolver dois sistemas automatizados de energia solar e reaproveitamento das águas das chuvas sob o projeto arquitetônico usado como base, com medidas de sustentabilidade;
- Realizar validação acerca da presença dos conceitos de edifício inteligente no projeto realizado.

1.2 Justificativa

O ritmo de crescimento das cidades nas últimas décadas vem se tornando cada vez maior, e atrelado a isso se tem uma expansão de tecnologia presente em todos os aspectos da sociedade. Segundo Andrade e Galvão (2016), viver na cidade é a realidade de cerca de 84,36% dos brasileiros. Essa população tem nas cidades diversos desafios no seu dia a dia, como necessidade de lazer, transporte público, hospitais e clínicas de fácil acesso, oportunidades de emprego etc., pois, muitas vezes, as cidades não estão preparadas para a expansão que esta pode ter ao longo dos anos.

Esta realidade tende a piorar, tendo em vista que, de acordo com a Organização Mundial das Nações Unidas, cerca de dois terços da população mundial tendem a viver em áreas urbanas, até o ano de 2030. Com isso, se faz necessário que os locais de abrigo para esta população, sejam estas casas, apartamentos, condomínios, sejam cada vez mais autossuficientes e inteligentes, para seguir a linha em que a sociedade se encaminha e suprindo assim, as demandas e necessidades desta população.

Neste cenário, se torna cada vez mais comum o uso da tecnologia baseada na automação. De acordo com Moreira (2014), os primeiros prédios inteligentes dos quais se tem registros, surgiram na década de 80 nos Estados Unidos, com a finalidade residencial, o que vem sendo mudado ao longo dos anos, tendo cada vez mais fins comerciais.

De acordo com Alves (2010), a automação predial surgiu como uma consequência dos edifícios inteligentes, em meados dos anos 90 como consequência direta dos avanços tecnológicos e redes de computadores. Esta é utilizada desde os anos 2000 na melhoria da eficiência energética e também com ênfase na supervisão e segurança dos locais e pessoas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Edifícios Inteligentes

2.1.1 Automação Predial

TEZA (2002), afirma que a automação predial é um processo onde os dispositivos eletrônicos e automáticos os quais são responsáveis pelo gerenciamento e controle dos recursos, também são utilizados para proporcionar segurança e conforto no ambiente.

Nos dias atuais, a evolução tecnológica de diferentes sistemas automatizados, associada às tecnologias mais recentes, vem estimulando a indústria de construção civil a integrar soluções inovadoras contando com a automação predial, em seus novos empreendimentos. Acredita-se que este fato, está levando o setor construtivo a ter um crescimento de cerca de 20% ao ano já sendo possível encontrar grandes empresas do ramo, que ofereçam projetos com esta tecnologia (MURATORI; AURESIDE, 2006).

2.1.2 Domótica Inteligente

Para ALVES E MOTA (2003), o conceito de domótica inteligente se resume basicamente, a gerenciar automaticamente recursos como temperatura, energia, captação de água entre outros, o que é muito utilizado no tipo de edifício o qual se tratará este trabalho.

2.1.3 Sustentabilidade na Construção Civil

No contexto brasileiro, o setor da Construção Civil evidencia uma deficiência no que diz respeito à responsabilidade socioambiental, manifestada, por exemplo, na limitada dedicação a investimentos na capacitação de profissionais e na gestão inadequada de resíduos sólidos. Contudo, observam-se esforços mais recentes que estão começando a gerar impacto, como as diretrizes estabelecidas pelo Ministério

do Meio Ambiente, em particular as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (MMA).

Conforme estimado por Kasai (1998), aproximadamente 50% da matéria-prima bruta no Japão é destinada à construção civil. Além disso, Matos & Wagner (1999) calculam que nos Estados Unidos, esse setor é responsável por 75% do consumo total de materiais. O processo de transformação desses materiais brutos em bens, muitas vezes combinado com a necessidade de transporte por longas distâncias, acarreta uma demanda adicional de recursos, resultando em impactos ambientais significativos. Além disso, recursos suplementares são consumidos nas fases de manutenção, desmobilização e demolição após a conclusão da construção do ambiente construído.

Para isso, são criadas ao longo dos anos, diversas formas de diminuir estes impactos sociais no meio ambiente, causados pela construção civil. O paradigma emergente na produção é conhecido como ciclo fechado (Curwell & Cooper, 1998). Neste enfoque, destaca-se a otimização do uso de todos os recursos empregados, com a redução mínima da geração de resíduos, visando à máxima reciclabilidade. No âmbito da construção, esse paradigma implica na concepção de edifícios que podem ser operados e mantidos com o mínimo de recursos, permitindo facilidades para melhorias ou reformas. A demolição do edifício ocorre apenas quando essas operações não são mais viáveis, e os componentes resultantes da demolição são reutilizados na construção de um "novo" edifício. Caso esses componentes já tenham alcançado o fim de sua vida útil, são submetidos ao processo de reciclagem. Dessa forma, os componentes não são mais concebidos com a intenção de serem descartados em aterros ao término de sua vida útil.

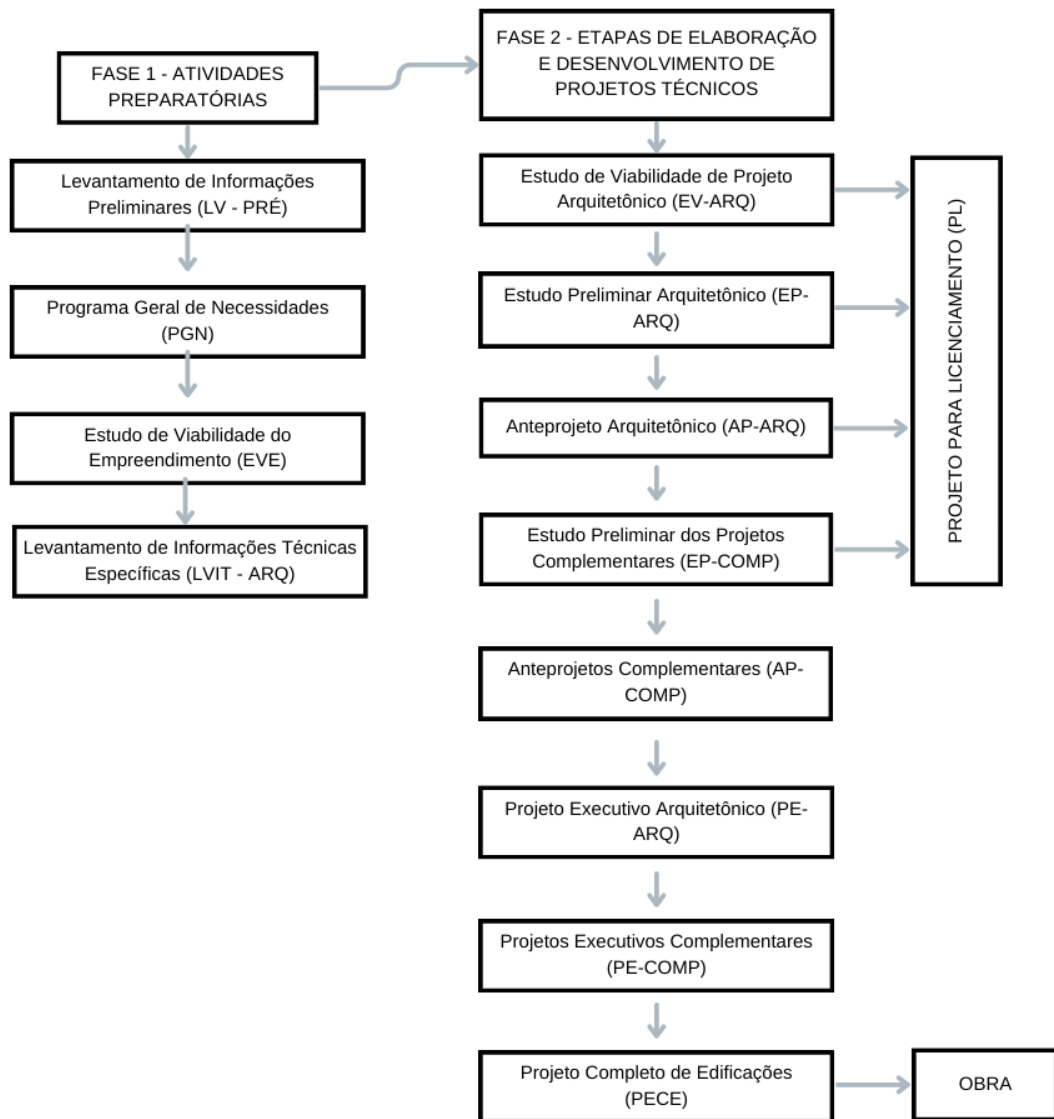
2.2 Projeto Arquitetônico

2.2.1 Etapas de Projeto

OLIVEIRA (2005), defende que um fator determinante para a qualidade de um projeto, depende da qualidade das etapas anteriores a este. Todos estes dados referentes às necessidades dos diferentes clientes devem ser transformados em parâmetros que caibam dentro do programa de necessidades do projeto.

A ABNT:NBR 16636-2 (2017), orienta o planejamento e o desenvolvimento de projetos arquitetônicos das edificações ao longo de suas etapas, especificando assim, todas as atividades técnicas envolvidas no desenvolvimento de um projeto arquitetônico, como consta na Figura 01.

Figura 01: Fases dos Projetos Arquitetônicos e Complementares da Edificação



Fonte: Adaptado de ABNT NBR: 16636-2 2017)

2.2.1.1 Programa de Necessidades

No processo de um projeto arquitetônico, é importante levantar os aspectos de programa de necessidades do cliente, para se formular a partir deste, um empreendimento que ao final, atenda todas as necessidades do mesmo (SUH, 1990).

O conceito de *briefing*, traduzido do inglês, *pré design*, consiste em agir como um primeiro passo para iniciar um processo de projeto, visando que este trata das condições que devem ser levadas em conta ao longo do processo. Moreira (2007) cita que, o programa arquitetônico é a etapa de definição do projeto, momento onde se descobre a natureza do mesmo, seus interesses e necessidades.

Tendo isso como parâmetro, segundo Moreira (2007), o programa de necessidades parte então de realizar os primeiros orçamentos para se ter uma base, além de ser um documento contratual importante, uma vez em que este sinaliza exatamente quais as exigências do cliente para tal empreendimento, quais princípios básicos devem ser atendidos pelo projetista para que ao final, se tenha um produto de qualidade e que atinja as expectativas do cliente.

O programa de necessidades pode ser dividido em duas categorias, os aspectos quantitativos e os qualitativos, onde os quantitativos, são aqueles onde se pode mensurar e quantificar, já os qualitativos, são conceitos atribuídos ao empreendimento, para fins de qualidade do edifício. Segundo Schenk (2010), alguns destes aspectos, não podem ser totalmente definidos, já que o espaço onde a edificação será construída, depende de vários fatores, como a cultura local, isto é, o sentido que qualifica um lugar sempre está se renovando, não sendo possível assim, fixá-lo ou tratar como único e exclusivo, já que se modifica de acordo com as expectativas culturais.

De acordo ainda com Moreira (2007), existem alguns aspectos primordiais que devem ser levados em conta, no momento da elaboração deste programa de necessidades, afim de atender as exigências dos clientes, como os aspectos humanos, ambientais, culturais, econômicos, estéticos e de segurança.

Sendo assim, se faz claro que, faz parte do programa de necessidades, determinar os principais tópicos de projeto, colocar em prática as necessidades do cliente e apresentá-los de modo claro e sucinto, pois de acordo com Moreira (2007), levantar informações do cliente é a principal tarefa envolvida nesta etapa. Caso o usuário no momento não se sinta confortável para determinar qual seu interesse para este projeto, se pode então, deixar em aberto este para ser discutido conforme o andamento da produção deste.

No Brasil, não existe norma regulamentadora que trate sobre o programa de necessidades de um projeto arquitetônico, apenas breves descrições sobre alguns pontos específicos, são citados nas NBR 16636-1 (Elaboração e desenvolvimento

de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos – Parte 1 – Diretrizes e terminologia) e NBR 16636-2 (Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos – Parte 2 – Projeto Arquitetônico.

A NBR 16636-1, trata do programa de necessidades como sendo uma etapa destinada à determinar as exigências de caráter prescritivo ou de desempenho, sendo estas citadas como necessidades e expectativas do usuário à serem satisfeitas pela edificação a ser concebida. Já a NBR 16636-2 trata de descrever o programa dividindo o mesmo em tres partes:

- Informações técnicas a serem produzidas

a) necessárias à concepção arquitetônica da edificação (ambiente construído ou artificial) e aos serviços de obra, como nome, número e dimensões (gabaritos, áreas úteis e construídas) dos ambientes de acordo com legislação vigentes e Normas Brasileiras vigentes, com a distinção entre os ambientes a serem construídos, a ampliar, a serem reduzidos e recuperados, a serem caracterizados de acordo com os requisitos por número, idade e tempos de permanência dos usuários, em cada ambiente;

b) características funcionais ou das atividades em cada ambiente (ocupação, capacidade, movimentos, fluxos e períodos);

c) características, dimensões e serviços dos equipamentos e mobiliário; requisitos ambientais, níveis de desempenho; instalações especiais (elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias e de segurança e acessibilidade).

- Documentos técnicos a serem apresentados

d) desenhos: organograma funcional e esquemas básicos (escalas convenientes);

e) textos: memorial e recomendações gerais;

f) planilhas: relação ambientes/usuários/atividades/equipamentos/mobiliário, incluindo características, requisitos, dimensões e quantidades.

2.2.2 Normas para projetos de automação

Para a realização de um projeto de automação predial, deve-se levar em conta alguns fatores em consideração, sendo que cada projeto conta com suas

especificidades, será executado em locais diversos, sendo necessário também estabelecer quais suas aplicações e finalidades. Mesmo com estas divergências, todos os projetos devem seguir as mesmas normativas vigentes, padrões de comunicação e as demais especificações que constituem os planos diretores dos locais de execução do edifício.

Para este, se faz necessário seguir os padrões da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, como exemplo de normas da ABNT: NBR as quais contém tópicos importantes para a automação predial, pode-se citar:

- ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5413: Iluminância de Interiores;
- ABNT NBR 16264: Cabeamento Estruturado Residencial.

Ainda não possuindo uma norma específica para a automação de determinados elementos, pode-se citar ainda, a ABNT NBR IEC 61850, sobre redes e sistemas de comunicação para automação de sistemas de potência.

2.2.3 Normas para projeto arquitetônico

Normas técnicas estabelecem parâmetros de qualidade, segurança e normalidade para um projeto. Para a elaboração de um projeto arquitetônico, por exemplo, também se faz necessário seguir as normas, principalmente as ABNT: NBR. De acordo com o Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo – CAU-SP, um conjunto destas normas que, pode ser descrito são:

- NBR 9050:2020– Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- NBR 15575-1:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais.
- NBR 16636-2 Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico
- NBR 6492:1994 – Representação de projetos de Arquitetura;

2.3 Aplicações da automação predial

Um edifício pode conter vários elementos automatizados, com o objetivo de facilitar o dia a dia de quem utiliza este. Segundo Titotto, Godim (2019), os principais elementos que podem ser automatizados, são:

- Controle de ar condicionado;
- Controle e consumo de energia;
- Controle de água;
- Controle de alarmes;
- Controle de iluminação;
- Sistema de segurança;
- Controle de acesso de pessoas;
- Detecção de focos de incêndio;
- Instalações elétricas, hidráulicas, gás, etc;
- Controle de segurança, com foco na vigilância.

Neste trabalho em questão, serão analisados dois principais aspectos, o controle de águas, em especial as águas pluviais, e controle e consumo de energia.

2.3.1 Domótica aplicada as instalações hidráulicas

Em uma edificação, é importante ressaltar que, por muitas vezes, se tem um consumo desnecessário de água, contando com desperdícios. A automação entraria aqui de duas formas: a primeira seria possuir um sistema de recolhimento de água pluvial, para determinados pontos da edificação, sendo destinada como água para limpeza do condomínio, utilização em banheiros nas áreas comuns, irrigação, e até mesmo podendo ser utilizada em algumas salas comerciais, na parte de descarga de dejetos dos banheiros. Na segunda forma, teríamos um processo automatizado consistindo em obter sensores sem fio para controlar a vazão do reservatório, onde seria fácil de perceber se houvesse algum vazamento ou gasto de água fora do padrão, ainda sendo possível saber com exatidão o local onde o vazamento está, diminuindo tempo. O acesso a este sistema, se daria por meio de um *tablet* ou smartphone, contendo informações como vazamentos existentes, nível de água no reservatório e possíveis manutenções nele, etc. Titotto, Godim (2019),

2.4 Legislação

Como citado anteriormente, existem normas vigentes em nosso país, para determinar alguns aspectos sobre a forma de criação e execução de um projeto. Tendo isto em vista, é importante salientar que, também existem legislações municipais, variando conforme estados ou até mesmo municípios vizinhos, por exemplo.

O projeto em questão, será feito na cidade de Pato Branco – PR. Logo, será necessário tratar um pouco sobre cada parte deste processo. A página da Prefeitura do Município de Pato Branco (<https://patobranco.pr.gov.br/legislacao-de-pato-branco/>), dá acesso a todas as legislações em vigor. Aqui, se trata das principais exigências para a elaboração e aprovação de um projeto arquitetônico no município em questão.

2.4.1 Plano Diretor

O Plano Diretor do Município de Pato Branco foi promulgado pela Lei Complementar nº 28 de 27 de junho de 2008 (PATO BRANCO, 2008). Vale ressaltar aqui que, no momento de elaboração deste trabalho em questão, o município está com um projeto de readequação do plano diretor. Pelo fato de o trabalho ter se iniciado quando o plano diretor vigente ainda era o de 2008, este seguirá com esta regulamentação.

O plano diretor no Capítulo I fala dos Princípios Fundamentais e das Diretrizes do Plano Diretor. De acordo com o Art. 5º, são princípios do plano diretor do município de Pato Branco:

- I. A função social da Cidade;
- II. A função social da propriedade;
- III. A gestão democrática da Cidade, e,
- IV. O desenvolvimento sustentável do Município.

Já o Art. 7º, dispõe sobre a função social quando atende as exigências fundamentais de ordenação da Cidade assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos, em prol da qualidade de vida, sendo os requisitos:

- I. Que seja utilizada em prol do bem coletivo, segurança e bem-estar de todos, bem como o equilíbrio ambiental;
- II. Que haja compatibilidade do uso de propriedade com a infraestrutura, equipamentos e serviços públicos disponíveis;
- III. Que haja compatibilidade do uso da propriedade com a preservação da qualidade do ambiente urbano natural;
- IV. Que a distribuição de usos e intensidades de ocupação do solo aconteça de forma equilibrada em relação à infraestrutura disponível, transportes e meio ambiente;
- V. Que assegure atendimento das necessidades quanto à qualidade de vida, justiça social e desenvolvimento de atividades econômicas.

2.4.2 LUPA – Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo

De acordo com o Art. 106, são índices urbanísticos reguladores da ocupação do solo:

I - Coeficiente de Aproveitamento: O Coeficiente de Aproveitamento Básico, determina a área total edificada que o lote pode comportar. O Coeficiente de Aproveitamento Mínimo, determina a área mínima que deve ser construída sobre um lote ou gleba, para que possam ser considerados como utilizados. O Coeficiente de Aproveitamento Máximo, determina a área máxima que pode ser construída sobre lotes localizados em determinadas zonas urbanas.

II - Taxa de Ocupação: Taxa de ocupação é a porcentagem do terreno que pode ser ocupada pela projeção da edificação. Seu objetivo é limitar um crescimento urbano exagerado. Essa taxa varia para cada zona urbana.

III – Taxa de Permeabilidade do solo: é a relação entre a parte permeável, que permite a infiltração de água no solo, livre de qualquer edificação, e a área do lote

IV – Número Máximo de Pavimentos: determina o número máximo de pavimentos que uma edificação pode ter em cada zona da cidade.

V – Tamanho Mínimo de Lote: determina a metragem mínima que um lote precisa ter, para comportar as edificações que estarão previstas naquela zona. Por

exemplo, para uma zona central, um lote não pode ter uma área muito pequena, se não, não consegue comportar um edifício.

2.4.3 Código de Obras

No código de obras do município, se destacam algumas informações necessárias para a pré-elaboração do projeto, ou seja, a parte onde se fazem estudos preliminares para se conhecer melhor o terreno onde a obra será alocada. Dentro destas tabelas, podemos citar a Tabela II de Residências e Apartamentos que tem por finalidade, indicar alguns parâmetros mínimos necessários para cada cômodo, como consta na Figura 02.

Figura 02: Tabela de Residências e Apartamentos

TABELA II
RESIDÊNCIAS E APARTAMENTOS

| | Círculo inscrito diâmetro Mínimo | Área mínima (m ²) | Iluminação mínima | Vent. mínima | Pé direito (mínimo) m | Prof. Máxima | Revest. de Parede | Revest. de piso | Verga máxima | OBS. |
|-------------------|--|--|-------------------|--------------|-----------------------------|---------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| Vestíbulo | 1,00 | 1,00 | - | - | 2,20 | 3x pé direito | - | - | 1/8 pé direito | (a) (b) |
| Sala de estar | 2,40 | 8,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Sala de refeições | 2,40 | 8,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Copa | 1,50 | 5,00 | 1/8 | 1/16 | 2,20 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | (a) (b) |
| Cozinha | 1,50 | 4,00 | 1/8 | 1/16 | 2,20 | 3xpé direito | Imperm. até 1,50m | Imperm | 1/8 pé direito | - |
| Banheiro | 1,00 **1,20 Lei nº 1229/93 | 2,00 | 1/8 | 1/16 | 2,20 | 3xpé direito | Imperm. até 1,50m | imperm | 1/8 pé direito | (a) (b) (c) (n) lei1229/93 |
| Lavanderia | 1,50 | 4,00 | 1/8 | 1/16 | 2,20 | 3xpé direito | Imperm. até 1,50m | Imperm | 1/8 pé direito | (a) (b) |
| 1º quarto | 2,40 | 9,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Demais quartos | 2,00 | 6,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Abrigo | 2,20 | - | - | - | 2,20 | - | - | Imperm | - | - |
| Garagem | 2,40 - 2,20 Lei nº 1040/91 | 12,00 | - | 1,20 | 2,20 | 3xpé direito | - | Imperm | - | (f) (g) (h) |
| Quarto empregada | 1,80 | 6,00 5,00 Lei nº 1229/93 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Corredor | 1,00 | - | - | - | 2,20 | - | - | - | 1/8 pé direito | (a) (b) (e) |
| Depósito | 1,60 1,20 Lei nº 1229/93 | 4,00 **1,50 Lei nº 1229/93 | 1/10 | 1/20 | 2,20 | - | - | - | 1/8 pé direito | (a) (b) (i) |
| Sótão | 2,00 | 6,00 | 1/10 | 1/20 | min.1,80 máx.2,20 | - | - | - | 1/8 pé direito | (d) |
| Porão | 1,50 | 4,00 | 1/10 | 1/20 | 2,00 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | (d) |
| Escritório | 2,40 | 6,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Atelier | 2,40 | 6,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Estúdio | 2,40 | 6,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | 1/8 pé direito | - |
| Adega | 1,00 | - | - | - | 2,00 | - | - | Imperm | - | - |
| Escadas | 1,00 | - | - | - | Altura livre mínima 2,00 | - | - | - | - | (j) (l) (m) |

OBS.: 1. Os itens iluminação mínima e ventilação mínima referem-se a relação entre a área da abertura e a área do piso.
2. O item verga máxima refere-se a relação entre a altura da verga e a altura do pé direito.

- (a) Tolerada iluminação e ventilação zenital.
(b) Nos edifícios são toleradas chaminés de ventilação e dutos horizontais.
(c) Não poderá comunicar-se diretamente com a cozinha e a sala de refeições.
(d) Deverá obedecer as condições exigidas para a finalidade a que se destina.
(e) Para corredores com mais de 10 metros é obrigatória a ventilação.
(f) Poderá ser computada com área de ventilação, a área da porta quando exige-se a área mínima de ventilação em venezianas.
(g) Quando a rampa situar-se abaixo ou acima do nível da rua, a rampa de acesso deverá ter 1,50 m em nível.
(h) Quando houver rampa, esta deverá estar situada totalmente dentro do lote com declividade máxima de 30%.
(i) Ficam dispensados destas exigências, os depósitos que em que uma das dimensões seja inferior a 1 metro.
(j) Deverá ser de material incombustível ou tratada para tal.
(l) Nas escadas em leque, a largura mínima do degrau será de 7 cm. devendo, a 50 cm. do bordo interno, apresentar largura mínima de 25cm.
(m) As exigências dos itens (j) e (l), ficam dispensadas para escadas tipo marinheiro e caracol, admitidas para acesso a torres.
altura máxima - 19
largura mínima - 25.
(n) tolera-se para lavabo círculo mínimo de 1,20m e área mínima de 1,80m². (Lei Nº 1229/93)

Fonte: Código de Obras Município de Pato Branco – PR; pág. 48

Outra tabela bastante importante, é a Tabela IV do Código de Obras do município, onde se refere às edificações comerciais e de escritórios, dissertando sobre seus parâmetros de projeto, como área mínima, pé direito, revestimento necessário do piso, etc, na Figura 3.

Figura 03: Tabela de Edificações Comerciais e de Escritórios

Prefeitura Municipal de Pato Branco

ESTADO DO PARANÁ
GABINETE DO PREFEITO

53

TABELA IV**EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E DE ESCRITÓRIOS**

| | Círculo inscrito diâmetro Mínimo | Área mínima (m ²) | Iluminação mínima | Ventilação mínima | Pé direito Mínimo (m) | Prof. Máxima | Revest de Parede | Revest. de piso | OBS | |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------|--------------------|-----------------|-----------------|---|
| Hall do Prédio | 3,00 | 12,00 | - | - | 2,80 | - | - | Imperm. | (a) (b) | - |
| Hall dos Pav. | 2,00 | - | - | 1/20 | 2,40 | - | - | Imperm. | (c) (d) | - |
| Corred. Principais | 2,00 | - | - | - | 2,40 | - | - | Imperm. | (d) (e) (f) (g) | - |
| Corred. Secund | 1,00 | - | - | - | 2,20 | - | - | Imperm. | (i) (h) | - |
| Ante-salas | 1,80 | 4,00 | - | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | (i) | - |
| Salas | 2,40 | 12,00 | 1/6 | 1/12 | 2,40 | 3xpé direito | - | - | (j) (l) | - |
| Sanitários | 1,00 | 2,00 | - | 1/12 | 2,20 | 3xpé direito | Imperm. até 1,50 m | Imperm. | (i) | - |
| Cozinha | 1,00 | 1,50 | - | 1/12 | 2,20 | 3xpé direito | Imperm. até 1,50m | Imperm. | (i) | - |
| Lojas | 3,00 | - | 1/8 | 1/16 | 2,80 | 3x pé direito | - | - | (j) (t) | - |
| Sobrelojas | 3,00 | - | 1/8 | 1/16 | 2,40 | 3x pé direito | - | - | (m) | - |
| Escadas | 1,20 | - | - | - | Altura mín. livre 2,20 | - | Imperm. até 1,50 m | Imperm. | (n) (o) (p) (q) | - |
| Garagens | - | 25m ² por veículo | - | 1/20 | 2,40 | - | - | - | (r) (s) | - |

OBS: 1- Os itens iluminação mínima e ventilação mínima referem-se a relação entre a área da abertura e a área do piso.

2 - O item verga máxima refere-se a relação entre a altura da verga e a altura do pé direito.

(a) a área mínima de 12m² é exigida quando houver um só elevador, a cada elevador excedente a área deverá ser acrescida de 30%

(b) será tolerado um diâmetro de 2,50m quando os elevadores se situarem do mesmo lado do hall.

(c) deverá haver ligação direta entre o hall e a caixa de escada.

Fonte: Código de Obras Município de Pato Branco – PR; pág. 53

2.4.4 Passos para Aprovação de Projeto Arquitetônico

No *site* da Prefeitura Municipal de Pato Branco, se encontra um passo a passo de quais são as etapas para aprovação de um projeto arquitetônico.

O primeiro passo é o “Estudo de Viabilidade do Projeto”. Este passo, consiste na fase onde são estipulados quais as diretrizes preliminares para a elaboração de projetos, com base nas leis de uso e ocupação do solo. Junto com a prefeitura, se é encaminhado o processo de estudo de viabilidade, contendo uma prancha do projeto arquitetônico que se pretende fazer, um requerimento geral, oferecido pela prefeitura, uma guia amarela, ou guia de viabilidade, preenchida e a certidão do imóvel, obtida pelo Cartório de Registro de Imóveis.

Dado entrada neste processo, se aguarda em torno de 15 (quinze) dias úteis e, após isso, se retira o processo junto à prefeitura. Em caso de aprovação desta etapa, se inicia então a etapa de “Aprovação de Projeto”. Nesta etapa, será analisado o projeto do zero. Serão analisados aqui, se os projetos elaborados

seguem com as normas e parâmetros urbanísticos por lei, e se atendem as normas e legislações tanto do município, quando as ABNT:NBR.

Em caso de aprovação desta etapa, se inicia a etapa de “Autorização Para Construir”. Normalmente, um processo passará por mais de uma vez na prefeitura. Neste caso então, entra a etapa de “Reaprovação de Projeto”, onde é retirado o processo completo na prefeitura, verificado quais informações e pontos à serem melhorados foram sugeridos pela mesma, e após as correções, se encaminha novamente o processo para a etapa de aprovação.

Por fim, quando o projeto está aprovado, se encaminham todos os documentos para a aprovação final, sendo estes os jogos de prancha, ART/RRT assinada pelo responsável da obra, Termo de Compromisso assinado e reconhecido firma em cartório, Matrículas atualizadas do imóvel, Certidão Negativa de Débitos do proprietário e do lote, e demais documentos solicitados pelos técnicos da prefeitura.

Alguns parâmetros de análise podem ser destacados e têm uma maior atenção na hora de analisar um projeto, pois estes seguem as normas de acessibilidade da ABNT, como consta na Figura 04.

Figura 04: Tabela de Parâmetros de Análises para Aprovação de Projeto

PARÂMETROS DE ANÁLISES

| | |
|---|--|
|  <p>CISTERNA: Implantação a cada 100m² (comercial) e a cada 200m² (residencial) – Lei 23469/2004.</p> |  <p>AFASTAMENTO PARALELO A DIVISA: Edificação deve estar afastada 1,50m da divisa quando aberturas paralelas as mesmas – Lei 959/90.</p> |
|  <p>MURO: Obrigatório na divisa, mín. 1,50m de altura, max. 3,50m – Lei 321/78 e 46/2011.</p> |  <p>CALÇADA: Deve estar em conformidade com a Lei 3037/2008. Conter tátil direcional e de alerta, árvores a cada 12,0metros, não possuir desniveis abruptos.</p> |
|  <p>LIXEIRAS: No alinhamento predial, dentro do lote, dividida em orgânico e reciclável – Lei 321/78.</p> |  <p>RAMPA DE VEÍCULOS: Inclinação máxima de 30% sendo que a mesma deve ser iniciada em 1,50m em nível – Lei 959/90</p> |
|  <p>DUTO CHURRASQUEIRA: Afastado 1,50 metros da divisa ou fechado no sentido da divisa – Lei 959/90.</p> |  <p>AFASTAMENTO PERPENDICULAR: Afastamento de aberturas que estão localizadas de forma perpendicular a divisa, sendo no mín 75cm – Lei 10.406/2022</p> |

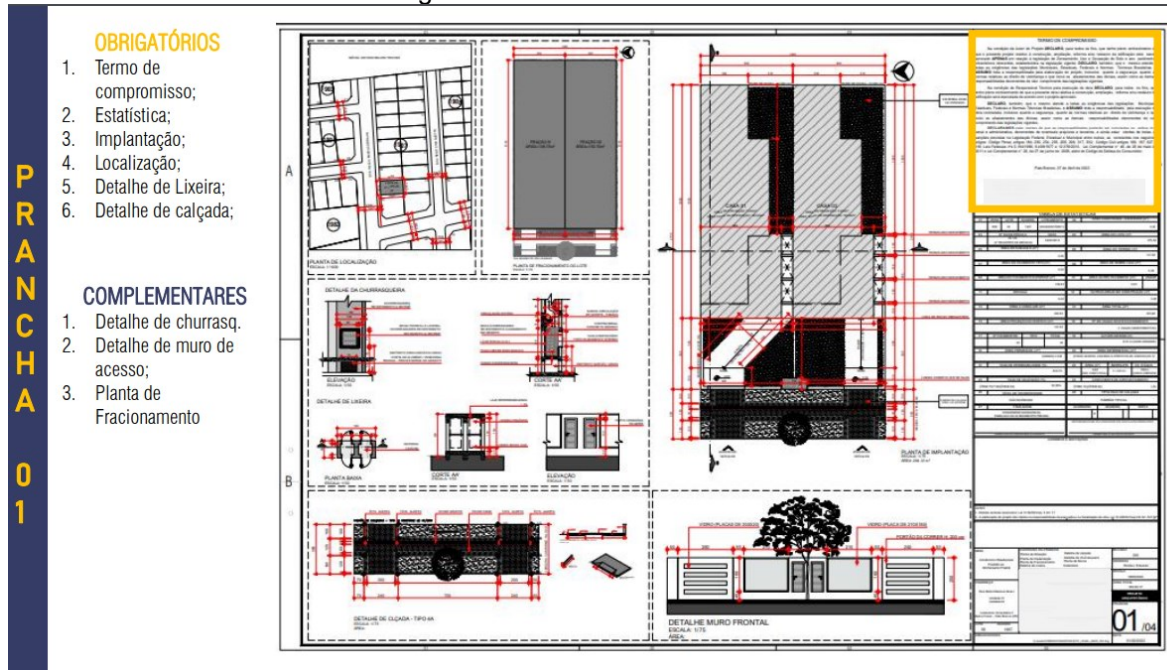
Fonte: Prefeitura Municipal de Pato Branco – PR

Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/APROVACAO-DE-PROJETOS.pdf>

A prefeitura também disponibiliza um modelo de *layout* em seu *site*, para que o projetista saiba quais parâmetros serão analisados coerentemente. Em caso de

duas ou mais pranchas no projeto, segue o mesmo padrão indicado nas Figuras 05 e 06.

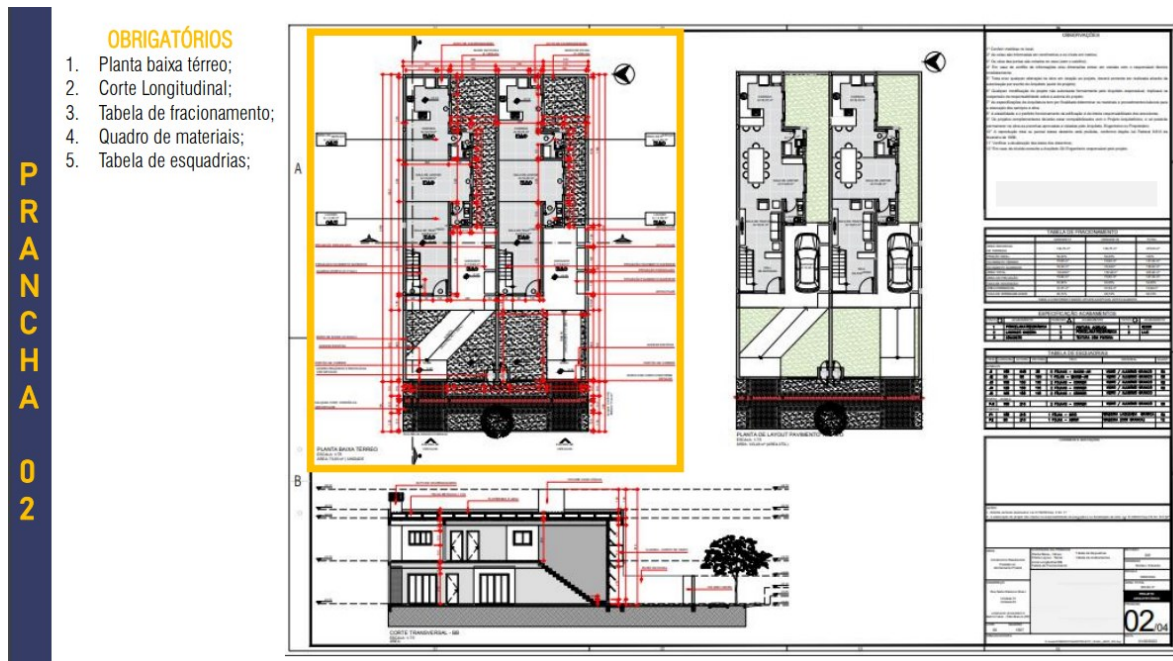
Figura 05: Modelo de Prancha 01



Fonte: Prefeitura Municipal de Pato Branco – PR;

Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/APROVACAO-DE-PROJETOS.pdf>

Figura 06: Modelo de Prancha 02



Fonte: Prefeitura Municipal de Pato Branco – PR;

Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/APROVACAO-DE-PROJETOS.pdf>

Além dos parâmetros obrigatórios citados acima, a prefeitura exige uma tabela padrão em todos os projetos à serem aprovados, com a finalidade de facilitar o entendimento, na hora da correção, como consta na Figura 07.

Figura 07: Modelo de Tabela de Estatística Padrão

ESTATÍSTICA PADRÃO

- 1. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL
- 2. ÁREA CONSTRUÍDA
- 3. ALVARÁ EXISTENTE
- 4. ÁREA DO LOTE
- 15. ÁREA A CONCLUIR
- 16. ÁREA TOTAL
- 21. ALTURA MÁXIMA
- 22. ÁREA PERMEÁVEL
- 23. TAXA DE PERMEABILIDADE
- 24. TAXA DE OCUPAÇÃO
- 25. COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO
- 26. FINALIDADE

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--|------|--|---|--|-------|
| 01 | ZONA | LOTE | QUADRA | 02 | ÁREA CONSTRUÍDA (m²) | |
| 03 | Nº ALVARÁ EXISTENTE | DATA | | 04 | ÁREA DO LOTE (m²) | |
| 05 | ÁREA DO SUB-SOLO (m²) | | | 06 | ÁREA DO TERRENO (m²) | |
| 07 | ÁREA DO PAVIMENTO TIPO (m²) | | | 08 | ÁREA DE SOBRE LOJA (m²) | |
| 09 | ÁREA DO PAVIMENTO SUPERIOR (m²) | | | 10 | ÁREA OUTRO PAVIMENTO (m²) ANDAR | |
| EDICULA | | | RECREIAÇÃO [1.2] A CONSTRUIR [1.3] EXTERNA | | | |
| 14 | OUTRAS ÁREAS EM CONSTRUÇÃO (m²) | | | 15 | ÁREA A CONCLUIR (m²) | |
| 16 | ÁREA TOTAL (m²) | | | 17 | Nº DE VAGAS NO ESTACIONAMENTO | |
| 18 | ÁREA PROJEÇÃO DO EDIFÍCIO (m²) | | | 19 | Nº PAVIMENTOS TIPO TOTAL | |
| 20 | ÁREA BARRILETE Cx. D'ÁGUA | | | 21 | ALTURA MÁXIMA (m) | |
| 22 | ÁREA PERMEÁVEL (m²) | | | 23 | TAXA DE PERMEABILIDADE (R) (ITEM 23)*100/(ITEM 04) | |
| 24 | TAXA DE OCUPAÇÃO (R) (ITEM 18)*100/(ITEM 04) | | | 25 | COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO (ITEM 16)/(ITEM 04) | |
| 26 | FINALIDADE | | | ALVENARIA | MADERA | MISTA |
| | | | | RESPONSABILIDADE PELA REALIZAÇÃO DOS DADOS ABAIXO PREENCHIDOS | | |
| ASSINATURA DO PROPRIETÁRIO DO PROJETO | | | | ASSINATURA DO AUTOR DO PROJETO | | |
| PREFEITURA | | | | | | |

Fonte: Prefeitura Municipal de Pato Branco – PR;

Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/APROVACAO-DE-PROJETOS.pdf>

2.5 Usina Fotovoltaica

As usinas solares representam sistemas fotovoltaicos projetados para a produção e comercialização de energia elétrica por meio da conversão da radiação solar. O silício, um recurso natural, desempenha um papel crucial nesse processo. Existem distintas vantagens e desvantagens associadas a esse método de geração de energia, a saber:

-Vantagens:

- Ausência de emissão de gases poluentes;
- Custos de manutenção reduzidos;
- Ampla flexibilidade para instalação devido à intensa incidência de luz solar no Brasil;

- Necessidade de espaço limitada para instalação.

-Desvantagens:

- Potencial impacto considerável na geração de energia devido às condições climáticas desfavoráveis e baixa incidência de luz solar em regiões mais afastadas do Equador;
- Produção de energia inferior em comparação com as usinas termoelétricas.

Nas usinas solares, a energia solar é capturada por meio de painéis formados pela fusão de um grande número de células fotovoltaicas, compostas por materiais semicondutores capazes de absorver amplas faixas do espectro solar. Em essência, essas células absorvem a energia solar, possibilitando o fluxo de uma corrente elétrica entre suas camadas. Com os avanços tecnológicos, tornou-se viável a produção de células solares que empregam monocristais de silício para gerar energia elétrica.

No processo de captação de energia solar, são utilizados vidros para cobrir os painéis solares, e devido à baixa reflexão desses vidros, quase toda a luz incidente sobre eles pode passar.

A eficiência das células é aprimorada por meio da combinação de novos materiais fotovoltaicos e vidros com baixa capacidade de reflexão, o que possibilita a criação de células solares mais eficientes.

2.6 Método de Rippl

Este método é o mais utilizado no Brasil para dimensionamento de cisternas. O método consiste na determinação do volume de água com base na área de captação e na precipitação registrada no município ao longo dos anos, considerando-se que nem toda a água precipitada seja armazenada e correlacionando tal volume ao consumo mensal da edificação, que pode ser constante ou variável (AMORIM, 2008). Geralmente, se usa uma série histórica de precipitações mensais, o mais longo possível para se aplicar o método de vazões que se dirigem ao reservatório. Neste trabalho, o tempo de médias utilizado foi compreendido entre os anos de 2002 e 2022.

3 METODOLOGIA

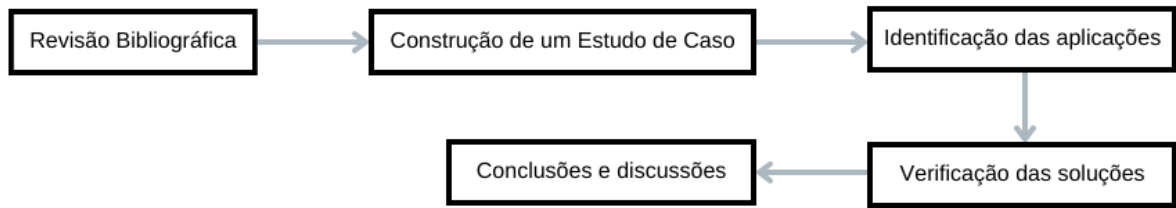
3.1 Delineamento da Pesquisa

A metodologia deste trabalho se baseia na realização de um estudo de caso sobre os conceitos de cidades inteligentes e edifícios inteligentes assim podendo desenvolver um projeto de edificação para tal fim, que possa atender as expectativas de redução de energia e coleta de água. A caracterização do trabalho se baseia em ser uma pesquisa tendo por escopo, os conceitos de cidade e edifícios inteligentes, manifestando os aspectos de sustentabilidade, notadamente o aproveitamento de águas de chuva (captação, reserva e destinação) e também a geração de energia elétrica fotovoltaica.

Para a execução do trabalho, serão seguidos alguns passos metodológicos, sendo eles expressos abaixo e também, de forma simplificada no fluxograma da Figura 08.

- Determinação dos Passos Metodológicos Percorridos no Trabalho: a) revisão bibliográfica nos temas relevante para os objetivos, destacando-se os conceitos de: cidade inteligente e edifício inteligente com conceitos correlatados (domótica, automação, outros), normas técnicas necessárias para os projetos de arquitetura, construção e automação e a legislação incidente, isto é, códigos municipais para projeto de construção. b) construção de projeto para estudo de caso, compreendendo um edifício de uso misto na área central da cidade de Pato Branco. c) identificação, no projeto das potencialidades e aplicações de medidas sustentáveis de aproveitamento de águas da chuva e geração fotovoltaica. d) verificação das soluções adotadas em projeto, quanto ao atendimento de legislação, normas e análise econômica. e) conclusões e discussões quanto ao atendimento aos objetivos do trabalho (objetivo geral e específicos), quantos pontos positivos e negativos observados nas soluções propostas e, finalmente, as sugestões quando à possíveis trabalhos futuros a partir deste.

Figura 08: Fluxograma explicativo sobre etapas de projeto arquitetônico



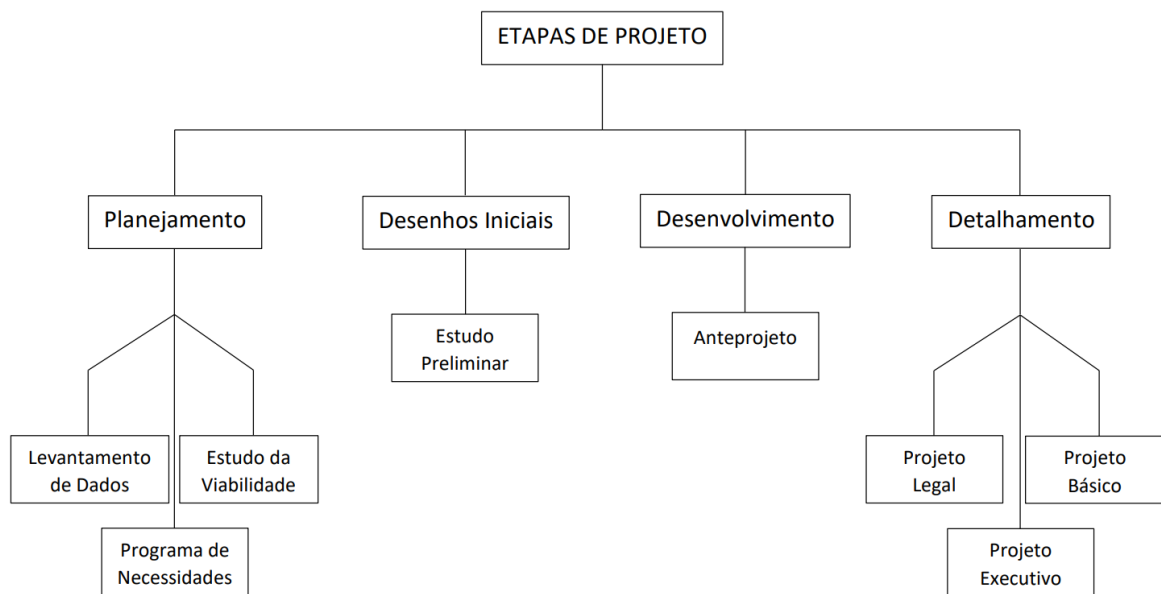
Fonte: Autoria Própria (2023)

4 RESULTADOS

O presente capítulo, deverá descrever o desenvolvimento do trabalho e os resultados conseguidos para este fim. Foi iniciado então, o desenvolvimento do projeto arquitetônico, baseado no Programa de Necessidades

Para atender um projeto arquitetônico, pode-se adotar como base, as etapas pré definidas na NBR 16363-2 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2 : 2017. No fluxograma da Figura 9, estão detalhados como os projetos normalmente são divididos, qual suas fases e etapas.

Figura 09: Fluxograma explicativo sobre etapas de projeto arquitetônico



Fonte: Autoria Própria (2023)

De acordo com o fluxograma, a primeira etapa a ser seguida, é a etapa de planejamento. Nesta etapa, será feita a parte de pesquisas, iniciando com o programa de necessidades definido com finalidade de saber o que a população residente nesta edificação necessitará, para posteriormente adequar os sistemas de energia fotovoltaica e captação de água. A escolha do lote onde a edificação será localizada será o segundo passo, seguido de avaliar quais as necessidades que este edifício terá. Após isso, se inicia a parte de desenhos iniciais, onde será feito um esboço e estudo preliminar do projeto, para se ter uma maior ideia de como este

ficará em sua fase final, podendo se saber algumas informações, como por exemplo o número de apartamentos e o tamanho das áreas comuns. Após isso, a parte de desenvolvimento consiste em criar o projeto em si, e para isso, será utilizado o *software Autodesk Revit e SketchUp* para a modelagem do projeto. Já na parte de detalhamento, continuando com o uso destes *softwares*, serão criados os detalhes mais refinados do projeto, também como, em um projeto comum, se faz a parte de projetos complementares, o que não caberá neste momento.

Por fim, para a validação deste trabalho, será proposta uma análise interna de validação, na qual será possível verificar se as ideias projetadas cumpriram com a proposta de sustentabilidade deste edifício, e se foram suficientes para atender os moradores.

4.1 Programa de Necessidades

Para se iniciar o estudo da edificação, foi criado um programa de necessidades, baseado nos condôminos que irão residir nele. Alguns aspectos à serem considerados para a criação do Programa de Necessidades, são:

- Informações gerais do edifício;
- Utilidades disponíveis nas áreas em comum;
- Padrões construtivos;
- Requisitos básicos.

Para este empreendimento então, adota-se que o edifício contemplará: 02 salas comerciais, 10 apartamentos tipo duplex, sendo 8 normais e 2 na cobertura, contendo: 01 hall de entrada, 01 sala de estar/tv, 01 cozinha, 01 lavanderia, 01 banheiro e 01 jardim no primeiro pavimento. Já no segundo pavimento, contém 02 quartos, 01 sala de jogos/estar e 01 banheiro. O pavimento inferior com aproximadamente 106,5m² e o superior com 53,45m², totalizando um duplex de aproximadamente 160m², todos com elevador privativo.

As áreas de uso comum serão descritas como: hall de entrada, garagem para veículos com 2 vagas para cada morador, salão de festas de uso exclusivo dos moradores com ar condicionado, churrasqueira e área gourmet, academia de uso exclusivo com ar condicionado e sanitários feminino e masculino, área de lazer com

piscina e paisagismo, elevador privativo e corredores. O edifício é considerado de alto padrão.

Como o foco do trabalho é utilizar a sustentabilidade nas áreas comuns, a Tabela 01 especifica os equipamentos e utilidades que serão encontrados nestas áreas.

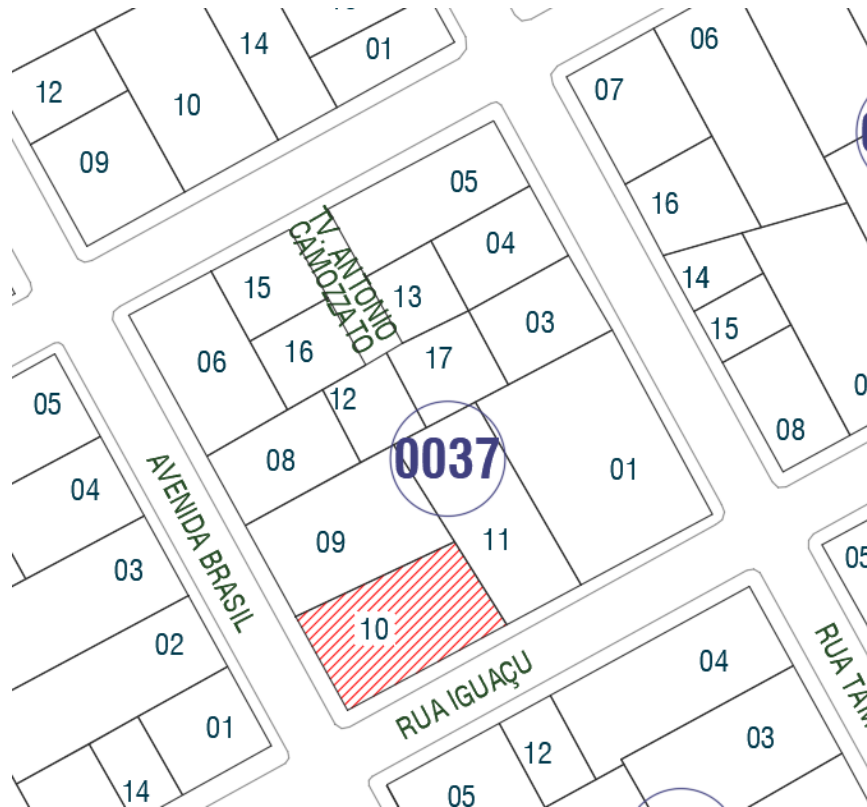
Tabela 01: Programa de Necessidades das Áreas Comuns do Edifício.

| | |
|--|--------------------------------------|
| GARAGEM | ÁREA DE LAZER |
| Portão eletrônico | Piscina aquecida |
| Sistema de Monitoramento | Cadeiras de descanso |
| Lâmpadas com sensor de movimento | Guarda sóis |
| Placas de sinalização dos apartamentos em suas respectivas vagas | ACADEMIA |
| | Ar condicionados |
| CORREDORES | Banheiros feminino e masculino |
| Lâmpadas com sensor de movimento | Equipamentos diversos para treino |
| Extintores de incêndio | Lâmpadas |
| Paisagismo | Bebedouros |
| SALÃO DE FESTAS | Armários para armazenamento de itens |
| Ar condicionados | LIMPEZA E MANUTENÇÃO |
| Churrasqueira | Máquina de Lavar de Alta Pressão |
| Área Gourmet | Mangueiras |
| Banheiro social | Vassouras |
| Sistema de Monitoramento | Produtos de Limpeza geral |
| Extintores de incêndio | Equipamentos de limpeza diversos |
| Mesas e cadeiras | Aspirador de Pó |

Fonte: Autoria Própria (2023)

Com isso em base, foi escolhido para a criação do projeto uma edificação de uso misto, que será projetada em um terreno localizado na cidade de Pato Branco – PR, na área central da cidade, mais precisamente, na esquina entre a Rua Iguaçu e Av. Brasil, situados na Quadra 37, Lote 10, como consta a Figura 10.

Figura 10: Localização do Lote de acordo com o Mapa Base do Município.



Fonte: Mapa Base de Pato Branco (Julho, 2023)

Figura 11: Localização do Lote de acordo com dados de satélite do Google Earth.



Fonte: Google Earth (2023)

O terreno em questão, se localiza na Zona Central Consolidada I, onde exige algumas regras específicas na Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUPA).

De acordo com o Art. 155. A Zona Central Consolidada (ZCC) é a que contém a maior densidade populacional; localiza-se na área central, tendo como característica a saturação da infra-estrutura viária e de ocupação urbana, pela concentração de edificações verticalizadas e diversas atividades geradoras de tráfego. (LUPA, 2023).

O Art. 156 da LUPA (2023), cita que, serão aplicáveis na Zona Central Consolidada, dentre outros, os seguintes instrumentos:

I - parcelamento, edificação ou utilização compulsória, Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU progressivo no tempo, e desapropriação com pagamento em títulos da Dívida Pública;

II - outorga Onerosa do Direito de Construir;

III - transferência do Direito de Construir; IV - consórcio Imobiliário; V - direito de Preempção;

VI - estudo de Impacto de Vizinhança (EIV).

§ 1º São parâmetros urbanísticos reguladores da ocupação do solo da (ZCC):

I - coeficiente de Aproveitamento Básico: 4,0 (quatro);

II – coeficiente de Aproveitamento Máximo: 5,0 (cinco); III - taxa de Ocupação Máxima: 50% (cinquenta por cento):

IV - taxa de Permeabilidade Mínima do Solo: 15% (quinze);

V – número máximo de pavimentos: 15 (quinze);

VI – recuo mínimo: 15m (quinze metros);

VII - área mínima do lote: 360m² (trezentos e sessenta);

VIII – testada do lote: 12m (doze metros).

Ainda de acordo com os anexos da LUPA, podemos observar, no Anexo A, algumas especificações mais simplificadas sobre as diferentes zonas em questão

no município, focando claro, na ZCC – Zona Central Consolidada I, onde o edifício foi projetado.

Por meio desta tabela então, pode-se definir alguns padrões básicos sobre nosso edifício. O coeficiente de aproveitamento máximo deverá ser 05 e o mínimo de 0,2. A taxa de ocupação pode ser de 50% com 15% de taxa de permeabilidade e com um número máximo de pavimentos de 15.

4.2 Projeto do Edifício

O lote em questão, tem as seguintes medidas:

Face Norte com 39,25m e divisa com o Lote 09;

Face Sul com 40,38m e divisa com a Rua Iguaçu;

Face Leste com 21,88m e divisa com o Lote 11;

Face Oeste com 23,91m e divisa com a Av. Brasil.

Totalizando uma área de 909m².

Figura 12: Medidas do Lote 10



Fonte: Mapa Base de Pato Branco (Julho, 2023)

Tendo essas informações como base então, iniciou-se o processo de criar o projeto do edifício. O terreno possui um declive, e foi importante observar isso para

que se pudesse fazer o edifício de acordo com o perfil natural do terreno, como consta na Figura 13.

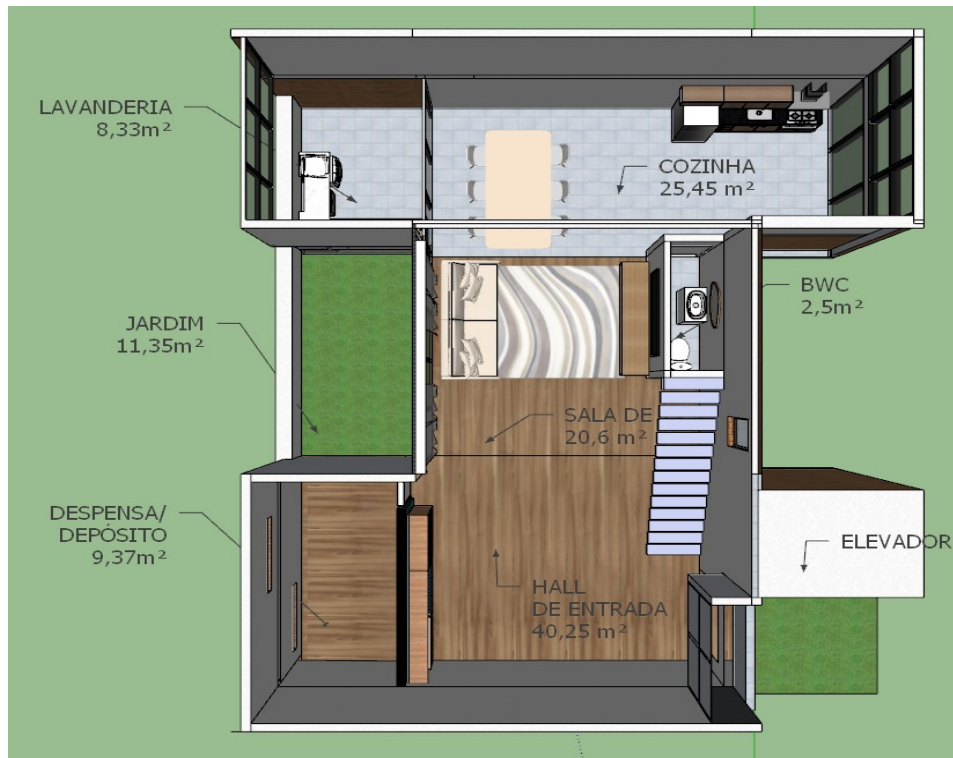
Figura 13: Foto do Lote



Fonte: Google Earth (2023).

Para iniciar a criação do edifício, foi importado do Mapa Base do Município o lote e posteriormente, se iniciou o processo de criação do edifício, o qual foi projetado para ser construído utilizando o *software* SketchUp. Para exemplificar melhor, abaixo tem-se as plantas baixas dos pavimentos do duplex, com suas respectivas medidas.

Figura 14: Planta Baixa do Pav. Inferior



Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 15: Planta Baixa do Pav. Superior



Fonte: Autoria Própria (2023).

O edifício então, ficará com seu acesso de entrada pela Avenida Brasil, com a seguinte fachada:

Figura 16: Layout externo do edifício

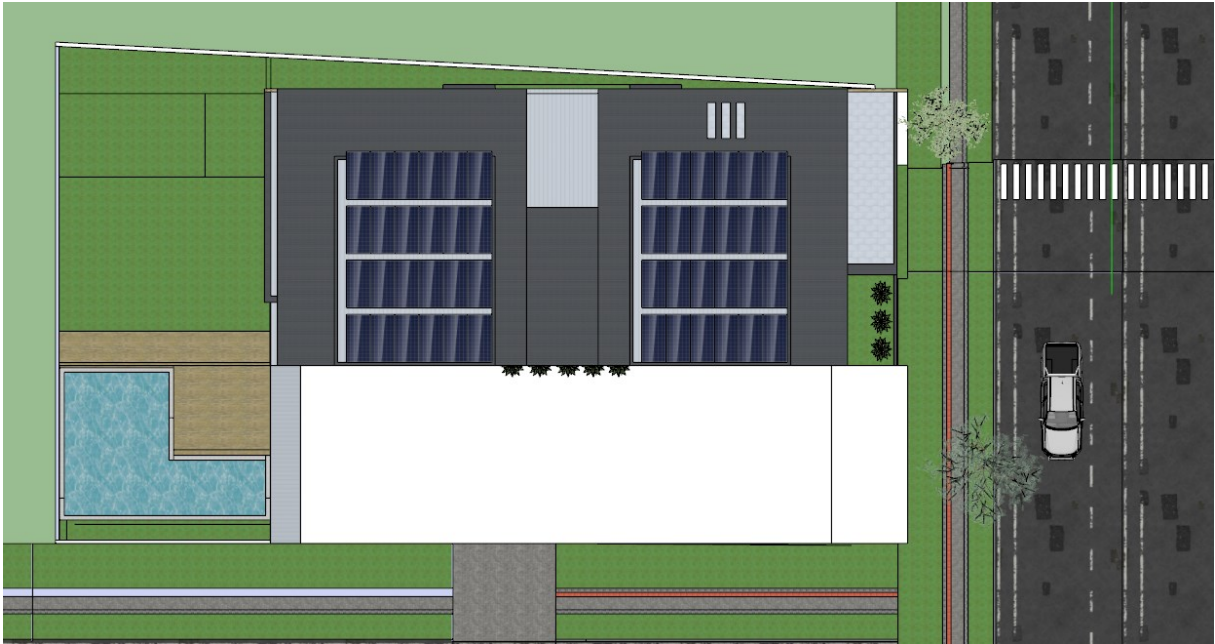


Fonte: Autoria Própria (2023).

4.3 Projeto Usina Fotovoltaica

Com o intuito de se obter um edifício com a maior sustentabilidade possível, se foi planejada uma usina fotovoltaica, para a alimentação de energia solar para as áreas em comum do edifício, tendo por objetivo, minimizar os gastos dos condôminos com energia.

Figura 17: Layout dos módulos fotovoltaicos





Fonte: Aatoria Própria (2023).

4.4 Sistema de Coleta e Armazenamento de Águas de Chuva

O edifício tem uma proposta de recolhimento de água das chuvas para reutilização em alguns locais. Para o ano de 2023, de acordo com o Sistema de Metodologia do Paraná – SIMEPAR, a cidade de Pato Branco – PR tem um verão longo, morno e úmido e um inverno curto e ameno, com a temperatura variando no ano entre 11°C à 28°C.

De acordo com o Instituto das Águas do Paraná – IAP, entre os anos de 2002 e 2022, Pato Branco teve uma média anual variando de 1922,2mm de chuvas, com cerca de 103,6 dias de chuva, como mostra a Figura 18.

Figura 18: Tabela de Resumo Anual de Precipitação de Chuvas para o Município de Pato Branco

|  | | Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná Sistema de Informações Hidrológicas - SIH | |  | |
|---|-------------|---|--------------------|---|-------------|
| Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm) | | | | | |
| Estação: | PATO BRANCO | Código: | 02652013 | Entidade: | AGUASPARANÁ |
| Município: | Pato Branco | Instalação: | 19/08/1964 | Extinção: | |
| Tipo: | P | Bacia: | Iguaçu | Sub-bacia: | 7 |
| Altitude: | 760,000 m | Latitude: | 26° 13' 59" | Longitude: | 52° 40' 59" |
| ANO | Total anual | Máxima diária | Data da ocorrência | Dias de chuva | |
| 2002 | 2245,8 | 96,9 | 24/12/2002 | 124 | |
| 2003 | 1609,2 | 106,3 | 17/11/2003 | 85 | |
| 2004 | 1564,6 | 105,9 | 27/11/2004 | 90 | |
| 2005 | 1991,6 | 109,0 | 21/05/2005 | 90 | |
| 2006 | 1241,3 | 64,5 | 16/08/2006 | 90 | |
| 2007 | 2070,3 | 131,8 | 26/04/2007 | 92 | |
| 2008 | 1483,5 | 69,6 | 02/11/2008 | 106 | |
| 2009 | 2105,4 | 96,3 | 12/10/2009 | 124 | |
| 2010 | 1947,8 | 103,9 | 23/04/2010 | 106 | |
| 2011 | 2047,9 | 86,6 | 18/07/2011 | 118 | |
| 2012 | 1694,0 | 85,2 | 26/04/2012 | 104 | |
| 2013 | 2468,7 | 115,0 | 16/05/2013 | 126 | |
| 2014 | 2330,4 | 138,0 | 01/05/2014 | 115 | |
| 2015 | 2642,0 | 94,0 | 05/03/2015 | 121 | |
| 2016 | 1957,4 | 80,0 | 19/12/2016 | 99 | |
| 2017 | 2167,3 | 92,4 | 22/10/2017 | 121 | |
| 2018 | 1672,5 | 78,0 | 10/02/2018 | 109 | |
| 2019 | 1759,1 | 109,2 | 31/05/2019 | 106 | |
| 2020 | 1488,6 | 105,4 | 10/06/2020 | 78 | |
| 2021 | 1375,9 | 49,5 | 22/05/2021 | 79 | |
| 2022 | 2503,8 | 230,0 | 11/10/2022 | 93 | |
| Resumo Anual | | | | | |
| ANO | Total anual | Máxima diária | Dias de chuva | | |
| MÉDIA | 1922,2 | 102,3 | 103,6 | | |
| MÍNIMA | 1241,3 | 49,5 | 78,0 | | |
| MÁXIMA | 2642,0 | 230,0 | 126,0 | | |
| D. PADRAO | 382,6 | 35,1 | 15,0 | | |

Fonte: Instituto das Águas do Paraná – IAP (2023).

Para prever um sistema de coleta de água das chuvas, inicialmente, deve-se prever para onde estas águas podem ser destinadas. A seguir, estão alguns exemplos de usos de águas pluviais que se pretende ter neste empreendimento.

- Irrigação de jardins e grama;
- Limpeza da academia, garagem, corredores e hall de entrada;
- Descargas dos banheiros da academia, portaria, salão de festas e apartamentos
- Limpeza das demais áreas em comum.

4.5 Projeto da Usina Fotovoltaica

Para se analisar o quanto de energia as áreas comuns geram em média, se foi utilizado o Sistema de Simulação de Consumo da COPEL, encontrado no próprio *site* da empresa. No *site*, devem-se adicionar os equipamentos que serão instalados em sua residência ou comércio, suas respectivas potências, e o próprio site já calcula qual será o seu gasto mensal com energia.

Para começar então, como mostra na Figura 19, se é escolhido qual a função da edificação, ou seja, se é comercial, residencial ou rural. Para este trabalho então, se foi optada pela Classe Residencial.

Figura 19: Página inicial do simulador de consumos da COPEL.



Fonte: Autoria Própria (2023).

Já dentro do simulador, a função é selecionar os equipamentos que terão um gasto de energia dentro da sua edificação, podendo-se ainda, separar estes por cômodos, com a função de facilitar a organização de sua fatura. Para o projeto em questão, serão calculados aqui, apenas os gastos de energia para as áreas comuns do edifício, pois é nelas que posteriormente, será utilizada toda a energia fotovoltaica e assim, se tendo um parâmetro de gasto de energia elétrica x gasto de energia solar.

Os equipamentos que foram utilizados para este cálculo, estão listados na tabela abaixo, juntamente com suas respectivas potências médias, analisadas em vários fabricantes.

Tabela 02: Equipamentos previstos nas áreas comuns

| EQUIPAMENTO | QUANTIDADE | POTÊNCIA (w) | POTÊNCIA TOTAL |
|--|------------|--------------|----------------|
| Portão eletrônico | 1 | 350 | 350 |
| Lâmpadas (corredor, pátio, garagem) | 30 | 20 | 600 |
| Porteiro eletrônico | 1 | 60 | 60 |
| Elevador | 2 | 7500 | 7500 |
| Bomba d'água 3CV | 1 | 2250 | 2250 |
| Central de monitoramento/alarme | 1 | 260 | 260 |
| Aspirador de Pó | 1 | 1000 | 1000 |
| Máquina de alta pressão | 1 | 800 | 800 |
| Ar condicionado (academia/salão de festas) | 4 | 800 | 3200 |

Fonte: Autoria Própria (2023).

Para se iniciar a simulação então, também se deve analisar outro ponto importante: o tempo de uso de cada equipamento. Para exemplificar isso, vamos utilizar o exemplo do elevador.

Um elevador para um edifício de 6 pavimentos como é o nosso caso, contendo 10 apartamentos + área de garagem, suporta em média de 2 a 3 pessoas por apartamento, tendo um total de 30 moradores. Supondo então, que estes 30 moradores fazem cerca de 2 viagens ao dia, se tem um total de 60 viagens de elevador diariamente. Uma viagem, tem um tempo médio de 20 segundos, totalizando assim, um tempo de serviço do elevador de, aproximadamente, 1200 segundos, ou 20 minutos diários, totalizando 600 minutos mensais, ou 1 hora.

Adotando assim, que nosso elevador tenha uma potência de 7500kw, se faz o seguinte cálculo:

$$\text{Consumo mensal do motor} = KW * \text{horas por mês} \quad (1)$$

$$\text{Consumo mensal do motor} = 7500 * 1$$

$$\text{Consumo mensal do motor} = 7500kWh$$

Também no elevador, se tem as lâmpadas da cabine, as quais ficam acessas por 24 horas. Para este cálculo, vamos supor 4 lâmpadas de 12W, com o seguinte cálculo, chegamos em um resultado final.

$$\text{Consumo lâmpadas} = n^{\circ} \text{ lâmpadas} * \text{dias} * \text{horas} * W \quad (2)$$

$$\text{Consumo lâmpadas} = 4 * 30 * 24 * 12$$

$$\text{Consumo lâmpadas} = 34,56 \text{ kWh}$$

Para o consumo total então, basta apenas somar estes dois valores, logo:

$$\text{Consumo Total} = 7500 + 34,56 \quad (3)$$

$$\text{Consumo Total} = 7534,56$$

No simulador da COPEL, se pode adicionar o tempo de consumo e quantos dias por semana este será utilizado, e o próprio sistema calcula ao final, como mostra na Figura 20.

Figura 20: Adição de Equipamentos no Simulador de Consumos da COPEL

Equipamento: Portão Eletrônico

Potência em watts: 350

Quantidade: 1

Dias da Semana: Dom Seg Ter Qua Qui Sex Sab

Horário de início de uso: 0 horas 0 minutos

Tempo de uso: 0 horas 15 minutos

Adicionar período

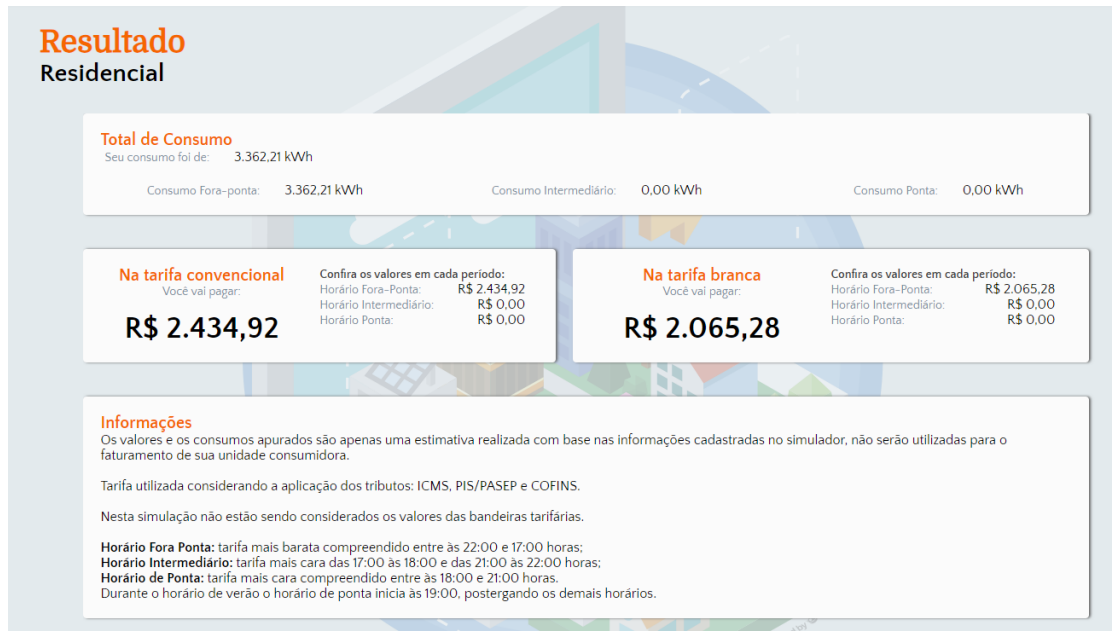
| Hora inicial | Tempo de uso | Dias da semana | Ações |
|---------------------------|--------------|----------------|-------|
| Nenhum horário adicionado | | | |

Alterar aparelho **Adicionar aparelho**

Fonte: Autoria Própria (2023).

Assim foi feito então, para cada um dos equipamentos listados na Tabela 02, totalizando assim, a seguinte simulação de fatura mensal que consta na Figura 21.

Figura 21: Simulação Mensal



Fonte: Autoria Própria (2023).

Partindo agora para a usina fotovoltaica, foi prevista uma usina de 48 módulos fotovoltaicos. Os módulos em questão, serão de 550W RENO-H 550, da marca Renovigi, como as especificações técnicas seguem na Figura 22, retirada do *datasheet* do manual do fabricante.

Figura 22: Datasheet do Módulo Fotovoltaico RENO-H 550

Especificações técnicas


| | |
|--|---------------------|
| Modelo | RENO-H 550 |
| PERFORMANCE EM STC ¹ | |
| Potência máxima | 550 W |
| Tensão máxima de operação | 41.95 V |
| Corrente máxima de operação | 13.12 A |
| Tensão de circuito aberto | 49.80V |
| Corrente de curto circuito | 14.00 A |
| Eficiência do módulo | 21.3 % ² |

¹ Sob Condições Padrão de Teste (STC): irradiância de 1000 W/m², AM de 1,5 e temperatura do módulo de 25°C.
² Equivalente à 212,90 Wp/m².

Fonte: Autoria Própria (2023).

Para se iniciar com os cálculos então, foi necessário se obter alguns dados, como o valor do kw cobrado pela empresa de energia da cidade. De acordo com uma fatura de energia do mês de novembro de 2023 descrita na Figura 23, cada kw custa R\$ 0,81 sendo separado em duas fases: energia elétrica de consumo, com um valor de R\$0,39 e energia elétrica do sistema, com um custo de R\$0,42.

Figura 23: Fatura residencial do mês de novembro de 2023



COPEL
Pura Energia

0800 51 00 116 - www.copel.com


DANF3E - DOCUMENTO AUXILIAR DA
NOTA FISCAL ELETRÔNICA DE ENERGIA ELETRICA
Copel Distribuição S.A.
R. Jose Izidoro Biazzetto, 158 - Bloco C - Mossungue
CEP: 81200-240 - Curitiba - PR
CNPJ 04.388.898/0001-06
INSC. ESTADUAL 9023307399

Responsável pela Iluminação Pública: Município 46 32206068 OU 156

| | | | | | | |
|---|---|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Classificação: B1 Residencial / Residencial | Tipo de Fornecimento: Bifasico /63A | DATAS DE LEITURAS | Leitura anterior 28/09/2023 | Leitura atual 30/10/2023 | Nº de dias 32 | Próxima Leitura 28/11/2023 |
|---|---|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|

Nome: ALMIR SCAION **UNIDADE CONSUMIDORA**
Endereço: R Francisco Alves, 364 - Menino Deus **110839196**
CEP: 85502-110 ▲ CODIGO DÉBITO AUTOMÁTICO ▲
Cidade: Pato Branco - Estado: PR
CPF: 620.193.099-04

| REF: MÊS / ANO | VENCIMENTO | TOTAL A PAGAR |
|----------------|-------------------|------------------|
| 10/2023 | 10/12/2023 | R\$173,17 |



NOTA FISCAL No. 67212269 - SÉRIE 3 / DATA DE EMISSÃO: 31/10/2023
Consulte Chave de Acesso em:
<https://mf3e.fazenda.pr.gov.br/mf3e/NF3eConsulta?wsdl>
Chave de Acesso
4123 1004 3688 9800 0106 6600 3067 2122 6910 0409 9536
Protocolo de Autorização: 1412300052497031 - 31/10/2023 às 08:29:15+00:00

| Itens de fatura | Unid. | Quant. | Preço unit (R\$) com tributos | Valor (R\$) | PIS/COFINS | ICMS | Tarifa unit. (R\$) | Tributo | Base de Cálculo (R\$) | Alíquota (%) | Valor (R\$) |
|-------------------------------|-------|--------|-------------------------------|-------------|------------|-------|--------------------|---------|-----------------------|--------------|-------------|
| ENERGIA ELET CONSUMO | kWh | 194 | 0,391134 | 75,88 | 3,61 | 13,66 | 0,302140 | ICMS | 158,35 | 18% | 28,50 |
| ENERGIA ELET USO SISTEMA | kWh | 194 | 0,425103 | 82,47 | 3,93 | 14,84 | 0,328370 | COFINS | 129,84 | 4,7719% | 6,20 |
| CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPIO | UN | 1 | 14,820000 | 14,82 | | | | PIS | 129,84 | 1,0363% | 1,34 |

Fonte: Autoria Própria (2023).

Tendo um módulo de 550W e sabendo que 1Kw equivale à 113kWh/mês de energia gerada por módulo, podemos utilizar da seguinte equação para se saber quantos kwh/mês nossa usina fotovoltaica irá gerar, considerando um valor de 62,15kWh/mês de geração de um módulo fotovoltaico como o utilizado neste trabalho.

$$\text{Consumo} = n^{\circ} \text{ de módulos} * kWh/mês \quad (4)$$

$$\text{Consumo} = 48 * 62,15$$

$$\text{Consumo} = 2983,20kWh/mês$$

E para se obter o consumo em reais, apenas multiplicamos este total de kWh/mês, pelo valor de cada kw de acordo com a companhia de energia que, como citado acima, é de R\$0,81, logo:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} * \text{valor do kw} \quad (5)$$

$$\text{Consumo} = 2983,20 * 0,81$$

$$\text{Consumo} = \text{R\$ } 2416,39/\text{mês}$$

Este valor significa aqui então, em reais, que a usina fotovoltaica proposta para este edifício, terá uma economia de R\$2416,39 mensais. Voltando então, ao sistema de simulação de gastos, a fatura convencional mensal para este edifício seria de R\$ 2434,92. Com isso, percebe-se que, a usina fotovoltaica projetada com 48 módulos de 550W é suficiente para cobrir os gastos com energia das áreas comuns, sabendo ainda que, este valor é variável e se baseia em uma média, não sendo utilizado os equipamentos pelo mesmo período de tempo todos os meses.

Caso essa energia sobre em algum momento, ela pode ser armazenada na companhia em até 60 meses, para ser utilizada em meses onde não tiver uma produção de energia condizente com o utilizado, como em épocas de muitas chuvas, ou até mesmo se tiver algum gasto excessivo no edifício durante o mês. Após estes 60 meses, a energia se é perdida.

4.6 Sistema de Recolhimento de Águas da Chuva

O sistema de recolhimento de águas da chuva neste edifício, baseia-se em distribuir a água para alguns locais em específico do edifício, no caso as áreas comuns e descargas dos vasos sanitários dos apartamentos. Caso se tenha um mês de secas e escassez de chuvas, haverá também, um sistema secundário que será ativado para que, nestes momentos em que o reservatório de chuvas se esgotar, a água da rua será utilizada para este fim. Para isso, um dispositivo irá acionar, avisando a pessoa que fará a utilização desta água, para que haja racionamento da água da rua, que é distribuída pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR.

O sistema de água das chuvas se dá de forma simples. As calhas espalhadas por toda a cobertura, serão responsáveis por coletar a água da chuva, que ficará armazenada em uma cisterna que funciona da seguinte forma: a água da chuva é levada pelas calhas até um filtro, que tem como objetivo, eliminar as impurezas, como folhas ou pedaços de galhos. Um freio d'água impede que a entrada de água na cisterna agite seu conteúdo e suspenda partículas sólidas depositadas no fundo. Estas chegarão no tanque por meio de canos ligando as calhas superiores ao sistema de coleta de água. Ainda, de acordo com a Lei Nº 2.349, de 18 de junho de 2004, no Art. 2º sanciona que, edificações residenciais acima de 200m² necessitam de uma cisterna para serem aprovadas pela prefeitura. Também se faz necessária, a instalação de dispositivos economizadores de água, tais como: a) bacias sanitárias de volume reduzido de descarga, e b) torneiras dotadas de arejadores. Vale ressaltar que, estes dispositivos serão implantados por todo o edifício, não apenas nas áreas comuns, afim de se reduzir ao máximo o consumo de água do mesmo.

Ainda, segundo a Lei, “§ 1º Nas edificações em condomínio, além dos dispositivos previstos neste artigo, serão também instalados hidrômetros para medição individualizada do volume de água gasto por unidade”.

Logo então, foi optado por fazer a construção da cisterna, na parte de trás do terreno, logo abaixo do jardim, pois em caso de necessidade de manutenção, se torna mais simples fazer a mesma neste local. Também é importante ressaltar que, a água da piscina será periodicamente tratada conforme indica o fabricante, não sendo necessária a substituição da água da mesma, afim de evitar desperdícios.

Para calcular então, o tamanho da cisterna, o *Método de Rippl* foi utilizado para este fim. O método consiste basicamente em utilizar as médias mensais de precipitação das chuvas por um período x de anos, e comparar com as médias gastas no mês, pelo edifício.

Para iniciar então, se foi necessário estimar quais equipamentos teriam um gasto de água nas áreas comuns, e também nos apartamentos, lembrando que, os apartamentos tem 2 banheiros com vaso sanitário cada, se foi criada uma tabela para prever os dispositivos, como mostra abaixo.

Importante salientar que, de acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, um vaso sanitário comum com válvula de acionamento de 6 segundos gasta cerca de 12L de água. Porém desde 2001,

existem no mercado, vasos sanitários com dispositivos de controle, que gastam entre 3 à 6 litros por descarga. Aqui então, como tem-se a proposta de fazer um edifício sustentável, será projetada a implantação destes vasos sanitários que reduzem a quantidade de água por descarga.

Na Tabela 03, foram considerados alguns valores base para fins de cálculo, como:

- Valor de 7 descargas/dia para vaso sanitário em apartamentos, academia e portaria;
- Valor de 15 descargas/mês para vaso sanitário em salão de festas;
- Valor de 3 usos/semana para máquina de lavar de alta pressão, compreendendo 12 usos/mês, 1 hora/dia;
- Valor de 3 usos/semana para mangueira, compreendendo 12 usos/mês, 1 hora/dia.

Tabela 03: Equipamentos previstos nas áreas comuns

| EQUIPAMENTO | QUANTIDADE | LOCAL | VAZÃO DE ÁGUA POR USO (L) | TOTAL | DEMANSA MENSAL (L) | DEMANDA MENSAL (m³) |
|---|------------|-----------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------|
| Vaso Sanitário | 20 | Apartamentos | 6 | 120 | 25200 | 25,20 |
| Vaso Sanitário | 1 | Salão de Festas | 6 | 6 | 90 | 0,09 |
| Vaso Sanitário | 6 | Academia | 6 | 36 | 7560 | 7,56 |
| Vaso Sanitário | 1 | Portaria | 6 | 6 | 1260 | 1,26 |
| Máquina de Lavar de Alta Pressão (1 hora) | 1 | Área comum | 360 | 360 | 4320 | 4,32 |
| Mangueira (15 min) | 1 | Jardinagem | 750 | 750 | 9000 | 9,00 |
| | | | | | TOTAL: | 47,43 |

Fonte: Aatoria Própria (2023)

O segundo passo então, é encontrar os valores das médias anuais de precipitação para a cidade. Para isso, foi utilizado o Sistema de Informações Hidrológicas – SIH do Instituto Água e Terra – IAT. Ele gera um relatório anual das alturas mensais de precipitação. Para o trabalho em questão, se foi escolhido um tempo de 10 anos, compreendido entre 2002 e 2022, gerando o relatório que se encontra no Anexo B. Para fins de cálculo, se foi utilizado apenas os valores da Estação Pato Branco como mostra a Tabela 04, a qual compreende a área central da cidade, que é onde fica implementado o estudo do edifício em questão. Com o

auxílio do Excel, se foi implementado então, o *Método de Rippl*, constado no Anexo C.

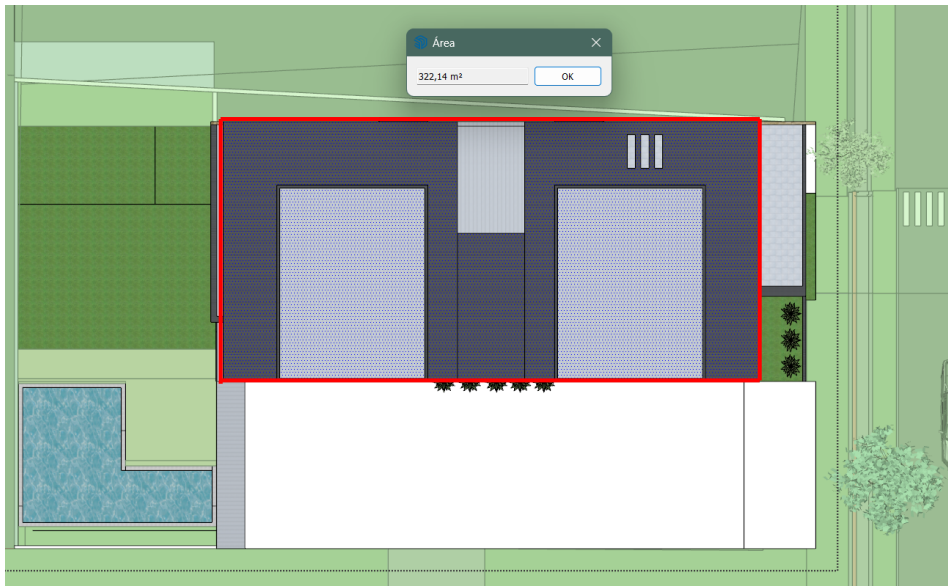
Tabela 04: Índices pluviométricos mensais entre 2002 e 2022

| Valores anuais | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
| MÉDIA | 202,7 | 139,5 | 170,1 | 130,5 | 175,1 | 150,0 | 107,9 | 112,0 | 141,3 | 242,8 | 180,3 | 170,1 |
| MÍNIMA | 74,0 | 13,5 | 55,3 | 0,0 | 10,4 | 0,0 | 8,8 | 1,9 | 34,6 | 50,0 | 56,2 | 32,4 |
| MÁXIMA | 301,2 | 300,3 | 360,7 | 337,7 | 373,6 | 433,7 | 330,0 | 342,8 | 343,0 | 647,0 | 324,2 | 379,7 |
| D. PADRAO | 63,7 | 76,2 | 87,3 | 89,1 | 99,0 | 106,8 | 74,7 | 136,4 | 82,3 | 136,4 | 81,8 | 96,1 |

Fonte: SIH – Sistema de Informações Hidrológicas (2023)

Após isso, se define então, as áreas de captação de água das chuvas, as quais estão demarcadas na Figura 23 abaixo, e contabilizam um total de 314,22 m², desconsiderando o recolhimento de águas das chuvas nas salas comerciais, já que estas, não entram na área comum do edifício, calculadas com o auxílio do *software SketchUp*. A captação das águas, se dá por meio de calhas instaladas nas laterais das coberturas com tubulações levando-as até a cisterna posteriormente citada.

Figura 24: Áreas de captação de água das chuvas



Fonte: Autoria Própria (2023)

A diferença acumulada se dá então, pela diferença entre volumes de demanda e volumes de chuva, em m³. O maior valor desta coluna então, é o que dá o tamanho ideal para uma cisterna, considerando os fatores de tamanho da área de captação da chuva e a precipitação mensal/anual. De acordo com a Figura 25,

retirada do Anexo C deste trabalho, o maior valor de diferença acumulada foi de 89,15 m³. Para fins construtivos, será projetada uma cisterna de 90 m³ de água.

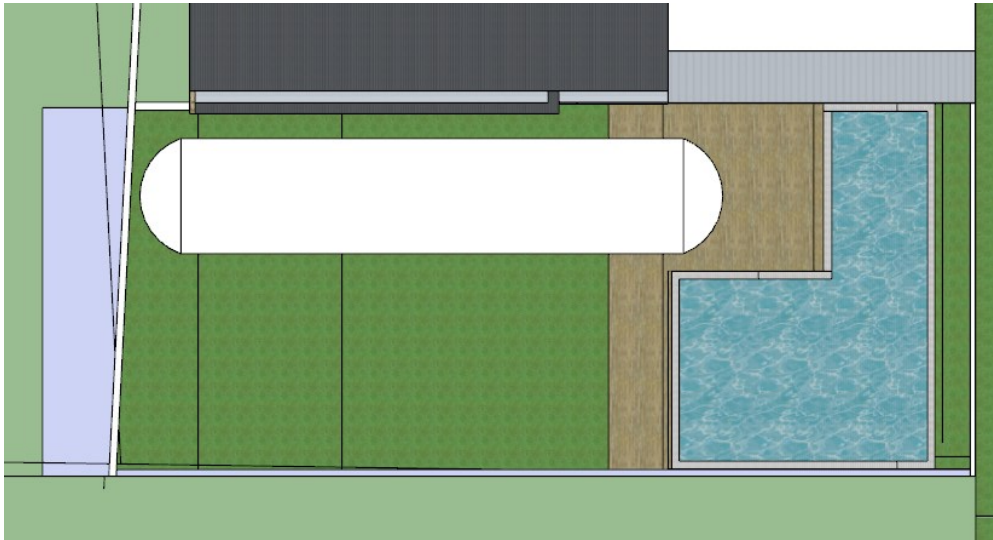
Figura 25: Coluna de diferença acumulada (m³)

| Diferença acumulada (m ³) |
|---------------------------------------|
| 0 |
| 11,48 |
| 15,07 |
| 28,87 |
| 31,18 |
| 39,95 |
| 59,57 |
| 78,14 |
| 89,15 |
| 74,01 |
| 74,98 |
| 78,57 |

Fonte: Autoria Própria (2023)

Com este valor de 90000l de água, a parte do dimensionamento da cisterna pode ser simplificada, de acordo com o que os fabricantes fornecem. O fabricante BakoffTec por exemplo, oferece um modelo de cisterna em formato de tanque horizontal cilíndrico, o qual tem as dimensões estipuladas no Anexo D. Como esta se adequa aos parâmetros do projeto, será utilizada como base. Tendo suas dimensões de 13,57m de comprimento, além de um diâmetro de 3,00m e altura fixa para os reservatórios da marca de 3,15 m, também se considera aqui que para fins de manutenção, o tanque será dividido em duas partes, pois quando der problema em uma delas, a outra consegue suprir as necessidades dos moradores abastecendo todos os locais com água, até o final da manutenção. Considerando também, a área disponível do terreno para a instalação, sua projeção no terreno, ficaria da seguinte forma:

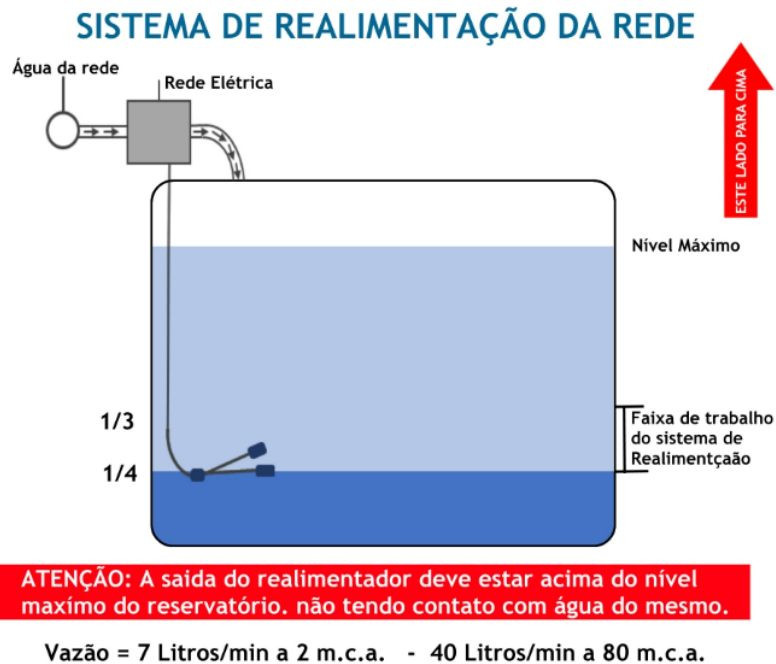
Figura 26: Esboço gráfico da projeção da cisterna.



Fonte: Autoria Própria (2023)

Mesmo que, este sistema de cisternas tenha sido pré-dimensionado, podem ocorrer algumas épocas do ano onde as chuvas estão escassas, ou até mesmo, tenha algum gasto excessivo de água da cisterna. Para que a cisterna não esvazie e os consumidores fiquem sem água, deverá ser instalado um sistema realimentador automático. Este será responsável por manter a cisterna com seu nível de água normal, abastecendo-a com água potável, até que as chuvas voltem ao normal, e seja possível utilizar esta água novamente. Este, será instalado dentro do reservatório sendo conectado à rede pública de distribuição de água potável. Através de uma eletrobóia, ele detecta o nível de água da cisterna e quando este está abaixo do recomendado, que no caso é de cerca de $\frac{1}{4}$ da totalidade do sistema, uma válvula solenoide é acionada de forma automática, permitindo que se abasteça com a água da rede pública, evitando o não abastecimento aos consumidores, como mostra na Figura 27.

Figura 27: Sistema de realimentador automático



Fonte: Casa da Cisterna (2023)

Disponível em: <https://www.casadacisterna.com.br/realimentador-automatico-com-valvula-solenoide-e-boia-p161>

Finalizando este capítulo então e, recapitulando o que foi visto anteriormente, os resultados se mostraram positivos quanto aos dois objetivos principais do trabalho: a possibilidade de instalação de uma usina fotovoltaica capaz de cobrir os gastos com energia das áreas comuns, e a criação de um sistema de coleta, captação e destino de águas pluviais para as áreas comuns. Vale ressaltar ainda que, o sistema de coleta de águas está de acordo com a Lei das Cisternas, do município, o qual exige a existência de uma cisterna em edificações residenciais ou comerciais com mais de 200m² construídos, exigindo também a instalação de aparelhos e dispositivos economizadores de água, tais como: a) bacias sanitárias de volume reduzido de descarga; b) torneiras dotadas de arejadores.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho dedicou-se ao estudo de implementação de medidas ambientalmente sustentáveis no projeto de um edifício de uso misto localizado na região central de Pato Branco, Paraná, buscando o conhecimento dos passos metodológicos para a implementação tanto do projeto arquitetônico como dos sistemas de geração de energia solar fotovoltaica e de aproveitamento de água da chuva.

Um edifício sustentável demanda de diversos sistemas não tão comuns na atualidade, mas que vem ganhando espaço a cada ano que se passa. O conceito de sustentabilidade tem forte crescimento ao longo dos últimos anos, e a construção civil está se enquadrando neste conceito, já que é um dos setores que mais impacta a questão da sustentabilidade, utilizando de inúmeros recursos naturais e deixando diversos resíduos sem um destino correto.

Em relação aos objetivos estipulados neste trabalho, pode-se concluir que estes foram atingidos, uma vez que ambos os sistemas projetados atenderam o programa de necessidades e também foram dimensionados de forma à conseguir suprir com toda a demanda de energia e água das áreas onde se foi proposto utilizar estes sistemas sustentáveis.

Falando sobre os objetivos específicos, os dois primeiros se referem à etapa de revisão bibliográfica, onde se buscou consolidar o conhecimento necessário para um projeto e a criação dos dois sistemas propostos. Já no terceiro e quarto objetivos focados na elaboração do projeto em si, no edifício projetado se foi pensado inicialmente no tamanho de sua cobertura, o qual seria necessário para abrigar os módulos fotovoltaicos. O tamanho da cobertura proposto inicialmente foi suficiente para sustentar os módulos necessários que assim, garantiram uma economia de energia nas áreas destinadas. Também de início, se foi pensado em deixar uma boa área livre ao fundo do edifício, onde posteriormente seria instalada a cisterna, sendo essa de fácil acesso para a manutenção, já que não existem outras edificações em cima da mesma.

Ainda sobre o quarto objetivo específico, de início se propôs a criação do projeto arquitetônico, o que foi modificado no decorrer do trabalho, ao se atender, no projeto, um caráter de suporte para os sistemas propostos, ou seja, a edificação

serviu apenas como base para se ter noção se era ou não viável construir dois sistemas de sustentabilidade em um edifício.

Sobre os painéis fotovoltaicos, percebeu-se que, uma usina como a planejada para este edifício, foi capaz de arcar com todos os custos de energia elétrica nas áreas comuns, sendo ainda possível armazenar uma quantidade de energia fotovoltaica para posterior uso, em casos necessários.

Já o sistema de captação de águas das chuvas foi essencial para que, toda a área comum seja abastecida com estas águas, e mesmo em épocas de estiagem, seja abastecida pela rede de abastecimento pública.

Sendo assim, ao longo deste trabalho, se foi possível observar que é possível fazer um edifício que seja sustentável em uma cidade onde este conceito ainda não é aplicado, já se tendo em vista a noção de que, os edifícios futuros poderiam ser pensados prevendo estes sistemas, ou seja, deixando-os com a maior quantidade de área livre em sua cobertura visando uma implantação de usina fotovoltaica, e também prevendo uma área livre para a instalação de uma cisterna. Sugere-se ainda, como continuidade do projeto, a implementação do edifício na cidade, verificar sua viabilidade e conformidade de acordo com os termos da prefeitura e utilizar mais automações prediais, como a parte dos sistemas de segurança por exemplo.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, M. A., DIAS, R. C., & SEIXAS, P. C. (2019). **Smart Cities no Brasil e em Portugal: o estado da arte**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20190061. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190061>

ALVES, J.A.; MOTA, J.; **Casas Inteligentes**. Centro Atlântico, 2003.

ALVES, Rodrigo. **Automação da produção industrial**. 2010. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/automacao-producao-industrial>

ANDRADE, J.; GALVÃO, D. HUM@NAE. **O conceito de smart cities aliado à mobilidade urbana**. Disponível em: <https://revistas.esuda.edu.br/index.php/humanae/article/download/478/150/1114>

APROVAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO. Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/APROVACAO-DE-PROJETOS.pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 16636 – 1: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos – Parte 1: Diretrizes e terminologia**. Rio de Janeiro, p.XX. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 16636 – 2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico**. Rio de Janeiro, p.XX. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 5413: Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 16264: Cabeamento Estruturado Residencial**. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 6492: Representação de Projetos de Arquitetura**. Rio de Janeiro, 1995.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. **Simulador de Consumo**. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/simule-seu-consumo/>

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ – SANEPAR. Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/>

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA N° 307, DE 5 DE JULHO DE 2002. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/resolucoes/2002_Res_CONAMA_307.pdf.

CUNHA, Maria Alexandra. **Smart cities: transformação digital de cidades**. – São Paulo : Programa Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18386>

Curwell, S. & Cooper, I. 1998, The implications of urban sustainability. Building Research and Information 16(1), 17-28

Empresa de Energia Solar – RENOVIGI. Datasheet Módulo Fotovoltaico Monocristalino Monofacial Half Cell 144 células 550 W.

Instituto das Águas do Paraná – IAP. **Sistema de Informações Hidrológicas: Relatório de Alturas de Precipitação anual.** Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Sistema-de-Informacoes-Hidrologicas>

Instituto Água e Terra – IAT. **Informações Hidrológicas do Estado do Paraná.** Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Sistema-de-Informacoes-Hidrologicas>

Kassai, Y. 1998, **Barriers to the reuse of construction by-products and the use of recycled aggregate in concrete in Japan.** Use of recycled aggregate. Dhir, Henderson & Limbachiya eds. Tomas Telford, p.433-444

Matos, G. & Wagner, L. 1999, **Consumption of Materials in United States 1900-1995.** US Geological Service 9p.

MOREIRA, Bruno. **A (re)volução da Automação Predial.** 2014. Disponível em: <https://www.osestoreletrico.com.br/a-re-volucao-da-automacao-predial/>

MOREIRA, Daniel de Carvalho. **Os princípios da síntese da forma e análise de projetos arquitetônicos.** Disponível em: O Papel do programa de necessidades no processo de projeto arquitetônico julho de 2013 ISSN 2179-5568 – Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 5ª Edição nº 005 Vol.01/2013 – julho/2013.

MOREIRA, Daniel de Carvalho; KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura.** 2007. Disponível em: www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/7381/5484

MURATORI, AURESIDE: **Edifícios Inteligentes e Big Data.** Disponível em: http://www.aureside.org.br/pdf/lumiere_222.pdf

OLIVEIRA, O. J. **Modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios.** Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Construção Civil. 2005.

PATO BRANCO (PR) – **Plano Diretor do Município**. Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Lei-Plano-Diretor-LC-28-de-2008-assinada-em-27-de-junho-de-2008-e-publicacao-em-28-de-junho-de-2008.pdf>

PATO BRANCO (PR) - **Lei Nº 2.349, de 18 de junho de 2004 – Lei das Cisternas**. Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/2.3492004-Captacao-de-agua.pdf>

PATO BRANCO (PR) - **LUPA – Lei do Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo – Lei Complementar nº46/2011**. Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/LUPA-completa.pdf>

PATO BRANCO (PR) - **Código de Obras – Lei nº 959/1990**. Disponível em: <https://patobranco.pr.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Codigo-de-Obras-2008-3.pdf>

PINHEIRO, J. M. DOS S. Qualidade da Energia Elétrica em Sistemas de Automação. **Cadernos UniFOA**, v. 5, n. 13, p. 23–32, 27 mar. 2017.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=65&id=8225#:~:text=Em%20casa%2C%20um%20vaso%20sanit%C3%A1rio,vazamentos%20assim%20que%20forem%20notados>.

SCHENK, Leandro Rodolfo. Os croquis na concepção arquitetônica. São Paulo: Annablume, 2010.

SISTEMA DE TECNOLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL DO PARANÁ – SIMEPAR. **Estações Meteorológicas do Simepar no Paraná**. Disponível em: http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/dados_estacoes/26075241

SOLEK, Érica Angelly Bueno; OLIVEIRA, Rosana de Souza. Conceito smart city: uma análise multicritério para avaliação de cidades paranaenses. 2019. 127 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16061>

SUH, Mistree, Farrokh. (1992). Review of 'The Principles of Design' by Nam P. Suh, Oxford University Press, 1990. Research in Engineering Design. 3. 243-246.

TEZA, Vanderlei Rabelo. **Alguns aspectos sobre a automação residencial – domótica**. Dissertação (Mestrado). UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. 2002. Acesso em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83015>

TITOTTO, P. M. P.; GONDIM, R. A. Projeto de automação predial em centros comerciais. dspace.mackenzie.br, 1 jun. 2019.

7 ANEXOS

ANEXO A - TABELA DE OCUPAÇÃO DO SOLO NAS MACROZONAS - ANEXO XIV
da Lei Complementar nº. 46 de 26 de maio de 2011

TABELA DE OCUPAÇÃO DO SOLO NAS MACROZONAS - ANEXO XIV da Lei Complementar nº. 46 de 26 de maio de 2011

| MACROZONAS | ZONAS | sigla | coeficiente de aproveitamento básico | coeficiente de aproveitamento mínimo | coeficiente de aproveitamento máximo | taxa de ocupação % | taxa de permeabilidade % | número máximo de pavimentos | Altura máxima (m) | área mínima do lote (m) | testada do lote (m) | |
|-----------------|---|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|----|
| URBANAS | Macrozona de Expansão Urbana | Zona de Expansão Urbana | ZEX | 0,1 | | 0,1 | 10 | 90 | 2 | | 10000 | 50 |
| | | Zona Industrial -2 | ZI2 | 1 | | * | 60 | 20 | 3 | | 2000 | 25 |
| | Macrozona de Adensamento Prioritário | Zona Interesse Histórico e Cultural | ZHC | 2,0 | 0,2 | * | 60 | 15 | 4 | 21,5 | 360 | 12 |
| | | Zona Central Consolidada | ZCC | 4,0 | 0,2 | 5,0 | 50 | 15 | 15 | 52 | 360 | 12 |
| | | Zona de Expansão Central -1 | ZC1 | 6,0 | 0,2 | * | 55 | 10 | 12 | 42,5 | 360 | 12 |
| | | Zona de Expansão Central -2 | ZC2 | 4,0 | 0,2 | * | 60 | 10 | 8 | 33,5 | 200 | 12 |
| | | Zona de Expansão Central -3 | ZC3 | 3,0 | 0,2 | 5,0 | 50 | 10 | 6 | 27,5 | 360 | 12 |
| | | Zona Residencial - 1 | ZR1 | 1,5 | 0,2 | * | 50 | 30 | 3 | 14 | 360 | 12 |
| | | Zona Residencial- 2 | ZR2 | 1,3 | 0,2 | * | 65 | 20 | 2 | 10 | 240 | 12 |
| | | Zona Residencial -3 | ZR3 | 1,0 | 0,2 | * | 50 | 40 | 2 | 10 | 360 | 12 |
| | | Zona Industrial -1 | ZI1 | 1,8 | 0,2 | * | 75 | 15 | 3 | 15 | 1000 | 20 |
| | | Zona Industrial e Serviços | ZIS | 1,4 | 0,2 | * | 70 | 10 | 2 | 10 | 500 | 20 |
| | Zona Institucional | ZIT | 2,0 | 0,2 | * | 50 | 20 | 4 | 15 | 3000 | 30 | |
| | Eixo Estrutural Sul-Norte | EE-SN | 3,0 | 0,2 | * | 55 | 10 | 6 | 27,5 | 360 | 12 | |
| | Macrozona de Adensamento Secundário | | | | | | | | | | | |
| | | Zona Residencial -4 | ZR4 | 1 | | | 50 | 30 | 2 | 10 | 360 | 12 |
| | Macrozona de Ocupação Controlada | | | | | | | | | | | |
| | | Zona Residencial - 4 | ZR4 | 1 | | | 50 | 30 | 2 | 10 | 360 | 12 |
| Zonas Especiais | Zona Especial Vicinal | ZEV | definidos na Tabela para Ocupação do Solo nas Zonas Especiais - Anexo XV | | | | | | | | | |
| | Zona Especial de Int. Pais. e Ambiental | ZEPA | | | | | | | | | | |
| | Zona Especial de Interesse Social | ZEIS | | | | | | | | | | |
| | Zona Especial de Proteção do Aeródromo | ZEPAR | | | | | | | | | | |
| RURAIS | MZ Agríc. de Controle Hídrico | As zonas serão definidas nas glebas por aptidão de uso | | 0,2 | | * | 20 | 80 | 2 | 10 | 10000 | |
| | MZ Agríc. de Prot. do Manancial | | | | | | | | | | | |
| | MZ Agroindustrial do Ligeiro | | | | | | | | | | | |
| | MZ Agríc. do Rio Pato Branco | | | | | | | | | | | |
| | MZ Agríc. e Turística do Chopim | | | | | | | | | | | |
| | MZ Agríc. da Bacia do Vitorino | | | | | | | | | | | |

ANEXO B - Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

| | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Estação: | PATO BRANCO | Código: | 02652013 | Entidade: | AGUASPARANÁ |
| Município: | Pato Branco | Instalação: | 19/08/1964 | Extinção: | |
| Tipo: | P | Bacia: | Iguaçu | Sub-bacia: | 7 |
| Altitude: | 760,000 m | Latitude: | 26° 13' 59" | Longitude: | 52° 40' 59" |

| ANO | Total anual | Máxima diária | Data da ocorrência | Dias de chuva |
|------|-------------|---------------|--------------------|---------------|
| 2002 | 2245,8 | 96,9 | 24/12/2002 | 124 |
| 2003 | 1609,2 | 106,3 | 17/11/2003 | 85 |
| 2004 | 1564,6 | 105,9 | 27/11/2004 | 90 |
| 2005 | 1991,6 | 109,0 | 21/05/2005 | 90 |
| 2006 | 1241,3 | 64,5 | 16/08/2006 | 90 |
| 2007 | 2070,3 | 131,8 | 26/04/2007 | 92 |
| 2008 | 1483,5 | 69,6 | 02/11/2008 | 106 |
| 2009 | 2105,4 | 96,3 | 12/10/2009 | 124 |
| 2010 | 1947,8 | 103,9 | 23/04/2010 | 106 |
| 2011 | 2047,9 | 86,6 | 18/07/2011 | 118 |
| 2012 | 1694,0 | 85,2 | 26/04/2012 | 104 |
| 2013 | 2468,7 | 115,0 | 16/05/2013 | 126 |
| 2014 | 2330,4 | 138,0 | 01/05/2014 | 115 |
| 2015 | 2642,0 | 94,0 | 05/03/2015 | 121 |
| 2016 | 1957,4 | 80,0 | 19/12/2016 | 99 |
| 2017 | 2167,3 | 92,4 | 22/10/2017 | 121 |
| 2018 | 1672,5 | 78,0 | 10/02/2018 | 109 |
| 2019 | 1759,1 | 109,2 | 31/05/2019 | 106 |
| 2020 | 1488,6 | 105,4 | 10/06/2020 | 78 |
| 2021 | 1375,9 | 49,5 | 22/05/2021 | 79 |
| 2022 | 2503,8 | 230,0 | 11/10/2022 | 93 |

Resumo Anual

| ANO | Total anual | Máxima diária | Dias de chuva |
|-----------|-------------|---------------|---------------|
| MÉDIA | 1922,2 | 102,3 | 103,6 |
| MÍNIMA | 1241,3 | 49,5 | 78,0 |
| MÁXIMA | 2642,0 | 230,0 | 126,0 |
| D. PADRAO | 382,6 | 35,1 | 15,0 |

Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

| | | | | | |
|------------|---------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Estação: | PASSO DA ILHA | Código: | 02652033 | Entidade: | AGUASPARANÁ |
| Município: | Pato Branco | Instalação: | 16/02/1976 | Extinção: | |
| Tipo: | P | Bacia: | Iguaçu | Sub-bacia: | 7 |
| Altitude: | 745,000 m | Latitude: | 26° 13' 52" | Longitude: | 52° 35' 48" |

| ANO | Total anual | Máxima diária | Data da ocorrência | Dias de chuva |
|------|-------------|---------------|--------------------|---------------|
| 2002 | 2269,4 | 123,0 | 26/10/2002 | 127 |
| 2003 | 1809,0 | 117,7 | 17/11/2003 | 97 |
| 2004 | 1718,6 | 76,2 | 11/06/2004 | 103 |
| 2005 | 2016,1 | 115,0 | 05/10/2005 | 98 |
| 2006 | 1324,5 | 83,0 | 16/08/2006 | 105 |
| 2007 | 2167,1 | 131,9 | 26/04/2007 | 106 |
| 2008 | 1663,9 | 86,3 | 02/11/2008 | 111 |
| 2009 | 2115,4 | 95,0 | 31/12/2009 | 121 |
| 2010 | 2089,0 | 126,5 | 23/04/2010 | 114 |
| 2011 | 2037,3 | 91,8 | 18/07/2011 | 110 |
| 2012 | 1818,6 | 108,0 | 26/04/2012 | 89 |
| 2013 | 2415,5 | 109,0 | 16/05/2013 | 114 |
| 2014 | 2298,2 | 148,7 | 01/05/2014 | 121 |
| 2015 | 2468,0 | 81,4 | 10/12/2015 | 129 |
| 2016 | 1919,1 | 103,8 | 22/03/2016 | 106 |
| 2017 | 2051,0 | 103,1 | 19/05/2017 | 101 |
| 2018 | 1696,1 | 85,2 | 04/03/2018 | 110 |
| 2019 | 1720,1 | 83,6 | 27/11/2019 | 91 |
| 2020 | 1341,8 | 73,8 | 02/12/2020 | 77 |
| 2021 | 1472,9 | 60,0 | 14/09/2021 | 92 |
| 2022 | 2364,8 | 134,0 | 25/03/2022 | 108 |

Resumo Anual

| ANO | Total anual | Máxima diária | Dias de chuva |
|-----------|-------------|---------------|---------------|
| MÉDIA | 1941,7 | 101,8 | 106,2 |
| MÍNIMA | 1324,5 | 60,0 | 77,0 |
| MÁXIMA | 2468,0 | 148,7 | 129,0 |
| D. PADRAO | 329,1 | 22,5 | 12,6 |

Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

| | | | | | |
|------------|---------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Estação: | PATO BRANCO - IAPAR | Código: | 02652035 | Entidade: | IAPAR |
| Município: | Pato Branco | Instalação: | 01/12/1978 | Extinção: | |
| Tipo: | PC | Bacia: | Iguaçu | Sub-bacia: | 7 |
| Altitude: | 700,000 m | Latitude: | 26° 07' 00" | Longitude: | 52° 40' 59" |

| ANO | Total anual | Máxima diária | Data da ocorrência | Dias de chuva |
|------|-------------|---------------|--------------------|---------------|
| 2002 | 2347,2 | 122,8 | 24/12/2002 | 147 |
| 2003 | 1601,8 | 83,8 | 17/11/2003 | 114 |
| 2004 | 1829,8 | 91,4 | 11/06/2004 | 122 |
| 2005 | 1994,0 | 95,0 | 21/05/2005 | 112 |
| 2006 | 1394,7 | 99,0 | 16/08/2006 | 119 |
| 2007 | 2019,6 | 122,0 | 26/04/2007 | 121 |
| 2008 | 1672,8 | 91,0 | 02/11/2008 | 133 |
| 2009 | 1985,1 | 124,0 | 09/03/2009 | 142 |
| 2010 | 2002,0 | 168,0 | 23/04/2010 | 131 |
| 2011 | 2249,4 | 142,0 | 19/08/2011 | 134 |
| 2012 | 1837,0 | 113,4 | 26/04/2012 | 122 |
| 2013 | 2419,6 | 135,0 | 16/05/2013 | 139 |
| 2014 | 2479,5 | 112,2 | 28/06/2014 | 137 |
| 2015 | 2465,6 | 83,4 | 02/01/2015 | 157 |
| 2016 | 1886,7 | 87,0 | 13/10/2016 | 141 |

Resumo Anual

| ANO | Total anual | Máxima diária | Dias de chuva |
|-----------|-------------|---------------|---------------|
| MÉDIA | 2012,3 | 111,3 | 131,4 |
| MÍNIMA | 1394,7 | 83,4 | 112,0 |
| MÁXIMA | 2479,5 | 168,0 | 157,0 |
| D. PADRAO | 316,7 | 23,8 | 12,4 |

Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

| | | | | | |
|------------|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Estação: | FAZENDA SANTO ANTONIO | Código: | 02652048 | Entidade: | AGUASPARANÁ |
| Município: | Pato Branco | Instalação: | 04/03/2004 | Extinção: | 30/06/2008 |
| Tipo: | PPrT | Bacia: | Iguaçu | Sub-bacia: | 7 |
| Altitude: | 720,000 m | Latitude: | 26° 17' 58" | Longitude: | 52° 37' 37" |

| ANO | Total anual | Máxima diária | Data da ocorrência | Dias de chuva |
|------|-------------|---------------|--------------------|---------------|
| 2004 | - | - | - | - |
| 2005 | 796,2 | 88,4 | 18/06/2005 | 247 |
| 2006 | 265,4 | 50,6 | 02/10/2006 | 269 |
| 2007 | 649,0 | 111,2 | 09/11/2007 | 239 |
| 2008 | - | - | - | - |

Resumo Anual

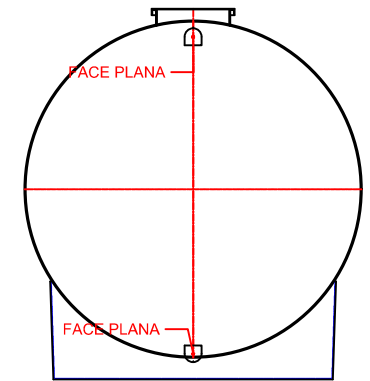
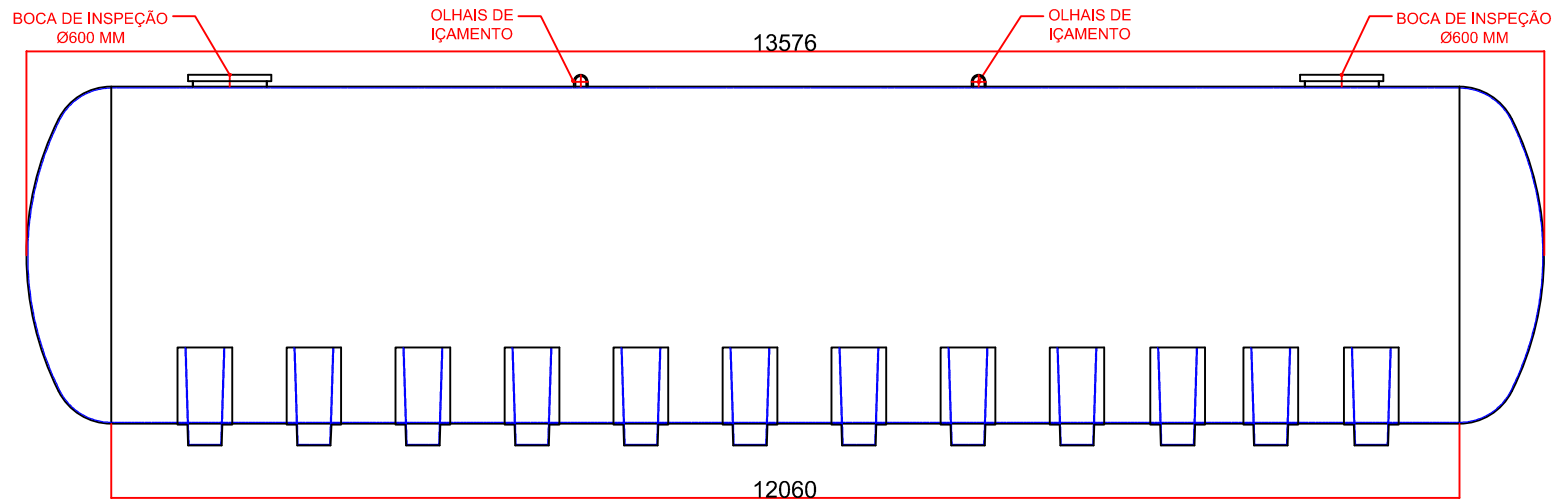
| ANO | Total anual | Máxima diária | Dias de chuva |
|-----------|-------------|---------------|---------------|
| MÉDIA | 570,2 | 83,4 | 251,7 |
| MÍNIMA | 265,4 | 50,6 | 239,0 |
| MÁXIMA | 796,2 | 111,2 | 269,0 |
| D. PADRAO | 223,7 | 25,0 | 12,7 |

ANEXO C - TABELA DE CÁLCULOS UTILIZANDO O MÉTODO DE RIPPL

| TABELA DE CÁLCULOS UTILIZANDO O MÉTODO DE RIPPL | | | | | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|---|---------------------------------------|
| Coef de Runoff | 0,8 | | | | | |
| Meses | Chuva média mensal (mm) | Demanda mensal (m ³) | Área de Captação (m ²) | Vol. De chuva mensal (m ³) | Diferença entre vol. De demanda e volume de chuva (m ³) | Diferença acumulada (m ³) |
| Janeiro | 202,7 | 47,43 | 322,14 | 52,24 | -4,81 | 0 |
| Fevereiro | 139,5 | 47,43 | 322,14 | 35,95 | 11,48 | 11,48 |
| Março | 170,1 | 47,43 | 322,14 | 43,84 | 3,59 | 15,07 |
| Abril | 130,5 | 47,43 | 322,14 | 33,63 | 13,80 | 28,87 |
| Maiο | 175,1 | 47,43 | 322,14 | 45,13 | 2,30 | 31,18 |
| Junho | 150 | 47,43 | 322,14 | 38,66 | 8,77 | 39,95 |
| Julho | 107,9 | 47,43 | 322,14 | 27,81 | 19,62 | 59,57 |
| Agosto | 112 | 47,43 | 322,14 | 28,86 | 18,57 | 78,14 |
| Setembro | 141,3 | 47,43 | 322,14 | 36,41 | 11,02 | 89,15 |
| Outubro | 242,8 | 47,43 | 322,14 | 62,57 | -15,14 | 74,01 |
| Novembro | 180,3 | 47,43 | 322,14 | 46,47 | 0,96 | 74,98 |
| Dezembro | 170,1 | 47,43 | 322,14 | 43,84 | 3,59 | 78,57 |
| | | | | | TOTAL | 89,15 |

ANEXO D – MODELO DE CISTERNA DE 90.000L DO FABRICANTE BAKOFF

TANQUE 90M3



| | | | | |
|----------------------------|----------|-------------------|------------|--|
| Cliente: BAKOF TEC. | | | | BAKOF PLÁSTICOS LTDA. BR386-Km35-Frederico Westphalen RS. |
| Pedido: xxxxxxxx | | Material: PRFV | | |
| | DATA | NOME | Unid.: mm | DESCRIÇÃO: TANQUE CIL HORIZONTAL 90.000LTS |
| PROJ. | 18/10/22 | KAROLAINE S. DIAS | Quant.: 01 | |
| DES. | 18/10/22 | KAROLAINE S. DIAS | Peça: | |
| APROV. | 18/10/22 | KAROLAINE S. DIAS | Escala: | |