

---

# ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL contemporânea: inovação, tecnologia e sustentabilidade

---

**Adriano Mesquita Soares**  
(Organizador)



## **Direção Editorial**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

## **Organizador**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

## **Capa**

AYA Editora

## **Revisão**

Os Autores

## **Executiva de Negócios**

Ana Lucia Ribeiro Soares

## **Produção Editorial**

AYA Editora

## **Imagens de Capa**

br.freepik.com

## **Área do Conhecimento**

Engenharia

# **Conselho Editorial**

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

*Instituto Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

*Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP*

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

*Centro Universitário FACEX*

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

*Universidade do Estado de Minas Gerais*

Prof.ª Ma. Denise Pereira

*Faculdade Sudoeste – FASU*

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

*Universidade Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença*

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

*Universidade de Santa Cruz do Sul*

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Me. Jorge Soistak

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara*

Prof.º Me. José Henrique de Goes

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

*Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

*Faculdade Santana*

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

*Universidade Federal Rural de Pernambuco*

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

*Universidade Norte do Paraná*

Prof.º Me. Milson dos Santos Barbosa

*Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP*

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

*Universidade Estadual do Centro-Oeste*

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

*Instituto Federal do Acre*

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

*Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

*Universidade Federal do Piauí*

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda

Santos

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

*Instituto Federal de Santa Catarina*

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional, FNDE*

© 2021 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas desta obra são integralmente de responsabilidade de seus autores.

---

A772 Arquitetura e engenharia civil contemporânea inovação, tecnologia e sustentabilidade [recurso eletrônico]. / Adriano Mesquita Soares (organizador) -- Ponta Grossa: Aya, 2021. 223 p. – ISBN 978-65-88580-77-6

Inclui biografia  
Inclui índice  
Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
DOI 10.47573/aya.88580.2.48

1. Engenharia civil. 2. Materiais de construção. 3. Concreto. 4. Geração de energia fotovoltaica. 5. Sistemas de energia fotovoltaica. 6. Engenharia elétrica. 7. Energia solar. 8. Acidentes – Prevenção. 9. Estações meteorológicas. 10. Arquitetura. I. Soares, Adriano Mesquita. II. Título

CDD: 624

---

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

## **International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora EIRELI**

### **AYA Editora©**

CNPJ: 36.140.631/0001-53  
Fone: +55 42 3086-3131  
E-mail: contato@ayaeditora.com.br  
Site: <https://ayaeditora.com.br>  
Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557  
Ponta Grossa - Paraná - Brasil  
84.071-150



# SUMÁRIO

Apresentação ..... 9

01

Comparação de mistura asfáltica usinada a quente sem material fresado e mistura asfáltica com substituição com material fresado ..... 10

Lucas Moreira Pasinato

Eduardo Damin

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.1

02

Estudo da influência da substituição de agregado miúdo natural por areia de britagem nas propriedades físicas e mecânicas do concreto ..... 22

Carlos de Azevedo

Michel Fernando Albertim

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.2

03

Análise de viabilidade financeira com a utilização de tubulação de concreto e de polietileno de alta densidade ..... 42

Carolina Oliveira de Abreu

William Torres

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.3

04

Trâmites burocráticos para liberação da instalação de sistemas geradores fotovoltaicos ..... 55

Agnes Lopes Caon

Josimar Rocha da Silva

**Rafael Lima de Oliveira**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.4

## 05

**Eficiência e regularidade do sistema de iluminação pública da avenida Senador Francisco Tinoco do município de Itaperuna-RJ..... 69**

**Beatriz de Oliveira Garcia**

**Daniel Silva Garibaldi**

**Rafael Lima de Oliveira**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.5

## 06

**Proposta de projeto de usina fotovoltaica para a prefeitura municipal de Varre Sai – RJ..... 85**

**Leonardo Pelegrini de Oliveira**

**Rafael Carobini Lisboa**

**Rafael Lima de Oliveira**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.6

## 07

**Neurociência aplicada à arquitetura: anteprojeto de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna..... 95**

**Júlia Helena Santa Maria Moraes**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.7

## 08

**O engenheiro eletricitista sob a perspectiva da prevenção de acidentes na instalação e manutenção elétrica ..... 113**

**Sávio Nunes Faria**

**Rafael Lima de Oliveira**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.8

**09**

**Estação meteorológica IOT de baixo custo  
autossustentável ..... 127**

**Amanda Genovez Lacerda**

**Emilly Prudencio de Souza Rosa**

**Jhonatan da Silva Mazoque**

**Rafael Lima de Oliveira**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.9

**10**

**Projeto de usina fotovoltaica com potência instalada de  
12kwp..... 143**

**Felipe Arêdes Dalla Paula Rodrigues**

**Rafael Lima de Oliveira**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.10

**11**

**Análise da eficiência através do PVsyst de seguidores  
solares em sistemas de geração fotovoltaica  
conectados à rede ..... 161**

**Márcio Cândido Pereira**

**Rafael Lima de Oliveira**

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.11

**12**

**O impacto da covid-19 no sistema de obras  
públicas.....179**

**Orlando Prudêncio de Souza Filho**



**Reuel dos Santos Bandeira**  
**Matheus Gomes Gato**  
**Wellington Charles Costa Sousa**

**DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.12**

# 13

**Associativismo e cooperativismo urbano: etapas do processo da gestão contratual com Associações e Cooperativas no uso de bem imóvel público pertencente ao Estado do Maranhão.....194**

**Fábio Lavrador Silva**

**DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.13**

# 14

**Análise de sinais e sistemas.....203**

**Paulo Henrique Castro Costa**

**Ricardo Santos Silva**

**Vicente Carlos Silva e Silva**

**Rodolfo Ricardo Rocha Schiemann**

**Jonathan Araújo Queiroz**

**DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.14**

**Índice Remissivo.....216**

**Organizador.....222**

# Apresentação

Apresentar um livro é sempre um prazer e muito desafiador, principalmente por nele conter tanto de cada autor, de cada pesquisa, suas aspirações, suas expectativas, seus achados e o mais importante de tudo a disseminação do conhecimento produzido cientificamente.

Portanto, este livro “Arquitetura e Engenharia Civil contemporânea: inovação, tecnologia e sustentabilidade” é resultado dos estudos desenvolvidos por diversos pesquisadores e que tem como finalidade ampliar o conhecimento aplicado à área de arquitetura e engenharia civil evidenciando o quão presentes elas se encontram em diversos contextos organizacionais e profissionais, em busca da disseminação do conhecimento e do aprimoramento das competências profissionais e acadêmicas.

Este volume traz quatorze (14) capítulos com as mais diversas temáticas e discussões, as quais mostram cada vez mais a necessidade da realização de estudos voltados para área de arquitetura e engenharia civil. Os estudos abordam discussões como: a comparação de mistura asfáltica usinada a quente sem material fresado e mistura asfáltica com substituição com material fresado; um estudo da influência da substituição de agregado miúdo natural por areia de britagem nas propriedades físicas e mecânicas do concreto; análise de viabilidade financeira com a utilização de tubulação de concreto e de polietileno de alta densidade; análise de viabilidade financeira com a utilização de tubulação de concreto e de polietileno de alta densidade; burocracia para liberação da instalação de sistemas geradores fotovoltaicos; eficiência e regularidade do sistema de iluminação pública; projetos de usinas fotovoltaicas; neurociência aplicada à arquitetura; o engenheiro eletricitista sob a perspectiva da prevenção de acidentes na instalação e manutenção elétrica; estação meteorológica IOT de baixo custo autossustentável; análise da eficiência através do PVsyst de seguidores solares em sistemas de geração fotovoltaica conectados à rede; o impacto da covid-19 no sistema de obras públicas; associativismo e cooperativismo urbano e por fim, um estudo sobre a análise de sinais e sistemas.

Por esta breve apresentação percebe-se o quão diverso, profícuo e interessante são os artigos/capítulos trazidos para este volume, aproveito o ensejo para parabenizar os autores aos quais se dispuseram a compartilhar todo conhecimento científico produzido.

Espero que de uma maneira ou de outra os leitores que tiverem a possibilidade de ler este volume, tenham a mesma satisfação que senti ao ler cada capítulo.

Boa leitura!

*Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares*

# 01

## **Comparação de mistura asfáltica usinada a quente sem material fresado e mistura asfáltica com substituição com material fresado**

## **Comparison of hot machined asphalt mixture without milled material and asphalt mixture with replacement with milled material**

---

**Lucas Moreira Pasinatto**

*Acadêmico de Engenharia Civil, UDC, Medianeira – PR*

**Eduardo Damini**

*Engenheiro Civil, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil, UDC,  
Medianeira – PR*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.1](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.1)



# Resumo

Buscando a evolução na infraestrutura rodoviária, cada vez mais, percebe-se à necessidade de utilização de novos materiais e métodos. Outro fator importante é a questão ambiental, pois o CAP é derivado de petróleo, também diminuir as explorações de jazidas de rochas. O objetivo será a verificação da viabilidade técnica, substituição de agregado convencional por material fresado, analisando o desempenho mecânico, parâmetros da mistura e a influência da substituição do material. A comparação será feita com um projeto já conhecido que atende todas as normas do DNIT, partindo deste projeto foi feita a substituição de 15%, 25% e 35% por material fresado. Através de esses projetos analisar os resultados se obtenha resultados melhores ou não, visto que o agregado já irá possuir um teor de CAP incorporado, em contrapartida sabe-se que haverá uma grande variação granulométrica devido ao processo de fresagem, podendo assim causar variação da composição do projeto. Foram realizados ensaios de desempenho mecânico, análise dos parâmetros da mistura e analisar a substituição. Conclui-se a partir dos ensaios realizados os resultados foram satisfatórios e mostrou que é possível realizar a substituição atendendo todas as especificação normativas.

**Palavras-chave:** mistura asfáltica. fresagem. reciclagem.

# Abstract

Seeking the evolution of road infrastructure, increasingly, it is perceived the need to use new materials and methods. Another important factor is the environmental issue, as the CAP is derived from oil, it also reduces the exploration of rock deposits. The objective will be to verify the technical feasibility, replacement of conventional aggregate by milled material, analyzing the mechanical performance, mixing parameters and the influence of material replacement. The comparison will be made with an already known project that meets all DNIT standards, starting from this project, 15%, 25% and 35% were replaced by milled material. Through these projects, analyzing the results to obtain better results or not, since the aggregate will already have a content of CAP incorporated, on the other hand, it is known that there will be a large grain size variation due to the milling process, which may cause compositional variation from the project. Mechanical performance tests were performed, the parameters of the mixture were analyzed and the substitution was analyzed. It was concluded from the tests performed the results were satisfactory and showed that it is possible to perform the substitution according to all normative specifications.

**Keywords:** asphalt mixture. milling. recycling.

## INTRODUÇÃO

O tema surgiu com objetivo de analisar o potencial de material que hoje é pouco utilizado e que pode gerar economia e melhor desempenho da mistura asfáltica. Em países de primeiro mundo esse método já é utilizado, principalmente para baratear o custo da pavimentação que hoje ainda é considerado um custo caro devido ao alto custo do CAP.

No Brasil, a infraestrutura é bem defasada, mesmo sendo a maior matriz de transporte do país, isso gera uma grande expectativa de evolução na parte de infraestrutura.

O pavimento é uma estrutura formada de múltiplas camadas e espessuras feitas sobre a última camada da terraplanagem. Com função de resistir e distribuir os esforços do tráfego de veículos acima no pavimento, também busca proporcionar um melhor conforto para o usuário da via.

No Brasil o pavimento mais utilizado é o pavimento do tipo flexível, que é baseado na utilização de CAP que é derivado de petróleo e que é um material fóssil, com isso também tem uma questão ambiental, pois o petróleo é um material não renovável. Com isso precisamos encontrar um jeito de reaproveitar o máximo do material, de um jeito que não afete o produto final.

“A utilização de materiais provenientes da reciclagem pode se tornar uma aplicação construtiva com boa aceitação no setor rodoviário, além de contribuir na política de sustentabilidade (CENTOFANTE, 2016, p. 13)”.

Um das principais ideias para a reutilização é, utilizar o material fresado para fazer novamente uma mistura. Com isso vamos analisar o que acontece com a mistura, utilizando o material fresado, e fazer uma comparação com a mesma mistura sem a utilização de fresado, e então apresentar uma comparação entre as misturas asfálticas buscando mostrar se houve alguma melhoria em relação a suas características físicas como: Estabilidade Marshall, Fluência, Resistência à tração por compressão diametral.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo principal verificar a viabilidade técnica da substituição de agregado pétreo convencional por material fresado no concreto asfáltico. Com o propósito de analisando o possível potencial de material que pode gerar uma grande economia e melhoraria no desempenho da mistura asfáltica, e assim reaproveitar uma matéria prima de material fóssil que ajuda o meio ambiente.

## BASE TEÓRICA

Segundo o DNIT (2006), a reciclagem dos pavimentos consiste em uma solução para alguns problemas encontrados nos grandes centros urbanos e, ainda oferece inúmeras vantagens em relação à utilização de matérias virgens convencionais. Entre os benefícios da reciclagem está à conservação de agregados, ligantes e de energia, bem como a preservação ambiental e, também a restauração das condições geométricas existentes, além da diminuição dos custos com a implantação.

Um estudo realizado em 1997 pela FHWA explica que alguns benefícios do material reciclado são bem maiores do que apenas redução de custos. A reciclagem dos pavimentos é

uma alternativa útil, pois reduz a utilização de agregados virgens e a quantidade de ligante asfáltico necessária na produção de misturas asfálticas.

De acordo com Brosseaud (2011), o surgimento da reciclagem das matérias na pavimentação corresponde à necessidade de proteger o meio ambiente, economizando em matérias provenientes de recursos naturais.

Ainda segundo DNIT (2006), além da reutilização dos agregados proporcionarem uma diminuição na demanda de novas matérias, bem como prolongando o tempo de exploração das jazidas existentes, a reutilização dos ligantes constitui uma nova vantagem considerada, também de grande importância. Logo, como a reutilização do asfalto envelhecido, pode-se reduzir a quantidade de asfalto novo para a restauração do pavimento. Além disso, como a adoção de técnicas de reciclagem, é possível que as condições geométricas da pista sejam mantidas ou modificadas com facilidade.

Para Suzuki *et al.* (2004) a restauração de pavimentos utilizando a técnica de reciclagem consiste em um método bastante promissor quando a superfície a qual será reciclada apresenta grau de fissuramento acentuado, o qual possa ser conduzido ao problema de reflexão de trincas nas camadas subjacentes dos reforços, ou, ainda, que exija espessuras elevadas de recapeamento. Além disso, reciclagem é designada como alternativa para a reabilitação de pavimentos, à medida que é utilizada a reutilização dos materiais constituintes do próprio pavimento para fins de trabalhos de reconstrução e conservação, o que propicia uma melhora na redução da demanda de matérias novas e, ainda prolongando o período de exploração e fornecimento nas jazidas e pedreiras.

DNIT (2006), através do manual de restauração de pavimentos, aborda a reciclagem como uma solução para muitos problemas de pavimentação e oferece, ainda as técnicas de aplicação de acordo alguns critérios estabelecidos:

- Observação dos defeitos dos pavimentos;
- Determinação das causas prováveis dos defeitos, baseada em estudos laboratoriais e de campo;
- Informações de projeto e histórico das intervenções de conservação;
- Custos;
- Histórico do desempenho do pavimento;
- Restrições quando à geometria da rodovia (horizontal e vertical);
- Fatores ambientais;
- Tráfego.

Conforme Brosseaud (2011), há uma grande quantidade de técnicas de reciclagem as quais se pode utilizar material asfáltico fresado, o RAP - *Reclaimed Asphalt*, como é conhecida internacionalmente, onde o desenvolvimento da reciclagem é muito variável de um país para o outro, ou mesmo de região para região. Nos Estados Unidos, os materiais mais reciclados são as misturas asfálticas, sendo mais de 80 milhões de toneladas por ano, o que representa aproximadamente, duas vezes mais que os materiais (papéis, vidros, plásticos e alumínio) os quais, juntos se somam 40 milhões de toneladas por ano.



Reciclagem de pavimentação em usinas a quente nesse método, o RAP é combinado com agregados virgens e cimento asfáltico, pode ser reciclado tanto em usina gravimétrica quanto volumétricas. O RAP é geralmente obtido através da fresagem do pavimento ou por processo de trituração.

Importância ambiental, há muitas vantagens em se aplicar a reciclagem de pavimentos, entre elas podemos citar a reutilização dos agregados dos pavimentos degradados, diminuindo a demanda de novos materiais (preservando o meio ambiente, diminuindo a exploração de jazidas e geração de resíduos passivos), além disso, o ligante remanescente do revestimento degradado pode ter suas propriedades restabelecidas pela adição de asfalto novo ou rejuvenescedor.

Pavimento flexível é aquele em que seu revestimento asfáltico é composto por misturas de ligantes asfáltico e agregado. De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos flexíveis são aqueles compostos por uma camada superficial asfáltica – revestimento, apoiadas em camadas de base, sub-base e de reforço do subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentícias, e que sob carregamento sofre deformação elástica em todas as camadas.

Manutenção de pavimentação flexível, ao longo do tempo, a vida útil do pavimento flexível vai se esgotando devido ao grande esforço gerado pelo tráfego de veículos, com isso é preciso fazer as manutenções necessárias, algumas das principais manutenções feitas no Brasil são: remendo localizado, recuperação superficial e restauração, ambas consistem em retirar parte ou toda a camada de rolamento e substituir esse material comprometido.

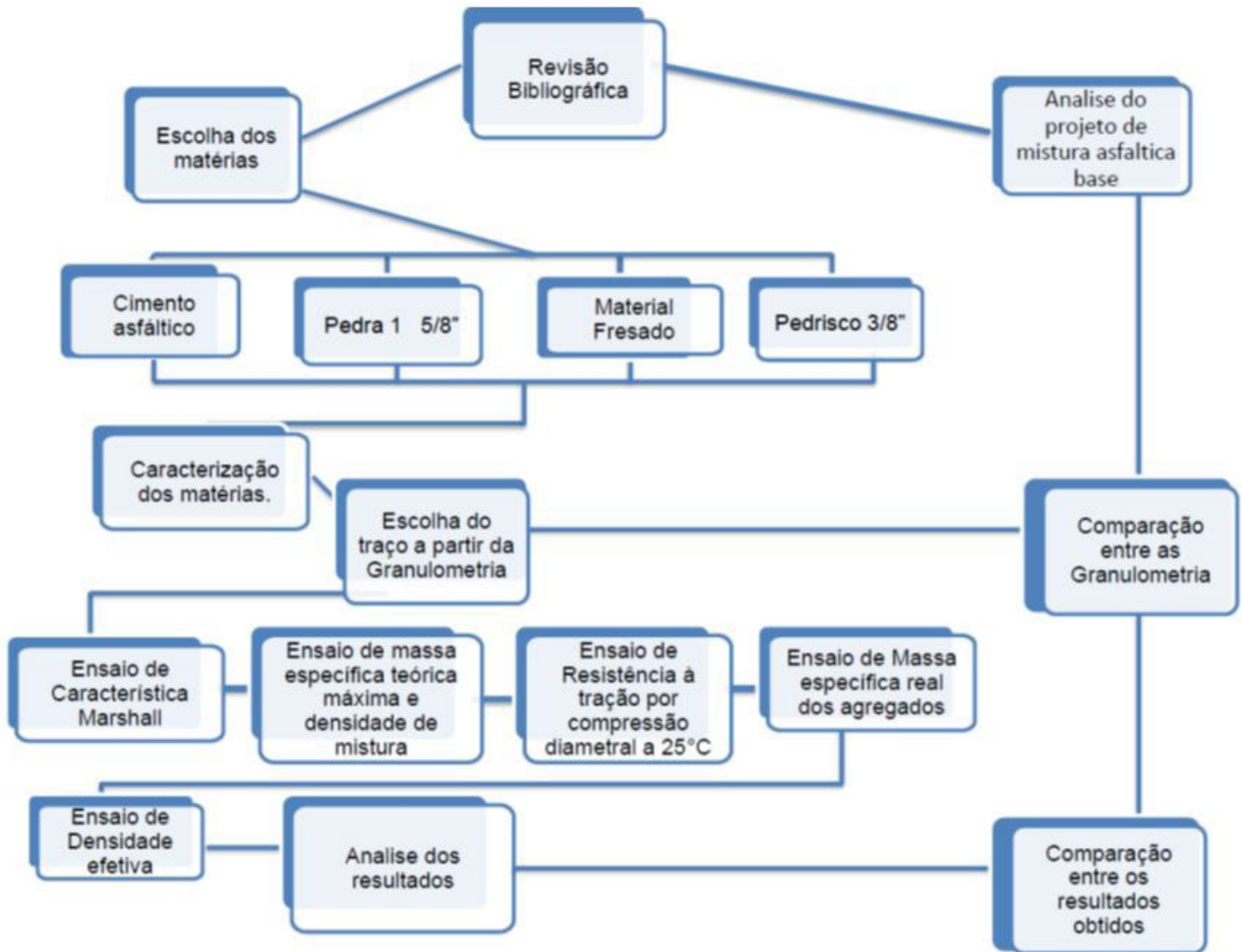
Descrições das principais manutenções se constitui no conjunto de operações que de desenvolvidas objetivadas manterem ou elevar, a níveis desejáveis e homogêneos, as características gerais de desempenho, segurança, conforto e economia do pavimento, as principais manutenções são:

- Remendo localizado: É um conjunto de operações destinadas a corrigir a manifestação de ruína específica ocorrentes no nível do pavimento flexível, essa operação é considerada de porte pequeno.
- Recuperação superficial: É um conjunto de operações destinadas a corrigir falhas superficiais tais como fissuração, desagregação, desgastes e trilhos de roda de até 2,5 cm.
- Restauração: É um conjunto de operação destinado a restabelecer o perfeito funcionamento do pavimento, podendo remover uma ou mais camadas e substituição das mesmas.

## METODOLOGIA

O cristeiro de avaliação das misturas asfálticas sera baseado em 3 partes: Desempenho mecânico, Parâmetros da misturas e Influência das substituição. Todo o estudo foi realizado em laboratório.

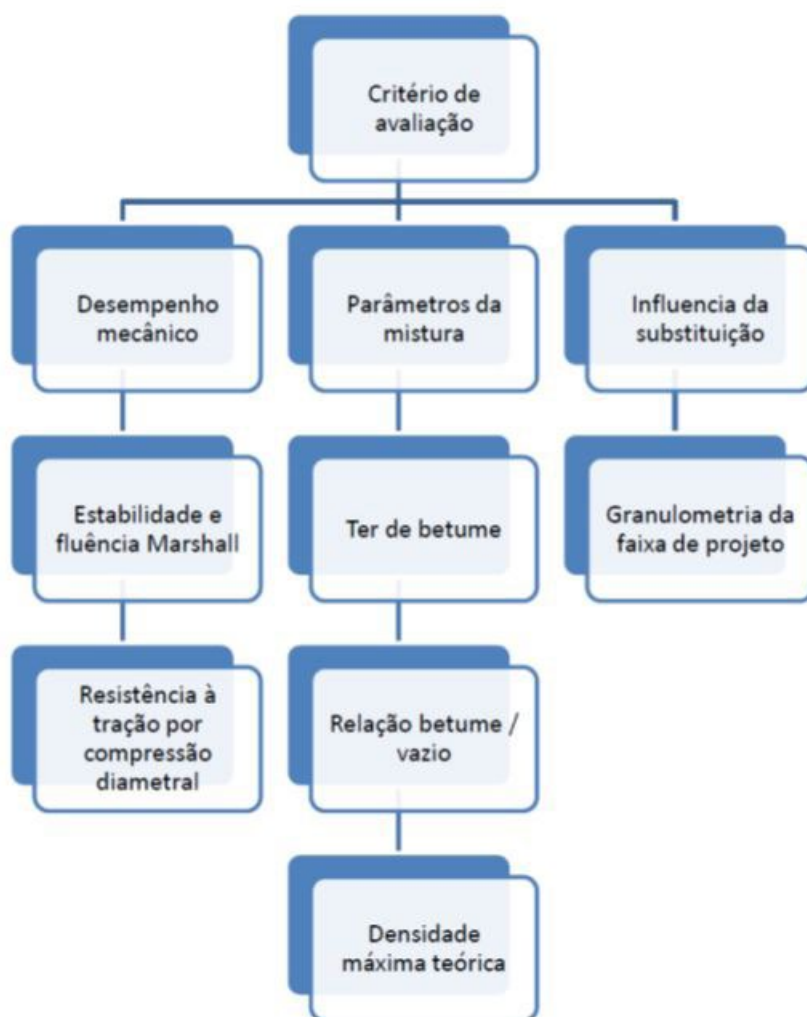
Figura 1 – Método adotado



Fonte: Autor, 2021

Inicialmente foram definidas os matérias que seriam utilizados para a elaboração do trabalho para a serem desenvolvidos os projetos de mistura asfáltica para analisar a influência da substituição do material fresado, e realizar a uma comparação entre os projetos com a substituição de material fresado e sem a substituição de material fresado.

Figura 2 - Critério de avaliação



Fonte: Autor, 2021

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dosagem de teor de betume, para podermos fazer a dosagem dos teores de betume com a substituição de material, foi preciso levar em consideração o teor de betume que já existia no agregado, e fazer a dosagem apenas da diferença de betume para realizar a dosagem Marshall.

Como podemos observar nas tabelas a seguir:

Tabela 1 - Teor ótimo de dosagem do projeto com substituição de 15 %

Teor ótimo de Dosagem 4,2 (%)	
Teor médio de material fresado (%)	2,5
% de material fresado na mistura (%)	15
Teor de médio em 15% (%)	0,38
<b>Teor final da mistura (%)</b>	<b>4,58</b>

Fonte: Autor, 2021



**Tabela 2 - Teor ótimo de dosagem do projeto com substituição de 25 %**

<b>Teor ótimo de Dosagem 3,8 (%)</b>	
Teor médio de material fresado (%)	<b>2,5</b>
% de material fresado na mistura (%)	<b>25</b>
Teor de médio em 25% (%)	<b>0,63</b>
<b>Teor final da mistura (%)</b>	<b>4,43</b>

Fonte: Autor, 2021

**Tabela 3 - Teor ótimo de dosagem do projeto com substituição de 35 %**

<b>Teor ótimo de Dosagem 3,4 (%)</b>	
Teor médio de material fresado (%)	<b>2,5</b>
% de material fresado na mistura (%)	<b>35</b>
Teor de médio em 35% (%)	<b>0,88</b>
<b>Teor final da mistura (%)</b>	<b>4,28</b>

Fonte: Autor, 2021

Estabilidade e fluência Marshall para a realização desses ensaios foi utilizado 3 CPs de cada teor de betume para a determinação da fluência e estabilidade. No projeto sem a substituição de material fresado a estabilidade com o melhor resultado foi encontrada com o teor de 3,5%, porem com seu teor ótimo de projeto a estabilidade é de 1,265. Já a fluência o melhor resultado como já esperado foi encontrado com o maior teor de 5,5%, porem o utilizando o teor ótimo de projeto a fluência encontrada foi de 3,5 mm.

No projeto com a substituição de 15% de material fresado o melhor resultado da estabilidade foi encontrado com o teor de 4,5 %, já com o seu teor ótimo de projeto a estabilidade encontrada foi de 1,321. Já a fluência o melhor resultado foi encontrado com o teor de 5,5%, porem utilizando o teor ótimo de projeto à fluência é de 3,49 mm. No projeto com a substituição de 25% de material fresado o melhor resultada da estabilidade foi encontrado com o teor de 4,5 %, já com o seu teor ótimo de betume a estabilidade encontrada foi de 1,251. Já a fluência o melhor resultado foi encontrado com o teor de 5,00%, com, porem utilizando o teor ótimo de projeto à fluência é de 3,52 mm.

E no projeto com a substituição de 35% de material fresado o melhor resultada da estabilidade foi encontrado com o teor de 3,00 %, já com o seu teor ótimo de betume a estabilidade encontrada foi de 1,070. Já a fluência o melhor resultado foi encontrado com o teor de 5,00%, porem utilizando o teor ótimo de projeto à fluência é de 3,49 mm.

Volume de vazios, no comparativo entre os volumes vazio de cada projeto podemos verificar que todos os projetos ficaram dentro da especificação da norma que é de 3% a 5%, o com o menor volume de vazio foi o projeto com 15% de substituição que chegou em 3,67% de volume de vazio, com seu teor ótimo, que chegou a dar 0,64% de diferença em comparação ao projeto sem a substituição de material fresado que apresentou 4,31% de volume de vazio no seu teor ótimo, já os projeto com substituição o volume de vazios ficou em 4,43 %, o projeto com 35% de substituição foi o projeto que apresentou um maior volume de vazio o resultado encontrado foi de 4,44%, sendo assim o único projeto com substituição que apresentou um volume de vazios maior do que o projeto sem a substituição de material fresado.

Resistência a tração por compressão diametral a 25°C é possível observar que a resis-

tência tem relação direta com o teor de betume, acontece igual com a estabilidade ao chegar a um determinado limite começa a cair. Também podemos analisar que os projetos com a substituição de material fresado foi encontrada um resistência melhor do que o projeto sem a substituição. Isso está ligado diretamente o número de vazios da mistura asfáltica, o projeto sem a substituição 4,31 % de vazios, o projeto com 15% de substituição de material fresado foi encontrado 3,46% de vazios, o projeto com 25% de substituição de matéria fresado foi encontrado 3,72% de vazios, já no projeto com 35% de substituição de material fresado o resultado encontrado foi de 4,44 %. Os autores verificaram que menores consumos de material fresado nas misturas aumentaram a densidade da mesma, principalmente devido à diminuição do índice de vazios e isso influencia diretamente na resistência.

Densidade teórica máxima, foi possível analisar que teoricamente quanto maior for o teor de betume, menor será a densidade. Com a elaboração dos projetos foi notado que a maior densidade foi encontrada foi no projeto com 15 % de substituição de material fresado mesmo seu teor sendo superior aos demais projetos com substituição, já os projetos com 25 e 35% teve um queda na sua densidade até praticamente fica igual a do projeto sem a substituição de material fresado, isso deve-se a seus teores ótimos serem bem mais baixos do que os outros projetos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de material fresado gera uma grande economia financeira, pois como foi analisado nos projetos com a substituição com material fresado, houve uma queda significativa no teor ótimo. Outro ponto que vale ressaltar é a questão ambiental, como o aproveitamento do material fresado, irar diminuir a exploração de jazidas de materiais pétreos, e a diminuição de material derivado de petróleo.

Nas composições dos projetos foi observado que é possível fazer a substituição por material fresado.

Como esperado o projeto com maior substituição de material fresado o teor de dosagem encontrado foi de 3,40%, como uma redução de 1,40% de betume, já os projetos com 15 e 25%, que apresentaram uma redução de 0,60 e 1,00% respectivamente.

Na estabilidade e fluência Marshall, a melhor estabilidade foi de 1.321Kgf, no projeto com 15% de substituição de material fresado, o projeto com 25% de substituição ficou bem próximo do projeto sem a substituição de material fresado, a estabilidade do projeto com 25% de substituição foi de 1.251Kgf, e o sem substituição foi de 1.265 Kgf, já o projeto com 35% de substituição de material a estabilidade abaixa bastante ficou em 1.070 Kgf.

Os volumes de vazios o projeto com 15% de substituição apresentou um volume de vazios de 3,46% ficando bem abaixo dos demais projetos, o projeto com 35% de substituição de material de fresado o volume de vazios encontrado foi de 4,44% sendo o maior volume de vazios entre os projetos, o projeto com 25% de substituição o volume de vazios também ficou abaixo do projeto sem a substituição de material fresado, o projeto com 25% de substituição o volume de vazios encontrado foi de 3,72%, já o projeto sem a substituição foi de 4,31%.

No quesito resistência a tração por compressão diametral o projeto com 15 % de substituição chegou a 1,20 Mpa, sendo a maior resistência encontrada entre os projetos analisados,

o projeto que apresentou a resistência mais baixa foi o com substituição de 35% que foi de 1,12 Mpa, já o projeto com 25% de substituição a resistência encontrada foi de 1,17 Mpa, o projeto sem a substituição de material fresado a resistência é de 1,15 Mpa. Como é possível perceber a utilização de material fresado pode fazer que a mistura tenha um melhoramento na sua resistência, se dosado na quantidade certa.

A relação betume vazio o menor resultado encontrado foi o do projeto sem a substituição de material fresado que obteve 75,70%, já a maior relação foi do projeto com 15% de substituição de material fresado que atingiu 78,50%, os projetos com 25 e 35% de substituição ficaram com relação de 76,10% e 76,30%, isso se deve ao volume de vazio encontrado nas misturas.

A densidade teórica máxima, o projeto que teve o melhor resultado foi o de 15% de substituição que foi de 2,694 g/cm<sup>3</sup>, já o de 25% de material fresado foi de 2,684 g/cm<sup>3</sup>, o de 35% foi de 2,670 g/cm<sup>3</sup>, já o projeto sem a substituição foi de 2,671 g/cm<sup>3</sup>, com isso podemos perceber que a porcentagem de material fresado influencia diretamente na densidade, devido a influência do material fresado no teor de betume.

Após analisar todos esses aspectos mecânicos, a influência da substituição e os parâmetros das misturas, o projeto que se destacou com seus resultados foi o com 15% de substituição de material fresado, que apresentou uma economia de 0,38% de betume, e apresentou uma mistura com a resistência a tração por compressão diametral de 1,20 Mpa, e com um volume de vazios de 3,67%, analisando esses aspectos mostrou-se o projeto que geraria uma economia, e melhoraria significativa nos seus aspectos mecânicos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, em primeiro lugar, por sempre colocar tudo em seu devido lugar.

Agradeço o professor Ms. Eduardo Damin por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

A todos os meus professores do curso de Engenharia civil da Faculdade Educacional de Medianeira pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Ao meu pai Genesio Pasinato, e meu avô Ricardo Santo Pasinato que vieram a óbito nesse ano, e que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

À minha mãe Rosemary Catia Moreira Pasinato que sempre continuou a me apoiar.

À minha namorada Heloisa Bolzon pela compreensão e paciência demonstrada durante o período do projeto.

## REFERÊNCIAS

ANDRÉ. Materiais Pétreos e Betuminosos. 2018. PERGUNTAS. Disponível em: [http://sinop.unemat.br/site\\_antigo/prof/foto\\_p\\_downloads/fot\\_715501\\_pdf.pdf](http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_715501_pdf.pdf). Acesso em: 18 maio 2021.

BRASIL. Comissão de Assistência Técnica Petrobras. Comissão de Assistência Técnica Petrobras. Asfalto informações técnicas. 2012. Elaborado por Petrobras. Disponível em: [http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciatecnica/public/downloads/Asfalto-Infomacoes\\_Tecnicas.pdf](http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciatecnica/public/downloads/Asfalto-Infomacoes_Tecnicas.pdf). Acesso em: 13 maio 2021.

BROSSEAUD, Y. Reciclagem de misturas asfálticas: Evolução após 20 anos e a situação atual na França. In: 7º CONGRESSO BRASILEIRO DE RODOVIAS E CONCESSÕES, 2011, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, 2011.

CANCHANYA, Job Pérez. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO E REOLÓGICO DE MISTURA ASFÁLTICA COM AD. 2017. 132 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – Ufsc, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/188528/PECV1101-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 mar. 2021.

CENTOFANTE, Roberta *et al.* Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas a quente com inserção de material fresado. 2018. 3 v. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-70762018000300431](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000300431). Acesso em: 05 mar. 2021.

CENTONTE, Roberta. ESTUDO LABORATORIAL DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAL FRESADO EM MISTURAS ASFÁLTICA RECICLADAS A QUENTE. 2016. 163 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7915/CENTOFANTE%2c%20ROBERTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 mar. 2021.

CUNHA, Cristiane Bolina da *et al.* Performance evaluation of hot asphalt concrete with incorporation of RAP. 2018. 3 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762018000300439&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762018000300439&script=sci_arttext). Acesso em: 05 mar. 2020.

CUNHA, Cristiane Bolina da. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE COM INCORPORAÇÃO DE MATERIAL FRESADO. 2014. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2014. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/1669/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20desempenho%20de%20concreto%20asf%C3%A1ltico%20usinado%20a%20quente%20com%20incorpora%C3%A7%C3%A3o%20de%20material%20fresado.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Pavimentação. 3º ed. Rio de Janeiro, 2006, 274 p.

DIREITOS e deveres: quais são as responsabilidades da concessionária de rodovia?: Situações que geram e não geram responsabilidade da concessionária. Situações que geram e não geram responsabilidade da concessionária. O conteúdo oferecido faz parte da Academia MOL.. Disponível em: <https://www.mediacaonline.com/blog/direitos-e-deveres-quais-sao-as-responsabilidades-da-concessionaria-de-rodovia/>. Acesso em: 18 maio 2021.

FERNANDES, Lucas Peduto Giangiulio; OTSUBO, Marcelo Toshio; SOUSA, Marlon Rodrigues Ribeiro de. Fresagem e reciclagem asfáltica em obras de reabilitação. 2018. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312007/mod\\_resource/content/1/Trabalho%201%20-%20Fresagem%20e%20reciclagem%20asf%C3%A1ltica%20em%20obras%20de%20reabilita%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4312007/mod_resource/content/1/Trabalho%201%20-%20Fresagem%20e%20reciclagem%20asf%C3%A1ltica%20em%20obras%20de%20reabilita%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso em: 05 mar. 2021.

SILVA, João Paulo Souza; FARIAS, Márcio Muniz. Estudos laboratoriais para determinação do comportamento da vida de fadiga de misturas asfálticas rejuvenescidas. 2020. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2020. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/1869/800>. Acesso em: 05 mar. 2021.

SUZUKI, Karina Yriko. AVALIAÇÃO DE MISTURA ASFALTICA RECICLADA A QUENTE COM DIFERENTES TEORES DE MATERIAL FRESADO. 2019. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-21082019-141957/publico/KarinaYurikoSuzukiCorr19.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2021.

TOBIAS, Breno Lacerda. DOSAGEM DE MISTURAS ASFÁLTICAS RECICLADAS CONTENDO PELO MENOS 25% DE MATERIAL FRESADO. 2013. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais, Departamento de Engenharia de Materiais, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

# 02

## **Estudo da influência da substituição de agregado miúdo natural por areia de britagem nas propriedades físicas e mecânicas do concreto**

### **Study of the influence of the replacement of natural thin aggregate by crushing sand on the physical and mechanical properties of concrete**

---

**Carlos de Azevedo**

*Acadêmico de Engenharia, Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira*

**Michel Fernando Albertim**

*Engenheiro Civil, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil, Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira*

**Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari**

*Professora Mestre do Curso de Engenharia Civil, Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.2](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.2)



# Resumo

A qualidade do concreto é diretamente proporcional à qualidade dos agregados nele empregados. Os agregados miúdos possuem uma grande importância por exercer considerável influência nas propriedades do concreto no estado fresco e endurecido e um papel fundamental na trabalhabilidade da mistura. Um dos mais utilizados é a areia natural, além dos danos ambientais que sua exploração por dragagem pode ocasionar, refletindo no aumento de seu custo. Esse trabalho apresenta a viabilidade da substituição parcial da areia natural por areia artificial proveniente de britagem nas proporções de 25, 50, 75, 100% nas composições das amostras. A areia de britagem possui as características físicas e químicas necessárias para ser utilizada na fabricação de concreto, porém, deve-se um cuidado maior na dosagem. Métodos de dosagem das amostras foram desenvolvidas a partir do método ABCP e ensaios normalizados, onde por meio foi desenvolvido os traços. Para cada traço foi quantificados o seu abatimento, resistência à compressão axial e a tração. Admite-se que objetivo principal desta pesquisa foi completamente atingido, sendo que foi comprovada a viabilidade da substituição parcial ou até mesmo total, da areia natural pela areia artificial, onde é possível desenvolver um concreto com qualidades físicas e mecânicas e uma ótima trabalhabilidade sem perda de resistência. Sendo assim, a areia de britagem apresenta todos os requisitos necessários a um agregado miúdo, mantendo a maioria das propriedades dos concretos convencionais.

**Palavras-chave:** areia de britagem. concreto. agregados miúdos.

# Abstract

The quality of concrete is directly proportional to the quality of the aggregates used in it. Fine aggregates are of great importance as they exert considerable influence on the properties of concrete in the fresh and hardened state and play a fundamental role in the workability of the mixture. One of the most used is natural sand, in addition to the environmental damage that its exploitation by dredging can cause, reflecting the increase in its cost. This present work presents the feasibility of partial replacement of natural sand by artificial sand from crushing in proportions of 25, 50, 75, 100% in the sample compositions. Crushing sand has the necessary physical and chemical characteristics to be used in the manufacture of concrete, however, it took greater care in the dosage. Sample dosage methods were developed from the ABCP method and standardized tests, where the traces were developed. For each mix, its slump, axial compression strength, and tensile strength were quantified. It is admitted that the main objective of this research was completely achieved, and the feasibility of partial or even total replacement of natural sand by artificial sand was proven, where it is possible to develop concrete with physical and mechanical qualities and excellent workability without loss of resistance. Thus, crushing sand has all the requirements for a fine aggregate, maintaining most of the properties of conventional concretes.

**keywords:** crushing sand. concrete. fine aggregates.

## INTRODUÇÃO

O sucesso do concreto de cimento Portland é relatado por diversos pesquisadores como sendo segundo produto mais consumido na economia global, depois da água. Cimento Portland é principal matéria prima do concreto, em conjunto com o aço, formão o concreto armado (IBRACON, 2009).

Segundo revista IBRACON (2009), o concreto pode ser encontrado em nossas casas de alvenaria, em rodovias, em pontes, nos edifícios mais altos do mundo, em torres de resfriamento, em usinas hidrelétricas e nucleares, em obras de saneamento, até em plataformas de extração petrolífera móveis. Ainda conforme a revista a estima-se que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, aproximadamente, um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano. No Brasil, o concreto que sai de centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos.

De jeito mais abreviado, pode dizer que o concreto é uma rocha artificial que é moldada pelo homem. As propriedades desse material que, depois de endurecido, tem resistência à compressão similar às rochas naturais e, uma boa resistência água, quando no estado fresco, tem fácil modelagem, possui boa trabalhabilidade, podendo ser moldada de diferentes formas geométricas (BASTOS, 2013).

Areia natural é material que tem origem natural e utilizado como um dos agregados miúdos na produção de concreto. A exploração ao logo dos anos tende a ficar escasso na natureza. Devido a isso existem normas e leis para extração da areia natural mirando a preservação das jazidas. A extração provoca danos ao meio ambiente comprometendo os leitos dos rios. Isso pode aumentar vazão da água, ocorrendo erosões nas margens (SANTOS, 2013).

A qualidade do concreto é diretamente proporcional à qualidade dos agregados nele empregados. Os agregados miúdos possuem uma grande importância por exercer considerável influência nas propriedades do concreto no estado endurecido e papel fundamental no custo e trabalhabilidade da mistura. Um dos mais utilizados é a areia natural, motivo pelo qual este recurso está ficando escasso, refletindo no aumento de seu custo. Sendo assim, a substituição parcial da areia natural por areia de britagem pode se tornar uma realidade. Sua uniformidade e maior facilidade de obtenção são as principais vantagens de utilização. A elevada quantidade de pó, a granulometria e a forma de seus grãos, que dependem do tipo de rocha e do britador utilizado, podem influenciar nas propriedades do concreto, sendo que os grãos arredondados possuem melhor desempenho frente aos grãos lamelares (ALMEIDA, SILVA, 2005).

Define-se que para agregado miúdo, areia natural, ou areia artificial que é resultante da britagem de rochas assentes, no qual, os grãos, tenham que atravessar pela peneira com as aberturas de 4.75mm e ficam armazenados na peneira com abertura de malha de 150  $\mu$  (ABNT NBR 7211, 2009).

A areia de britagem possui as características físicas e químicas necessárias para ser utilizada na fabricação de concreto, porém, necessitará maior quantidade de água. Atribui-se ao fato de que a areia de britagem possui uma proporção maior de partículas finas além de ser mais rugosa. Para não se empregar uma quantidade excessiva de água, prejudicando a resistência concreto é necessário utilizar aditivos plastificantes, a fim de obter uma boa trabalhabilidade sem

perda de resistência, uma vez que, quanto menor o valor da relação água/cimento maior a resistência, menor a sua permeabilidade e maior a sua durabilidade (CABRAL, 2007).

Quanto à durabilidade, os concretos que utilizam areia de britagem apresentam maior compacidade, ou seja, menor permeabilidade, associado à fração fina do pó da rocha. Sendo assim, a areia de britagem substituição gradual da areia natural por areia de britagem apresenta todos os requisitos necessários a um agregado miúdo, mantendo a maioria das propriedades do concreto (IBRACON, 2009).

## BASE TEÓRICA

O concreto de cimento Portland, é uma mistura de aglomerantes (cimento), agregados graúdo, miúdo e água em determinadas proporções. Na linguagem da construção civil, essa mistura é chamada de dosagem ou traço. De maneira sucinta, o concreto é uma pedra artificial que se molda à criatividade construtiva do homem. Após endurecido tem perpétua evolução, onde é capaz de desenvolver resistência similar às das rochas naturais e, quando no estado fresco, é composto plástico: possibilita sua modelagem em formas e tamanhos os mais variados (IBRACON, 2009).

O cimento Portland é composto de clínquer e de adições. O clínquer é principal componente, que apresenta como matéria-prima o calcário e a argila. Este componente reage quimicamente na presença da água, na qual ele, primeiramente, tornando-se pastoso e em seguida endurecendo, adquirindo elevada resistência e durabilidade (ABCP, 2002). Ainda, de acordo Guia Básico de Utilização do Cimento Portland menciona que o cimento pode ser entendido como um material com propriedades aglutinantes e, portanto, com capacidade de unir agregados em fragmentos minerais formando uma massa.

Agregados utilizados na construção civil são materiais minerais, sólidos inertes que, de acordo com granulometrias adequadas, são utilizados para fabricação de produtos artificiais resistentes mediante a mistura com materiais aglomerantes de ativação hidráulica ou com ligantes betuminosos (PETRUCCI, 1998).

Segundo ABNT NBR 7211 (2019), define-se que para agregado miúdo, areia natural ou artificial é material particulado de origem mineral no qual predomina o quartzo ou de rochas, no qual, os grãos, tenham que atravessar pela peneira com as aberturas de 4.75mm e ficam armazenados na peneira com abertura de malha de 0.15mm=150µm.

Segundo Almeida, Luz (2009) agregado natural (areia natural) é um material rígido que pode ser utilizado, no qual pode ser encontrado na natureza, bem como pode ser submetido à lavagem, classificação ou britagem. O autor define que agregado miúdo artificial, é resultante do processo de britagem, sua produção pode ser realizada no canteiro das pedreiras, esse procedimento se torna industrial.

Conforme Lang (2006), as rochas empregadas para produção de brita, é consequentemente utilizado para a produção da areia industrial, essas rochas denominadas como granitos, gnaisses, calcários, dolomitos e basaltos. Ainda segundo o autor, até pouco tempo atrás, a areia de britagem era considerada um material secundário, pouco desejável, devido a sua qualidade e forma lamelar, além da existência de grande quantidade de materiais finos.

A extração das rochas que serão encaminhadas ao processo de britagem e peneiramento de grandes blocos para dar origem à areia de britagem, é retirado de maciços rochosos de basalto com auxílio de explosivos (ALMEIDA, LUZ, 2009).

Lang (2006), menciona que depois da rocha passar por o britador mandíbula e tirar material granulométrico acima de 9.5mm considerado como gabião, rachão, brita graduada, brita 2, brita 1, brita 0, pedrisco o material que passa na peneira com abertura 9.5mm é levado por uma esteira até britador de impacto de eixo vertical, onde processo chamado de britagem rocha sobre rocha, o material triturável é alimentado através do centro do rotor, onde é acelerado a alta velocidade antes de ser descarregado pelas aberturas na periferia do rotor. O material é triturado quando atinge o corpo externo em alta velocidade e devido a rochas colidindo umas contra as outras, a velocidade dentro da câmara chega entorno 80m/s. Ainda, de acordo com o autor arredondamento acentuado do produto, ajuda plasticidade do concreto.

A grande quantidade de material que passa pela peneira 0.075mm (material pulverulento), estando presente no agregado industrializado acaba por influenciar duas características do concreto e das argamassas: a trabalhabilidade e a resistência à compressão. Ainda, segundo Cabral (Keillon Oliveira, 2007), essa proporção de finos demanda uma maior quantidade de água de amassamento. Assim, quanto maior a quantidade de areia industrial na mistura, mantida a mesma relação água/cimento, menor a trabalhabilidade.

A trabalhabilidade do concreto fresco refere-se à facilidade com o qual um concreto pode ser manipulado sem perder sua homogeneidade. Ainda um concreto que seja difícil de lançar e adensar não só aumentará o custo de manipulação como também em tese terá sua resistência, durabilidade e aparência, impróprias. de forma similar, misturas com elevada segregação e exsudação, são mais difíceis e mais caras na hora do acabamento e fornecerão concreto menos durável (NEVILLE, 2013).

É importante ressaltar que para dosagem do concreto a ABNT NBR 12655 (2015) utiliza conjunto de normas que são relacionados para produção do concreto armado. Como exemplo temos a ABNT NBR 6118:2014, que trata sobre projeto de estruturas de concreto; ABNT NBR 14931:2004, que trata sobre a execução dessas estruturas e ABNT NBR 16886:2020, que dispõe sobre a amostragem concreto fresco, entre outras.

A dosagem baseada em experiências anteriores é chamada de dosagem não experimental, já a dosagem experimental é baseada em estudos científicos (NEVILLE, 2016).

Existem vários métodos de dosagem experimental, dentre eles o ITERS, INT, IPT, ABCP, etc.

Existem diversos métodos de dosagem de concretos de Cimento Portland. Um dos mais conhecido publicado na década 80 pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o método ABCP sob título “Parâmetros de Dosagem de Concreto”, no qual foi desenvolvido baseando-se no método de dosagem do ACI (*American Concrete Institute*), adaptado para as condições.

Segundo Rodrigues (1998) o método ABCP para estimar a quantidade de água necessária para que a mistura fresca, onde pode adquirir uma determinada consistência, utiliza uma correlação entre abatimento do tronco de cone requerido e dimensão máxima do agregado graú-

do, onde forma e textura dos grãos, mais especificamente, da área específica do agregado total da mistura. O método permite a obtenção de misturas com uma determinada consistência aliada ao menor volume de vazios. Assim, determina-se um teor ótimo do agregado graúdo na mistura por meio de uma relação adequado do agregado graúdo/agregado miúdo, partindo-se do princípio de colocar na mistura o máximo volume de agregado compactado seco por metro cúbico de concreto. O método exige o conhecimento das seguintes informações: massa específica do cimento e nível de resistência aos 28 dias; ensaios de granulométrica, massa específica e massa unitária compacta dos agregados; dimensão máxima característica do agregado graúdo e miúdo; consistência desejada do concreto fresco e resistência de dosagem do concreto.

Segundo Neville (2013), a característica do concreto depende do controle de suas propriedades, tanto no estado fresco, quanto no estado endurecido. Muitas vezes, o ensaio de resistência à compressão, torna-se o principal ensaio para o controle tecnológico do concreto, mesmo que a resistência característica seja aceitável para tal necessidade, isso não garante a qualidade final do concreto, pois pode não proporcionar as propriedades para desenvolver um bom desempenho e durabilidade.

A consistência do concreto é uma das medidas de referência das características do concreto, onde capaz de fornecer uma avaliação completa da trabalhabilidade do concreto. O ensaio mais conhecido, que mede a consistência do concreto, é o denominado ensaio de abatimento do tronco de cone, denominado como *Slump Test* (NEVILLE, 2016). Ainda, o abatimento é uma das medidas das características do concreto, motivo pelo qual seu valor costuma ser especificado no pedido do concreto.

Segundo o ensaio de abatimento do tronco de cone NBR 16889 (ABNT, 2020) tem como objetivo verificar a uniformidade do abatimento entre uma remessa e outra de concreto. Este ensaio aplica-se a concretos cuja consistência seja plástica, com abatimento igual ou superior a 10 mm, conforme a NBR 8953 (ABNT, 2015).

De acordo ABESC (2000), o concreto precisa apresentar-se uma boa durabilidade e resistência em relação a intempéries e abrasividade.

Os principais ensaios de controle para concreto endurecido são: ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos, determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos, entre outros, onde determinação da resistência tem como referência sua durabilidade, o que diz sobre sua vida útil (ABESC, 2000).

No presente trabalho, foi analisada a viabilidade técnica do uso da areia basáltica em substituição parcial e total nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100% à areia convencional de rio, para produção de concretos utilizados na construção civil, mediante uma caracterização física e química dos resíduos derivados de britagem e da determinação da resistência à compressão, tração e de sua trabalhabilidade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Materiais

Na composição do concreto utilizou-se o cimento CP II Z 32 da Votorantim, água potável e os agregados empregados foram areia artificial, areia natural, brita 1 os quais foram caracterizados segundo os ensaios das normas técnicas citadas no Quadro 1. Para caracterização granulometria utilizou os limites da distribuição da NBR - 7211 (ABNT, 2009).

**Quadro 1 - Ensaios realizados para a caracterização dos agregados**

Ensaio	Norma de Ensaio/ano
Composição granulométrica	ABNT NBR NM 248/2003
Massa específica aparente do agregado miúdo	ABNT NBR 16916/2021
Massa específica aparente do agregado graúdo	ABNT NBR 16917/2021
Absorção de água agregado graúdo e miúdos	ABNT NBR NM 30/2001
Massa unitária e volume de vazios	ABNT NBR 16972/2021
Material pulverulento	ABNT NBR 16973/2021

Fonte: Autor, 2021

### Métodos de proporcionar os concretos

Metodologia para verificar a influência da areia artificial de rocha britada em substituição à areia natural, nas propriedades do concreto no estado fresco e endurecido, levando-se em conta os aspectos mecânicos, físico. Para entender essa influência, os concretos foram dosados pelo método ABCP, conforme a apresentado por Rodrigues (1984), abatimento pelo tronco de cone foi fixado em  $80 \pm 10$ mm. A determinação dos traços foi baseada na análise granulométrica, massa específica aparente e massa unitária no estado compacto.

Após caracterizados dos materiais, aplicou-se o método ABCP, utilizou uma correlação entre a resistência do cimento com a resistência média do concreto à compressão ( $f_c$ ), adotou resistente mínima para estruturas concreto, foi fixado em uma resistência média 20 megapascals (Mpa), desvio padrão optou 7 ( $f_{ck}$ ), onde cimento medido em massa, agregados e água em volume, com resultado da resistência média do concreto à compressão ( $f_c$ ), foi feito uma correlação na curva Abrams e chegou-se em relação água/cimento ( $w/c$ ), utilizou esse valor para todos os traços, assim como consumo de cimento, onde variou somente os agregados na substituições.

Levando em consideração etapa anterior os resultados do módulo de finura da areia (MF), dimensão máxima característica do agregado graúdo (DMC), definindo-se os traços com 100% de areia natural e 100% areia artificial. Para realizar as substituições de 25%, 50% e 75% realizou-se uma média entre os traços referência, essa média foi feita para a brita e areia artificial e natural mostrados os percentuais de substituição no Quadro 2.



**Quadro 2 - Traços utilizados para cara percentual de substituição**

Nº da Mistura	Composição do traço (cimento; areia artificial; areia natural; brita)					
	Cimento (%)	Areia (%)		Brita (%)		Relação a/c (%)
		Artificial	Natural	Traço 1	Traço 5	
traço 1	100	100	0	100	0	100
traço 2	100	75	25	75	25	100
traço 3	100	50	50	50	50	100
traço 4	100	25	75	25	75	100
traço 5	100	0	100	0	100	100

Fonte: Autor, 2021

## Processo de produção e avaliação do concreto

Após quantificar a quantidade de concreto a ser produzido, onde essa quantificação foi feita a partir da quantidade de corpos empregados na pesquisa, foram iniciados, então, os procedimentos de mistura mecânica dos materiais, em velocidade lenta, no tempo de 4 a 5 minutos. Foram confeccionadas 2 betonadas de concreto por traço, para verificação da consistência foi utilizado a ABNT NBR 16889/2020, ainda, após essa etapa foram moldados 30 corpos de prova por traço de acordo com as recomendações da ABNT NBR 5738/2015, os corpos de prova prismático com dimensões de 10cm diâmetro e 20cm altura.

Após 24 horas os corpos-de-prova eram desmoldados e colocados dentro de câmaras úmidas, onde permaneceram até a data da realização do ensaio de resistência.

Os corpos-de-prova após cura foram retirados da câmara úmida e levados até a prensa para serem rompidos. Os ensaios do concreto endurecido à resistência à compressão e tração por compressão diametral, foram realizados após 3, 7, 28 dias, esses ensaios estão descritos Quadro 3 e suas respectivas normas.

**Quadro 3 - Avaliação das propriedades mecânicas do concreto endurecido**

Traço	Dimensão dos corpos prova	Determinação da resistência a compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto ABNT NBR 5739/2018			Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos de concreto ABNT NBR 7222/2011		
		3 dias	7 dias	28 dias	3 dias	7 dias	28 dias
TR1	10×20	5	5	5	5	5	5
TR2	10×20	5	5	5	5	5	5
TR3	10×20	5	5	5	5	5	5
TR4	10×20	5	5	5	5	5	5
TR5	10×20	5	5	5	5	5	5
<b>Sub total de amostra</b>		<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>Total das amostras</b>		<b>150</b>					

Fonte: Autor, 2021

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentação e análise dos resultados obtidos na metodologia experimental. Trata-se da avaliação das caracterizações dos agregados graúdos, da areia natural, da areia de britagem também chamada neste capítulo de areia artificial, além de análises referente às propriedades dos concretos nos estados frescos e endurecido.

### Resultados da composição granulométrica dos agregados

Foi utilizado duas amostras de 1.000 gramas de areia artificial para cálculo da média das porcentagens retidas e acumuladas, a Tabela 3 apresenta os resultados obtidos juntamente com o módulo de finura (MF) e a dimensão máxima característica (DMC), proporcionado pela composição granulométrica da areia artificial utilizada na pesquisa. O agregado artificial em estudo é uma areia produzida no processo de britamento a seco.

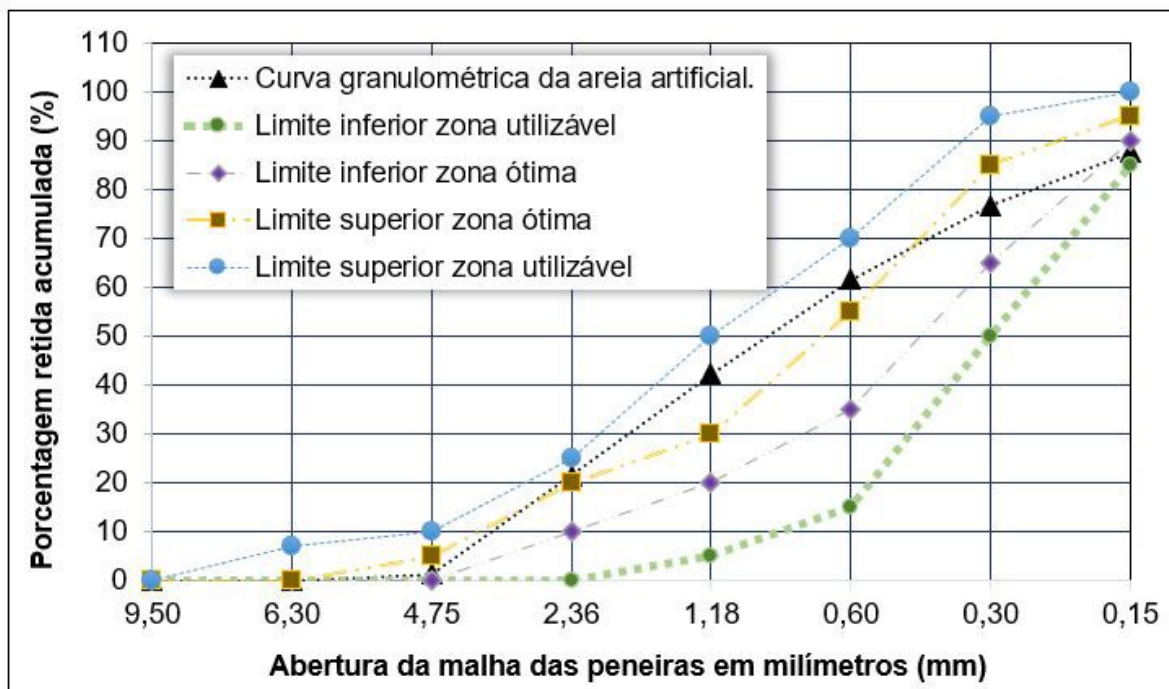
Tabela 1 - Resumos dos resultados da areia artificial

MÉTODO	ENSAIO REALIZADO	RESULTADO
NBR NM 248 (ABNT, 2003)	Granulometria (MF)	2,9
NBR NM 248 (ABNT, 2003)	D. Máx. C (mm)	4,75

Fonte: Autor, 2021

No Gráfico 1, a curva granulométrica do agregado ensaiado, onde obteve uma boa distribuição. A curva mostra-se com boa parte de sua distribuição granulométrica dentro dos limites superiores de utilização, porém, entre do ponto da peneira 0,30mm a curva saiu e retorna próximo 0,15mm, onde ficou acima da zona do limite superior ótima, de acordo com NBR 7211/2019 está dentro dos limites utilização. Sendo assim, esse material pode ser empregado sem nenhuma restrição devido sua variação menor que 4%.

Gráfico 1 - Composição granulométrica da areia artificial



Fonte: Autor, 2021

As Tabela 2 apresentam os resultados obtidos das duas amostras de 500 gramas juntamente com o módulo de finura (MF) e a dimensão máxima característica (DMC), proporcionado pela composição granulométrica da areia natural utilizada na pesquisa. Trata-se de uma areia natural lavada e de boa qualidade.

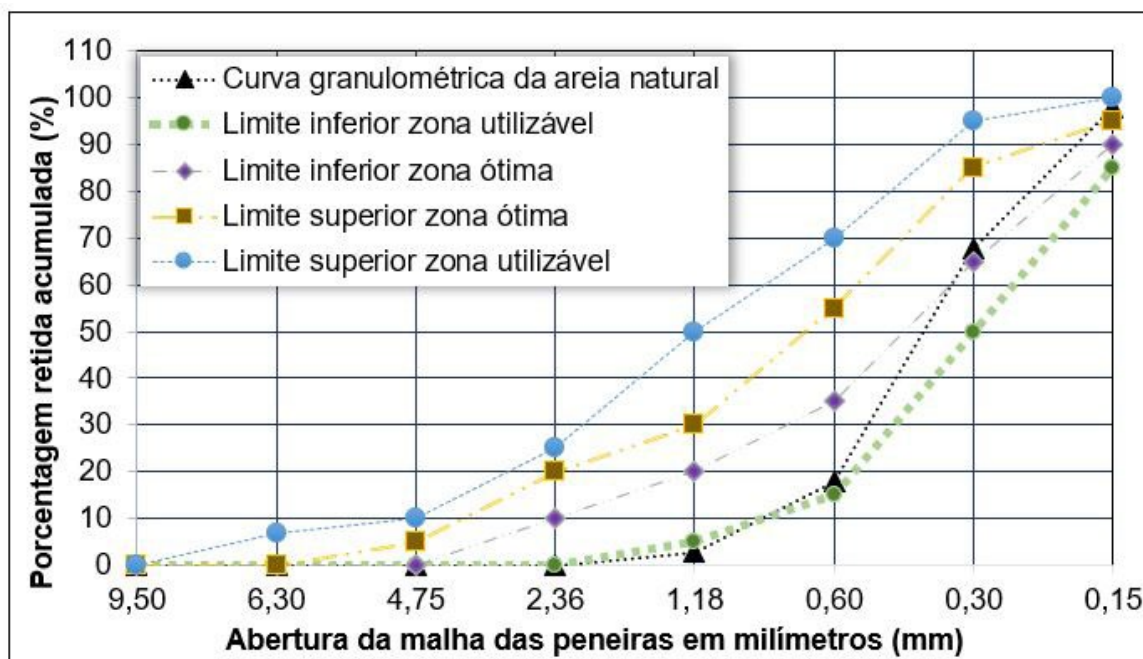
**Tabela 2 - Resumos dos resultados da areia natural**

MÉTODO	ENSAIO REALIZADO	RESULTADO
NBR NM 248 (ABNT, 2003)	Granulometria (MF)	1,9
NBR NM 248 (ABNT, 2003)	D. Máx. C	2,36

Fonte: Autor, 2021

A curva granulométrica obtida para a areia natural empregada na produção do concreto está ilustrada no Gráfico 3, onde é possível verificar que grande parte da curva granulométrica divergiu dentro dos limites inferior de utilização, onde início dentro dos limites inferior utilizável, próximo da peneira 2,36mm a curva saiu e retornou entre peneira 1.18mm e 0,60mm, a partir desse ponto à curva mostrou-se com boa parte de sua distribuição granulométrica dentro dos limites de utilização, determinados pela NBR 7211/2019 para agregado miúdo, sendo assim esse material pode ser empregado sem nenhuma restrição devido sua variação menor que 4%. Observou-se, também, que pouco menos de 11% do material ensaiado passou pela na peneira 0,15mm. Vale ressaltar que está areia é vendida no mercado da região como areia média, porém de acordo com sua granulometria é uma areia fina.

**Gráfico 2 - Composição granulométrica da areia natural**



Fonte: Autor, 2021

A Tabela 1 mostra o resultado da caracterização do agregado graúdo (brita 0), onde o agregado graúdo apresentou Dimensão Máxima Característica (DMC) igual a 12.5 mm. DMC é a abertura da malha, em milímetros, da peneira da série normal na qual ficou retida acumulada a porcentagem de agregados, em massa, igual ou imediatamente inferior a 4%. O Módulo de Finura (MF) foi igual a 3,00. MF é a soma das porcentagens, em massa, retidas acumuladas nas peneiras da série normal, dividida por 100. Utilizou-se de duas amostras de 1.000 gramas para

cálculo. Esses parâmetros foram utilizados para a classificação dos agregados e também nas dosagens experimentais do concreto.

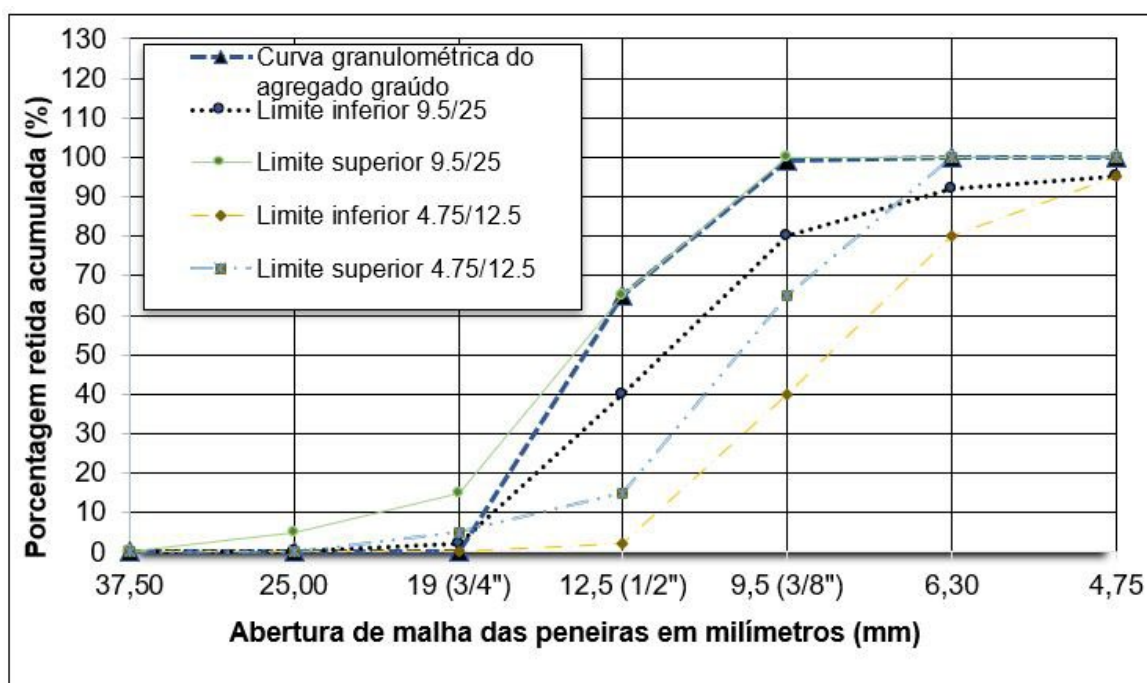
**Tabela 3 - Resultado da caracterização do agregado graúdo**

MÉTODO	ENSAIO REALIZADO	RESULTADO
NBR NM 248 (ABNT, 2017)	Granulometria (MF)	3,0
NBR NM 248 (ABNT, 2017)	D. Máx. (mm)	12,5 (1/2")

Fonte: Autor, 2021

A curva granulométrica obtida para o agregado graúdo empregado na produção do concreto está ilustrada no Gráfico 3. Verificar-se que grande parte da curva granulométrica percorreu dentro dos limites 9.5/25, iniciou entre limites inferior 9,5/25 e 4,75/12,5, evolução constantemente até chegar à peneira 12.5mm, onde a partir desse ponto à curva mostrou-se com boa parte de sua distribuição granulométrica dentro dos limites superior, de acordo com a NBR 7211/2019 está dentro dos limites determinados para a fração 9,5/25, ou seja, brita classificada como número 1.

**Gráfico 3 - Curva granulométrica da brita 1**



Fonte: Autor, 2021

## Massa unitária e compacta dos agregados

Os resultados obtidos nos ensaios de massa unitária e compacta estão apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4 - Massa unitária e compacta**

Ensaio Realizado NBR 16972 (ABNT, 2021)	Material		
	Areia artificial (Kg/m³)	Areia natural (Kg/m³)	Brita 1 (Kg/m³)
Massa unitária compacta	1627,5	1573,5	1570,5
Massa unitária estado solto	1847,5	1700,5	1726,5

Fonte: Autor, 2021

A diferença da massa unitária para a compacta da areia artificial foi de 12%, já da areia natural teve 7% e da brita 9%. De acordo com Neville (2016), a massa unitária depende do nível de compactação do agregado, ainda, a massa unitária dependerá da granulometria e da forma das partículas.

As partículas de uma única dimensão podem ser compactadas até certo limite, mas frações menores podem ser adicionadas aos vazios entre as maiores, aumentando, assim, a massa unitária, devido ao baixo grau de empacotamento da areia natural e a forma das suas partículas, pode aumentar significativamente o índice de vazios (Neville, 2016).

Segundo Neville (2016), a relação entre a massa unitária em estado solto e a massa unitária compactada, em geral, resulta entre os limites 4% a 13%, podemos observar que está dentro dos limites o ensaio.

Após todos os ensaios de caracterização, ensaios de massa unitária e compacta, se faz necessário o ensaio da densidade e da absorção de água do agregado.

## Massa específica aparente e absorção de água

Os resultados obtidos nos ensaios de massa específica aparente e absorção de água dos agregados demonstrados no Quadro 5.

**Quadro 5 - Massa específica e absorção de água dos agregados**

Ensaio Realizado Agregado miúdo NBR 16916/2021 Agregado graúdo NBR 16917/2021	Material		
	Areia artificial (Kg/m <sup>3</sup> )	Areia natura (Kg/m <sup>3</sup> )	Brita 1 (Kg/m <sup>3</sup> )
Absorção de água (%)	1,74	0,73	1.46
Massa específica (Kg/m <sup>3</sup> )	2723,5	2594.7	2997,1
Massa específica aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	2600,3	2565,2	-
Massa específica na condição saturada SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2645,5	2546,7	2913.3

Fonte: Autor, 2021

Como esperado, verificou-se que os agregados britados possuem massa específica maior do que o agregado natural, o que permite concluir que os agregados derivados de britagem apresentam uma densidade maior do que o agregado natural. Pode-se observar os resultados obtidos para a absorção de água. Para Bastos (2002), os materiais capazes de absorver mais água são mais porosos, desse modo, areia artificial foi a que mais apresentou-se absorção, cerca de 41.95% a mais que a areia natural.

De acordo NBR 16916/2021 e 16917/2021, a qual determina que a absorção de água para agregados miúdos e graúdos deve ser menor ou igual a 2%.

Massa específica do cimento CP II-Z-32 da Votorantim, especificado no saco igual a 2950 kg/m<sup>3</sup>.

## Material Pulverulento

No Quadro 6 apresenta-se as porcentagens das amostras ensaiadas, de material pulverulento, dos agregados utilizados neste trabalho.

**Quadro 6 - Média do material pulverulento dos agregados**

Ensaio Realizado NBR 16973 (ABNT, 2021)	Material fino que passa na peneira 0,75mm por lavagem (%)		
	Areia artificial	Areia natural	Brita 1
	3,54	0,27	0,43

Fonte: Autor, 2021

De acordo com os resultados apresentados, o material pulverulento da areia natural e da areia artificial estão dentro do limite permitido pela norma NBR 7211 (2019), podendo variar entre 3% e 5%. Ainda, de acordo com a norma a brita 1 apresenta uma quantidade de material pulverulento dentro do limite permitido, sendo que máximo de 1%.

## Traços Proporcionalizado a partir do Análise dos Resultados

A partir dos resultados da caracterização dos materiais, foi possível desenvolver os dois traços previstos para substituição.

Após correlação entre a resistência do cimento com a resistência média do concreto à compressão, utilizando-se a curva Abrams e chegou-se em relação água/cimento de 0,53, utilizou esse valor para todos os traços.

Em seguida realizou-se a interpolação linear para achar consumo de água por metro cúbico ( $m^3$ ), devido que a tabela de Rodrigues (1998) apresenta a dimensão entre um intervalo de 9.5mm e 19mm do agregado grado, onde calculado apresenta uma dimensão máxima de 12,5 mm, o abatimento do tronco do cone empregou 60 a 80mm, onde chegou resultado de 217.5 kg/ $m^3$ , utilizou esse valor para todos traços.

O mesmo procedimento descrito a cima foi feito para interpolar volume compactado seco do agregado graúdo por metro cubico de concreto ( $m^3$ ), como esse resultado define-se conforme a dimensão máxima do agregado graúdo e módulo de finura do agregado miúdo, onde os agregados miúdos possuem resultados distintos, utilizou esse resultado somente em seus respectivos traços. O resultado utilizado para o traço com 100% de areia artificial é de 0.57 e para 100% areia natural é de 0.67. Com todos os parâmetros definidos, realizou-se os cálculos dos traços baseando-se no método de dosagem ABCP, descritos por Rodrigues (1998), estão apresentando na Tabela 4. Já na Tabela 5 está o traço unitário em massa.



Tabela 4 - Traços dos concretos utilizados

Nº da Mistura	Composição do concreto		Resistência média do concreto à compressão ( $f_{cmj}$ ) (MPa)	Relação $a/c$	Água ( $C_{ag}$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Cimento ( $C_c$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Volume do agregado miúdo ( $V_a$ ) (m <sup>3</sup> )	Areia natural ( $C_{AN}$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Areia artificial ( $C_{AA}$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Brita ( $C_b$ ) (kg/m <sup>3</sup> )
	AN (%)	AA (%)								
1	100	0	31,55	0,53	217,5	410,39	0,258	668,70	0,00	1155,85
2	75	25	31,55	0,53	217,5	410,39	0,271	501,52	212,73	1114,84
3	50	50	31,55	0,53	217,5	410,39	0,285	334,35	425,47	1073,84
4	25	75	31,55	0,53	217,5	410,39	0,299	167,17	638,20	1032,83
5	0	100	31,55	0,53	217,5	410,39	0,312	0,00	850,94	991,83

Fonte: Autor, 2021

Tabela 5 - Traço unitário de cada mistura, em massa

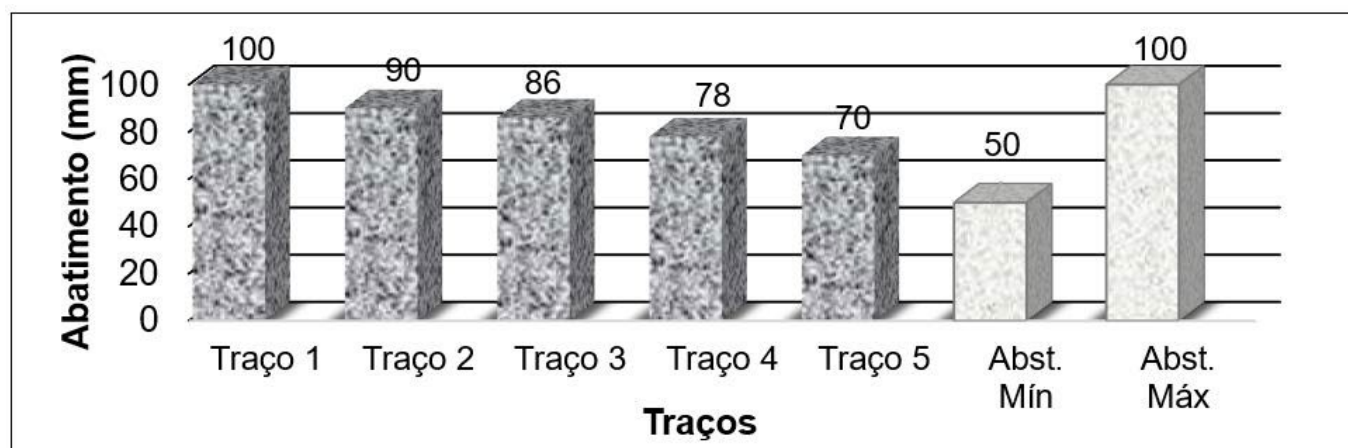
Nº da Mistura	Composição do concreto		Cimento ( $C_c$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Areia natural ( $C_{AN}$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Areia artificial ( $C_{AA}$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Brita ( $C_b$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Água ( $C_{ag}$ ) (kg/m <sup>3</sup> )
	AN (%)	AA (%)					
1	100	0	1,00	1,63	0,00	2,82	0,53
2	75	25	1,00	1,22	0,52	2,72	0,53
3	50	50	1,00	0,81	1,04	2,62	0,53
4	25	75	1,00	0,41	1,56	2,52	0,53
5	0	100	1,00	0,00	2,07	2,42	0,53

Fonte: Autor, 2021

## Ensaio do concreto no estado fresco

Foi realizada um ensaio de abatimento de tronco de cone ( para todos os traços desenvolvidos, no qual apresentou uma variação entre trabalhabilidade  $70 \leq A < 100$ . De acordo NBR 8953/2015, a consistência dos traços ficou na classe S50, onde possui variação de abatimento de  $50 \leq A < 100$ , ainda, essa classe pode ser aplicada em alguns tipos de elementos de fundações. Pode-se observar que no Gráfico 4 essa comparação, onde na qual à uma pequena tendência de maior perda de abatimento com o aumento da substituição da areia natural pela artificial, mais evidente no traço 5 que possui 100% de areia artificial.

Gráfico 4 - Variação de trabalhabilidade do concreto e a referência



Fonte: Autor, 2021

## Ensaio do concreto no estado endurecido

O ensaio para determinar a resistência à compressão axial foi realizado em corpos de prova prismático de 10x20cm nas idades de 7, 14 e 28 dias, segundo a norma NBR 5739 (ABNT, 2018), para cada idade avaliou-se 5 corpos por traço, onde fez uma média dessa resistência, os resultados estão apresentados na Tabela 6, ainda, apresenta-se os resultados dos desvios padrões conforme NBR 7212 (ABNT, 2021).

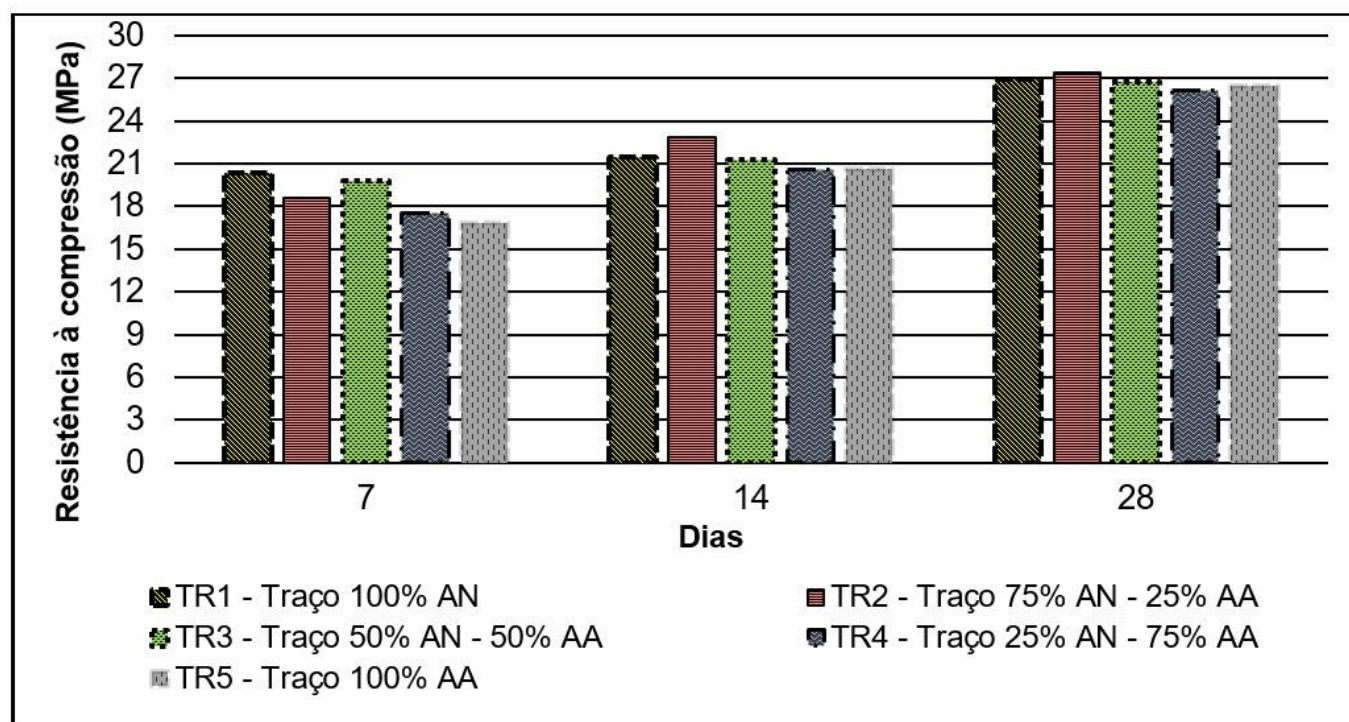
Tabela 6 - Resultados da resistência à compressão aos 7, 14 e 28 dias

Traço	Média dos ensaios de resistência de compressão (MPa)			Desvio padrão da Resistência a compressão (MPa)		
	7 dias	14 dias	28 dias	7 dias	14 dias	28 dias
TR1	20,32	21,48	26,97	0,90	0,94	1,20
TR2	18,57	22,85	27,36	1,30	0,40	0,71
TR3	19,80	21,32	26,74	1,22	0,88	1,15
TR4	17,55	20,61	26,17	0,56	0,67	0,65
TR5	16,84	20,67	26,44	0,58	0,58	1,01

Fonte: Autor, 2021

Pra melhor entendimento apresenta o Gráfico 5, onde apresenta a variação da resistência a compressão dos traços desenvolvidos, com a categoria de 20MPa após 28 dias. Nas três idades de ruptura nota-se que no traço TR1 (Traço-100%AN) na primeira semana obteve a maior resistência, já na segunda semana obteve uma resistência inferior e na terceira semana persistiu a resistência do TR2(Traço-25%AA-75%AN) chegado em 27,97 MPa. Vale ressaltar que os resultados apresentados são uma média do rompimento de 150 corpos de prova, ainda resistência média de 20Mpa. Nas três idades de ruptura nota-se que no traço TR1 (Traço-100%AN) na primeira semana obteve a maior resistência, já na segunda semana obteve uma resistência inferior e na terceira semana persistiu a resistência do TR2(Traço-25%AA-75%AN) chegado em 27,97 MPa. Vale ressaltar que os resultados apresentados são uma média do rompimento de 150 corpos de prova, ainda resistência média de 20Mpa.

Gráfico 5 - Resistência à compressão aos 7, 14 e 28 dias



Fonte: Autor, 2021

O ensaio para determinar a resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos foi realizado em corpos de prova 10x20cm, nas idades de 7, 14 e 28 dias, segundo a norma NBR 7222 (ABNT, 2018), para cada idade avaliou-se 5 corpos por traço, onde fez uma média dessa resistência, verificou-se o desvio padrão da resistência conforme NBR 7212 (ABNT, 2011), esses resultados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Resistência à tração por compressão diametral

Traço	Média dos ensaios à tração por compressão diametral (MPa)			Desvio padrão da Resistência a compressão (MPa)		
	7 dias	14 dias	28 dias	7 dias	14 dias	28 dias
TR1	2,56	2,87	3,35	0,28	0,18	0,35
TR2	2,50	2,73	3,25	0,26	0,20	0,38
TR3	2,71	2,77	3,39	0,28	0,21	0,31
TR4	2,50	2,73	3,25	0,26	0,20	0,38
TR5	2,39	2,80	3,38	0,35	0,15	0,32

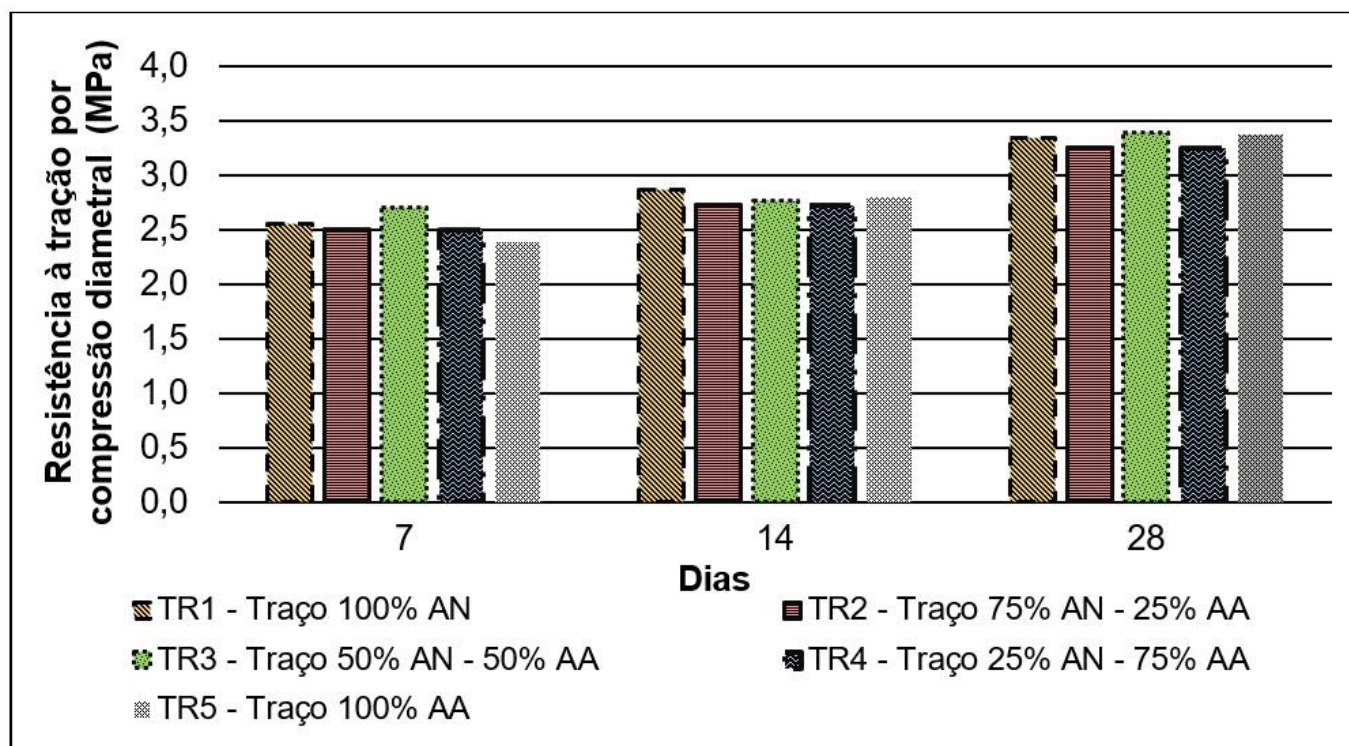
Fonte: Autor, 2021

Através dos resultados pode-se observar no Gráfico 6 que a resistência à tração por compressão diametral aumentou com o passar dos dias. Sendo que a maior resistência no 7 dia foi 2.71MPa, esse traço (TR3) correspondia à 50% de areia artificial e 50% de areia natural, ainda, após os 14 a resistência não evoluiu tanto quanto ao traço (TR1) com 100% de areia natural, já aos 28 dias à resistência à tração por compressão do traço TR3 teve um aumento de 5.66%



comparando com traço TR1, chegando num valor de 3,39. Já menor a resistência à tração ao 7 dia foi a do traço (TR5) com 100% de areia artificial, ficando cerca de 13.39% menor que traço TR3, após 14 dias o traço TR5 ficou maior que o traço TR3, próximo de 1%, já os 28 dias o traço TR5 ficou próximo do traço TR3, com sua resistência de 0.3% menor.

Gráfico 6 - Valores de resistência a tração aos 7, 14 e 28 dias



Fonte: Autor, 2021

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi confirmado que a areia natural utilizada para confecção de concreto e argamassa na região de Medianeira-PR apresenta uma granulometria abaixo da do que vendida, classificado zona 2 fina, de acordo com a norma NBR - 7211 (ABNT, 2009).

A areia artificial basáltica, utilizada neste trabalho, possui uma distribuição granulometria classificada como sendo areia média (zona 3), de acordo com a norma NBR - 7211 (ABNT, 2009).

A agregado graúdo, utilizada neste trabalho, possui uma distribuição granulometria classificada como sendo brita 1, de acordo com a norma NBR - 7211 (ABNT, 2009).

O teor de material pulverulento dos agregados miúdos usados no concreto, ficou entre 0.3% e 4% permitido pela norma de especificação NBR 16973 (ABNT, 2021).

Conforme iniciou as substituições em massa da areia natural pela artificial, houve redução do abatimento. Com 25% de substituição, ocorreu uma perda de 10% de abatimento.

Diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o método ABCP, resultou em concreto com melhor resistência à compressão, atingindo 27,97 MPa a qual foi superior a resistência característica do concreto à compressão de 20 Mpa.

Na tração por compressão diametral, não foi possível observar diferenças significativas

para os concretos estudados, após substituição dos agregados. Para todos concretos, a razão entre os resultados de compressão e tração ficou dentro dos limites NBR 7222 (ABNT, 2018).

Podemos entender que areia de origem de britagem possui características semelhantes à da areia natural, utilizando de forma correta é capaz de apresentar uma boa trabalhabilidade sem perda de resistência, como provada na literatura posteriormente.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira, ao Orientador e Professor Me. Michel Fernando Albertim, a coordenadora do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira Professora Ma. Dayana Ruth Bola Oliveira, e a todos os que auxiliaram no desenvolvimento desse tema.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. L. M.; SILVA, V. S. Areia artificial: Uma alternativa econômica e ambiental para o mercado nacional de agregados. In: II SUFFIB - SENINÁRIO: o Uso da Fração Fina da Britagem. 2005. São Paulo. Artigos em CDROM. São Paulo, (2005). Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/images/congressos/2005/CAC00180005.pdf>. Acesso em: 14 abril. 2021.

ALMEIDA, Salvador Luiz Matos; LUZ, Adão Benvindo. Manual de Agregados para Construção Civil. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral – Ministério da Ciência e Tecnologia, 2009. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/482/1/Manual%20de%20Agregados%20-1a%20Edicao%28Adao%20e%20Salvador%29.pdf>. Acesso em: 20 março 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Guia Básico De Utilização Do Cimento Portland. Revista Científica, 2002. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/11/28-Guia-basico-de-utilizacao-do-cimento-portland.pdf>. Acesso em: 14 abril. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM (ABESC). Manual Do Concreto Dosado Em Central Revista Científica, 2000. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/assets/files/manual-cdc.pdf>. Acesso em: 1 maio. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_ NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_ NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_ NBR 7212: Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle – Especificação. Rio de Janeiro, 2021.

\_\_\_\_ NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_ NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

\_\_\_\_\_ NBR 7222: Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_ NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_ NBR 12655: Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_ NBR 16886: Concreto — Amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_ NBR 16916: Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

\_\_\_\_\_ NBR 16889: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

\_\_\_\_\_ NBR 16917: Agregado graúdo - Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

BASTOS TEODORO, Sabrina. Avaliação Do Uso Da Areia De Britagem Na Composição Do Concreto Estrutural. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <https://www.ufjf.br/engenhariacivil/files/2012/10/TCC-AVALIA%C3%87%C3%83O-DO-USO-DA-AREIA-DE-BRITAGEM-NA-COMPOSI%C3%87%C3%83O-DO-.pdf>. abril. 2021.

BASTOS, S. R. B. Uso da areia artificial basáltica em substituição parcial à areia fina para produção de concretos convencionais. Dissertação de Mestrado. UFSC. 2002. 119 p.

CABRAL, K. O. Influência Da Areia Artificial Oriunda Da Britagem De Rocha Granito-Gnaiss Nas Propriedades Do Concreto Convencional No Estado Fresco E Endurecido. Dissertação De Curso De Mestrado Em Engenharia Civil- Universidade Federal De Goiás (2007). Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/669/1/dissertacao%20keilon%20engcivil.pdf>. abril. 2021

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO (IBRACON). Concreto: Material Construtivo Mais Consumido No Mundo. Revista Científica, 2009. Disponível em: [http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/revista\\_concreto\\_53.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_53.pdf). Acesso em: 14 abril. 2021.

LANG, Cezar L. Avaliação do uso de areia britada de origem basáltica lavada e não lavada para utilização em concreto à base de cimento Portland. 2006. 143f. Dissertação (Mestrado Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível: Acesso em: 14 março 2021

NEVILLE, A. M. Tecnologia do Concreto. 5. ed. São Paulo, 2013.

NEVILLE, A. M. Propriedade Do Concreto. 5. ed. São Paulo, 2016.

PETRUCCI E, G. R. Concreto de cimento. São Paulo: Globo, (1998). Livro disponível em: [https://www.academia.edu/11399810/Concreto\\_de\\_Cimento\\_Portland\\_Petrucci](https://www.academia.edu/11399810/Concreto_de_Cimento_Portland_Petrucci). Acesso em: 14 março 2021.

RODRIGUES, P. P. F. Parâmetros de dosagem do concreto. São Paulo: ABCP, 1984. Disponível: [https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Parametros-dosagem\\_34aRTIC1983.pdf](https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Parametros-dosagem_34aRTIC1983.pdf). Acesso em: 14 março 2021.



SANTOS, Daniel Nery Dos. Análise Da Extração De Areia No Trecho Livre Do Canal Do Alto Curso Do Rio Paraná, Entre Os Municípios De Guaíra E Marilena (Pr): Impactos Ambientais E Aplicabilidade. 2013. 186f. Tese de Doutorado – Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro – SP 2013. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102931/santos\\_dn\\_dr\\_rcla.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102931/santos_dn_dr_rcla.pdf?sequence=1). Acesso em: 14 abril. 2021.

SILVA, L. S., DEMETRIO, J. C. C., DEMETRIO, F. J. C. Concreto Sustentável: Substituição da Areia Natural por Pó de Brita para Confecção de Concreto Simples. São Paulo: 2015. Disponível em: [http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva\\_ls\\_et\\_al\\_academic.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva_ls_et_al_academic.pdf). Acesso em: 14 abril. 2021.

VOTORANTIM CIMENTOS. CII- Z- 32. 2017. Disponível em: <https://www.votorantimcimentos.com.br/produtos/cimentos-votoran/todas-as-obras/>. Acesso em: 25 mar. 2021.

## **Análise de viabilidade financeira com a utilização de tubulação de concreto e de polietileno de alta densidade**

### **Financial feasibility analysis with the use of high density concrete and polyethylene pipe**

---

**Carolina Oliveira de Abreu**

*Acadêmica de Engenharia Civil, Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira*

**William Torres**

*Engenheiro Civil, Mestre, Professor do Curso de Engenharia Civil, Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.3](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.3)

# Resumo

O rápido aumento das áreas consolidadas nas cidades de todo o país, infelizmente não está acompanhada por obras de infraestrutura adequada, e esse problema incentiva pesquisas na área de drenagem com o intuito de apresentar novas alternativas para melhorar o processo de execução de obras de obras tal como na área de drenagem. A substituição de tubos de concreto por Polietileno de Alta Densidade (PEAD) tem o objetivo de melhorar as obras durante sua execução, busca-se viabilizar financeiramente um novo processo de implantação de galerias pluviais. O estudo de caso procura avaliar financeiramente o custo para implantação das tubulações desse material, estimar e comparar o tempo gasto para execução das duas alternativas de projetos. Para isso foi analisado um projeto de drenagem pluvial do Município de Foz do Iguaçu-PR, apresentando uma comparação prática de execução de dois materiais para as galerias. O trabalho apresentou economia na mão de obra durante a execução, redução dos diâmetros juntamente com menores volumes de escavação para o assentamento das galerias. Mesmo o valor do insumo em PEAD ainda sendo significativamente maior, procurou-se expor as vantagens com a economia nos demais processos de execução utilizando esse material.

**Palavras-chave:** drenagem. concreto. polietileno de alta densidade.

# Abstract

The rapid increase in consolidated areas in cities throughout the country, unfortunately is not accompanied by adequate infrastructure works, and this problem encourages research in the drainage area in order to present new alternatives to improve the process of execution of works of works such as in the drainage area. The replacement of concrete pipes by High Density Polyethylene (HDP) aims to improve the works during its execution, seeking to financially enable a new process of implementation of storm galleries. The case study seeks to financially evaluate the cost for implementing the pipes of this material, estimating and comparing the time spent to execute the two project alternatives. For this, a rain drainage project of the municipality of Foz do Iguaçu-PR was analyzed, presenting a practical comparison of the execution of two materials for the galleries. The trbalho showed savings in labor during execution, reduction of diameters along with smaller excavation volumes for the laying of the galleries. Even though the value of the HDP in sump is still significantly higher, we tried to expose the advantages with the economy in the other execution processes using this material.

**Keywords:** drainage. concrete. high density polyethylene.

## INTRODUÇÃO

Atualmente para construir um loteamento um dos requisitos exigidos, é um plano de drenagem eficiente e pensado no futuro, com isso é evitado grandes problemas para a população que geralmente é causado pelo projeto de drenagem mal elaborado ou até mesmo não realizado.

No entanto, principalmente em cidades de pequeno porte as áreas urbanizadas foram criadas com o passar dos anos em que foram implantadas pavimentação e moradias muitas vezes sem pensar em projetos de drenagem, as áreas consolidadas ocupam grande parte do solo com construções na maioria das vezes de concreto com isso diminuindo as áreas permeáveis nos centros urbanos.

Com o aumento de áreas urbanas acarretando grandes áreas impermeáveis, os municípios sem um plano de drenagem urbano acabam passando por essa cena, e enfrentando problemas até mesmo de saúde pública, sem o preparo de infraestrutura, e devido ao saneamento ser abordado sem muita importância, os problemas só aumentam.

O saneamento básico é o que será abordado no trabalho, pode-se notar que é pensado em implantar rede coletora de águas pluviais, mas o custo para a implantação é alto, e a execução demanda de tempo, e áreas urbanas mesmo que recém-consolidadas apresentam grande fluxo, não podendo ser interditada por grandes intervalos de tempo, pensando nisso é importante estudar meios para diminuir o custo na implantação e a manutenção no processo de execução de projetos de drenagem.

Obras de drenagem abrangem diversos setores, podendo envolver o poder público, logo, considera-se de grande importância melhorar esse sistema para gerar benefícios a sociedade em geral, uma vez que problemas de drenagem segundo CANHOLI (2015) tem grande importância em enchentes, ameaçando a saúde pública.

De acordo com a ABTC (2003), a qualidade dos tubos de concreto é um assunto estável, devido a sua conservação e resistência aos esforços submetidos. Essas características proporcionam incentivo para a utilização deles principalmente no Brasil onde o sistema de drenagem mais utilizado é o de tubos de concreto para captação e transporte de águas pluviais.

No entanto, busca-se através deste trabalho, apresentar uma alternativa de tubulações de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), que segundo Marcondes (2016), esse material possui propriedades de alta resistência. Com isso, pode-se substituir a convencional tubulação de concreto.

A utilização de tubulações de PEAD, não é uma solução nova, mas não apresenta incentivo em pesquisas, é pode-se evidenciar isso na busca por estudos e pesquisas científicas sobre esse método. Entende-se que o PEAD, perde seu campo para a tubulação de concreto que é o material convencional e mais utilizado no Brasil segundo ABTC (2003).

A tubulação de concreto sempre foi empregada na execução de projetos de drenagem, com isso admite-se essa aplicação com um grande espaço no processo de execução, diminuindo a procura para uma alternativa, entende-se que o constante e tradicional método de execução gera certo conforto diminuindo o incentivo de buscar alternativas. A vista disso nota-se a importância de apresentar estudos que abordem alternativas para proporciona agilidade e melhorar a

empregabilidade de uma alternativa na tubulação convencional.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade financeira para implantação dos tubos de PEAD como alternativa de substituir tubulação tradicional de concreto em projetos de drenagem urbana. Apresentar a disponibilidade de matéria prima e mão de obra para a fabricação da tubulação de concreto e PEAD, avaliar financeiramente o custo para implantação das tubulações de concreto e PEAD e avaliar e comparar o tempo gasto para execução das duas alternativas de projetos.

## BASE TEÓRICA

A implantação dos sistemas de drenagem urbana se mostra cada vez mais necessária, especialmente devido ao aumento da complexidade causada pelos problemas oriundos das inundações urbanas em razão da impermeabilização do solo, e assim, a implantação e a posterior gestão destes projetos representam uma significativa quantidade de recursos financeiros (LEGLER; MENDES, 2015).

De acordo com a Lei nº 11.445/2007 que vem para estabelecer as diretrizes para o saneamento básico no Brasil, em seu art. 2º, o inciso IV aponta que deve ocorrer a “disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado” (BRASIL, 2007). Dessa forma, é imprescindível o desenvolvimento de sistemas de drenagem urbana formados por sarjetas e sargetões, bocas de lobo, poços de visita, condutos de ligação, dentre outras ferramentas (DINIZ *et al.*, 2016).

De acordo com a ABTC (2003), as tubulações utilizadas nas galerias de drenagem pluvial, são do tipo tubos rígidos e os tubos flexíveis. Os tubos rígidos são os de concreto simples e armado e trata-se de tubulações que podem sofrer deformações de até 0,1% no diâmetro sem apresentar fissuras prejudiciais.

Os tubos de concreto para drenagem urbana, trata-se de peças circulares pré-moldadas que podem possuir encaixe do tipo macho-fêmea ou ponta-bolsa, para fazer a ligação entre as chamadas manilhas. A escolha do tipo de manilha a ser utilizada deverá ser avaliada, levando em consideração a aplicação dos tubos, a vazão requerida, o raio hidráulico das peças e o tipo de fluido que passará pelas tubulações, uma vez que não são utilizadas apenas como galerias pluviais (ABTC, 2020).

A finalidade dos tubos de concreto pode ser dividida em duas principais, sendo para águas pluviais ou para esgoto sanitário. Quanto a armação das manilhas, as que não possuem armadura são identificadas como tubos simples e as demais são as manilhas com armação ou reforço de fibras de aço, sendo que a norma indica que todas as manilhas com diâmetro maior que 60 centímetros devem possuir algum tipo de reforço ou armação em aço (ABNT, 2020). A velocidade máxima indicada para tubulações de concreto é de 5,0 m/s e a velocidade mínima de 0,75 m/s (SUDERHSA, 2002).

A utilização de tubos do tipo Polietileno de Alta Densidade - PEAD teve início em 1950 e tem sido objeto de estudo desde então, especialmente objetivando melhorar sua eficiência. O PEAD é considerado como um material com eficiência hidráulica considerável, sendo que seu

uso na engenharia civil vem crescendo nos últimos anos (TIGRE, 2017; PEREIRA, 2019).

Outra característica importante desse tipo de material é sua capacidade de resistência a pressão do solo, facilidade de manuseio e facilidade ou menos complexidade de instalação, se comparado ao método mais tradicional, que é a utilização de tubos de concreto. Além disso, como principal trunfo desse tipo de tubulação, tem-se a resistência a corrosão e imunidade a reações químicas e eletromecânicas, apresentando durabilidades que podem exceder 75 anos de vida útil (TIGRE, 2017; PEREIRA, 2019).

Os tubos PEAD que são corrugados por fora e lisos na parte interna são considerados como uma opção muito boa para solucionar problemas relacionados a condução e drenagem de águas pluviais (TMD BRASIL, 2016). Essas tubulações são de fácil instalação, por se tratarem de um material de peso inferior a outros materiais, entretanto, precisa seguir algumas orientações para que seja viável sua instalação e seu bom funcionamento, como por exemplo, a limpeza e lubrificação, a retirada do material de envoltura que protege os anéis de borracha, e a colocação manual com relativo cuidado para dentro das valas, garantindo que a tubulação assente ao solo, uma vez que, ao contrário das manilhas que assentam com o próprio peso, os tubos PEAD podem ficar desnivelados (ANDRADE; ABREU, 2017; PEREIRA, 2019). Por outro lado, uma característica que apresenta vantagem significativa na utilização dos tubos PEAD é a capacidade de vazão superior a 5 m/s, gerando economia na profundidade da vala a ser escavada para acomodar as tubulações, visto que não é necessária uma declividade acentuada para garantir o escoamento das águas pluviais (BARBOZA, 2016). De forma geral a utilização dos tubos PEAD vem ganhando campo de atuação, e sendo cada vez mais utilizados, considerando-se que estes são mais eficientes nas galerias pluviais, devido à redução no diâmetro e das valas, redução da declividade, menor utilização de máquinas pesadas na área da obra, maior facilidade de instalação, maior durabilidade, melhor resistência a abrasividades e a raios ultravioletas, maior resistência a variações da temperatura e grau de acidez (FLORÊNCIO; BACK, 2016). Segundo Tigre-ADS (2017), o tubo de PEAD para drenagem pode ser fabricado com 6 metros de largura visando maximizar a produtividade de instalação, respeitar as medidas de transporte e diminuir o número de juntas do sistema.

Figura 1 - Tubulação de PEAD.



Fonte: Tigre-Ads, 2017



## METODOLOGIA

O presente trabalho buscou utilizar as informações apresentadas na revisão bibliográfica para embasar a pesquisa e obter os resultados, junto a isso foi realizado um estudo de caso.

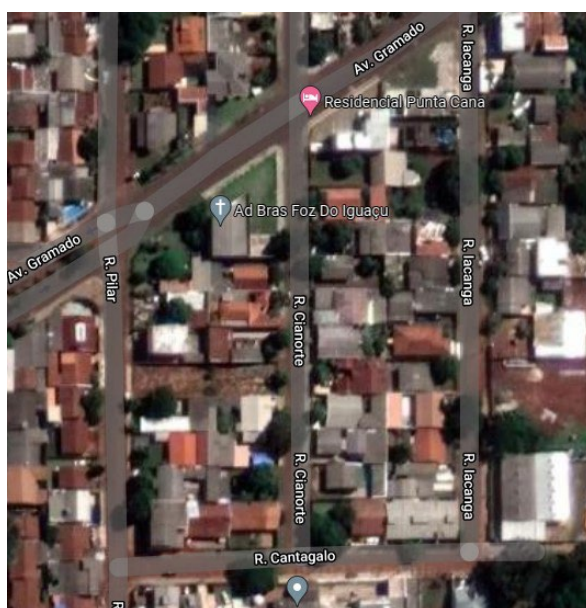
O estudo de caso refere-se a um objeto de licitação da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, que se trata de um projeto de execução de drenagem pluvial. Para a realização do trabalho, obtiveram-se informações contidas no edital do processo licitatório. Após analisar o projeto escolhido, foi realizado o levantamento do quantitativo de materiais da rede com os tubos de concreto e posteriormente de PEAD.

Figura 2 - Traçado da rede de drenagem



Fonte: Google Earth, 2021.

Figura 3 - Localização das Rua Pilar, Rua Cianorte, Rua Iacanga e Rua Cantagalo.



Fonte: Google Earth, 2021.

O projeto de drenagem foi obtido através do portal de licitações no site da Prefeitura de Foz do Iguaçu, com base nas informações contidas na pasta técnica a obra da rede de drenagem foi executada inteiramente com manilhas de concreto, e presente nos seguintes trechos: parte da Rua Pilar, Rua Cianorte, Rua Jacanga e Rua Cantagalo. A figura 2 e 3 apresentam o traçado da rede de drenagem, e a localização dos trechos.

As informações contidas no projeto serão utilizadas para apresentar o quantitativo das tubulações de concreto, através do projeto elaborado pela equipe técnica da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, com isso será elaborado o quantitativo dos tubos em PEAD, seguindo a mesma natureza a fim de comparar de maneira justa a viabilidade de cada material, no mesmo ambiente e com as mesmas características.

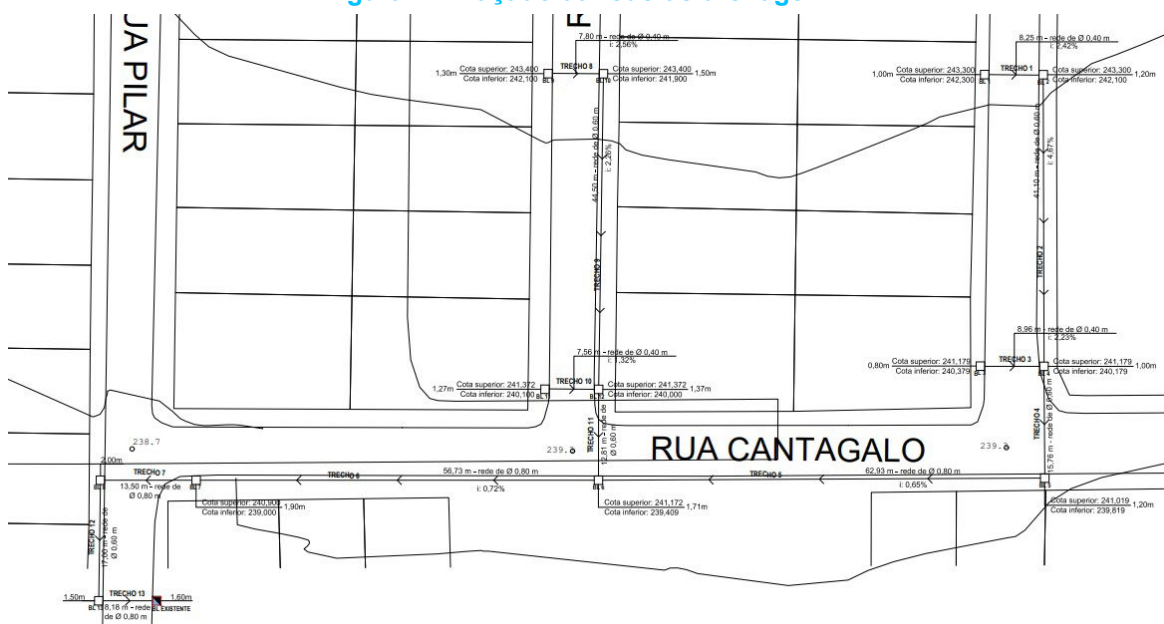
Os elementos que compõem o projeto de sistema de drenagem, permanecerão os mesmos, para dar seguimento no objetivo do trabalho que será analisar a viabilidade de se implantar um sistema alternativo para galerias de concreto.

De acordo com o Laudo e Parecer Técnico elaborado pela equipe técnica da PMFI, foi realizado uma visita no trecho, para analisar o motivo dos alagamentos na Rua Cantagalo, e constatou que o acúmulo de água que vem das Rua Jacanga e Rua Cianorte, as quais são perpendiculares à Rua Cantagalo, com isso estão acumulando um grande volume, e com o objetivo de solucionar o problema, foi elaborado o projeto de drenagem. Conforme apresentado na figura 4, essa será a área de contribuição para elaboração do projeto de drenagem.

A rede de drenagem que conduz a distribuição das águas pluviais dos trechos das ruas citadas à cima será ligada a uma rede existente na Rua Pilar.

Através das planilhas no Microsoft Office Excel, será realizado os cálculos para dimensionamento das galerias. A finalidade da pesquisa é analisar os resultados e comparar o sistema de tubos de concreto e um sistema com tubos de PEAD, os cálculos deverão possibilitar a manipulação dos dados de entrada que diferem nos dois sistemas.

Figura 4 - Traçado da rede de drenagem



Fonte: Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, 2021

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma análise mais precisa dos resultados obtidos e assim a comparação entre os materiais utilizados para o dimensionamento, foram calculados novamente o diâmetro da tubulação de concreto, por isso não foi utilizado os diâmetros apresentados no projeto objeto de licitação da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu.

Durante o dimensionamento foram adotados os diâmetros comerciais mais próximos dos diâmetros requeridos em cada trecho. Utilizou-se como convenção um diâmetro mínimo de 400mm para os trechos, e a partir desse valor, os seguintes diâmetros: 500mm, 600, 700mm, 800mm, 900mm.

O período de retorno, foi definido no valor de 5 anos, por se tratar de uma região residencial e comercial para os dois materiais. Para a determinação dos diâmetros foi utilizado a mesma planilha mudando apenas o coeficiente mencionado acima.

A tabela 1 mostra como foi realizado o dimensionamento, apresentando os trechos, vazões, e diâmetros de cada um dos trechos dimensionadas.

Os seguintes trechos: BL3-BL4, BL4-BL5, BL5-BL6, BL6-BL7, BL7-BL8, BL8-BL13. Apresentaram diminuição nos diâmetros com a substituição do material de concreto para PEAD.

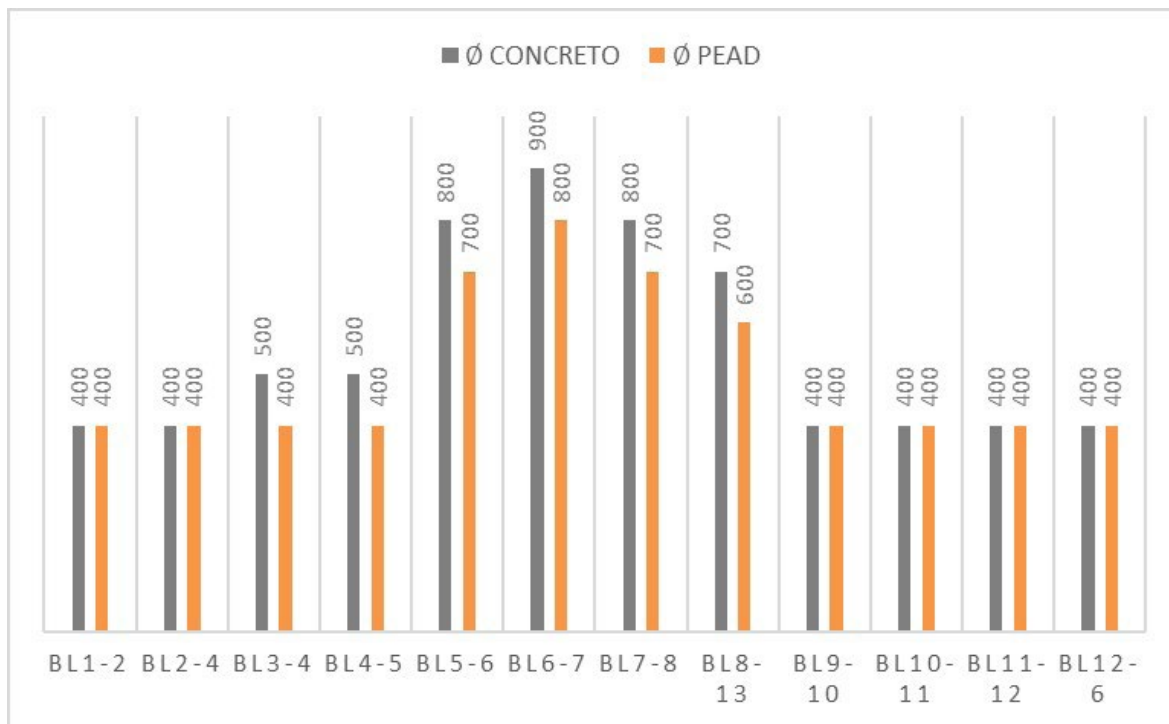
**Tabela 1 - Dimensionamento da rede de drenagem com tubos de Concreto e PEAD**

TRECHO	EXT (m)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /s)	DECLIV. TUBO	VELOC. (m/s)	DIÂMETRO (m)	DIÂMETRO ADOT
<b>TUBULAÇÃO EM CONCRETO</b>						
BL1 - BL2	8,3	0,12	2,42%	2,05	0,29	400
BL2 - BL4	41,1	0,39	4,67%	3,53	0,40	400
BL3 - BL4	9,0	0,35	2,23%	2,61	0,44	500
BL4 - BL5	15,8	0,79	8,63%	5,30	0,46	500
BL5 - BL6	62,9	0,89	1,00%	2,44	0,73	800
BL6 - BL7	56,7	1,30	1,00%	2,68	0,84	900
BL7 - BL8	13,5	1,43	2,22%	3,70	0,75	800
BL8 - BL13	17,0	1,45	4,12%	4,68	0,67	700
BL9 - BL10	7,8	0,09	2,56%	1,95	0,26	400
BL10 - BL11	44,5	0,18	4,27%	2,83	0,31	400
BL11 - BL12	7,6	0,06	1,32%	1,40	0,26	400
BL12 - BL6	12,8	0,30	4,61%	3,29	0,36	400
<b>TUBULAÇÃO EM PEAD</b>						
BL1 - BL2	8,3	0,12	2,42%	1,85	0,25	400
BL2 - BL4	41,1	0,39	4,67%	3,19	0,34	400
BL3 - BL4	9,0	0,35	2,23%	2,36	0,38	400
BL4 - BL5	15,8	0,79	8,63%	4,79	0,40	400
BL5 - BL6	62,9	0,89	1,00%	2,20	0,63	700
BL6 - BL7	56,7	1,30	1,00%	2,42	0,72	800
BL7 - BL8	13,5	1,43	2,22%	3,35	0,64	700
BL8 - BL13	17,0	1,45	4,12%	4,23	0,58	600
BL9 - BL10	7,8	0,09	2,56%	1,76	0,22	400

BL10 - BL11	44,5	0,18	4,27%	2,56	0,26	400
BL11 - BL12	7,6	0,06	1,32%	1,27	0,22	400
BL12 - BL6	12,8	0,30	4,61%	2,98	0,31	400

Fonte: Autor, 2021.

Figura 1 - Comparação entre os trechos, diâmetros e materiais dos tubos

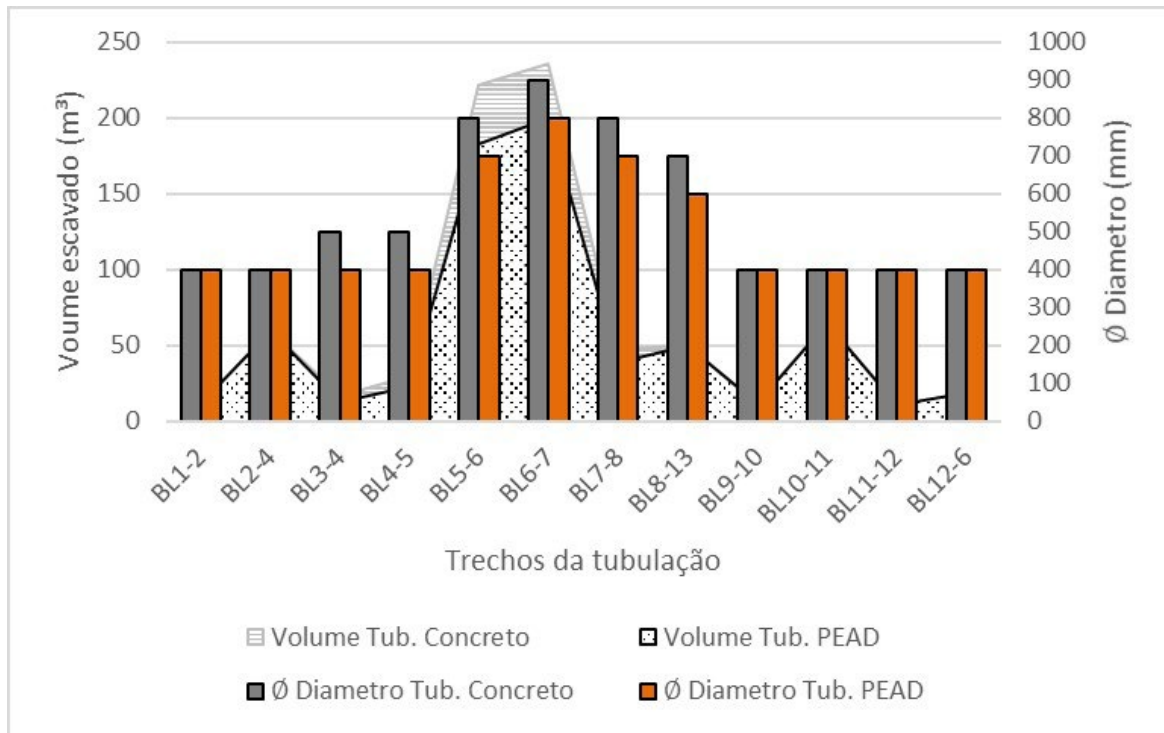


Fonte: Autor, 2021.

Para a tubulação em PEAD, foi utilizado o coeficiente de manning  $n=0,010$ , cerca de 66,667% menor que a de concreto que foi utilizado  $n=0,015$ , fator influenciador nos resultados, visto que esse resultado se mostra mais favorável para o escoamento na tubulação em PEAD contribuindo para a redução dos diâmetros. Na Figura 1 está sendo apresentando de forma clara, a redução dos diâmetros quando utilizado o material PEAD para os cálculos.

Através dos cálculos de movimentação de solo, foi encontrado o volume escavado, volume de reaterro e o volume de botafora, esses valores são condicionantes de grande importância quando se trata de custos em obras de drenagem, e encontrar uma maneira e economizar nessa etapa pode trazer grandes benefícios para a gestão da obra. A Figura 2 faz um comparativo dos diâmetros e a movimentação de solo para cada material utilizado na execução da obra de drenagem e a tabela 2 mostra de forma resumida as quantidades de movimentação de solo.

Figura 2 - Comparativo dos volumes de movimentação de terra e tubulação.



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 2: Resumo da movimentação de solo

TUBULAÇÃO	VOL. ESCAVADO M³	VOL. DA TUBULAÇÃO M³	VOL. DE REATERRO M³	VOL. DE BOTA-FORA M³
CONCRETO	779,99	141,14	570,23	209,76
PEAD	685,21	116,38	502,93	182,29

Fonte: Autor, 2021.

Após o levantamento dos diâmetros, e tabelar com diâmetros comerciais e calcular o volume de escavação, realizou-se um orçamento com os quantitativos, visando comparar os dois materiais. Com os quantitativos obtidos foram realizados o orçamento para cada um dos materiais, levando em conta as tubulações, seu fornecimento, assentamento e os serviços de movimentação de terra e lastro de material para berço.

Os orçamentos foram realizados utilizando as planilhas de custos referenciais do DNIT, o SICRO (DNIT, 2021), e da Caixa Econômica Federal, o SINAPI (CAIXA, 2021). As referenciais utilizadas consideraram os valores no Estado do Paraná em abril de 2021 no SICRO e em setembro de 2021 no SINAPI, ambas na opção “não desonerada”. A tabela 3 apresenta um resumo dos custos gerados por esses orçamentos.



Tabela 3 - Planilha de valores

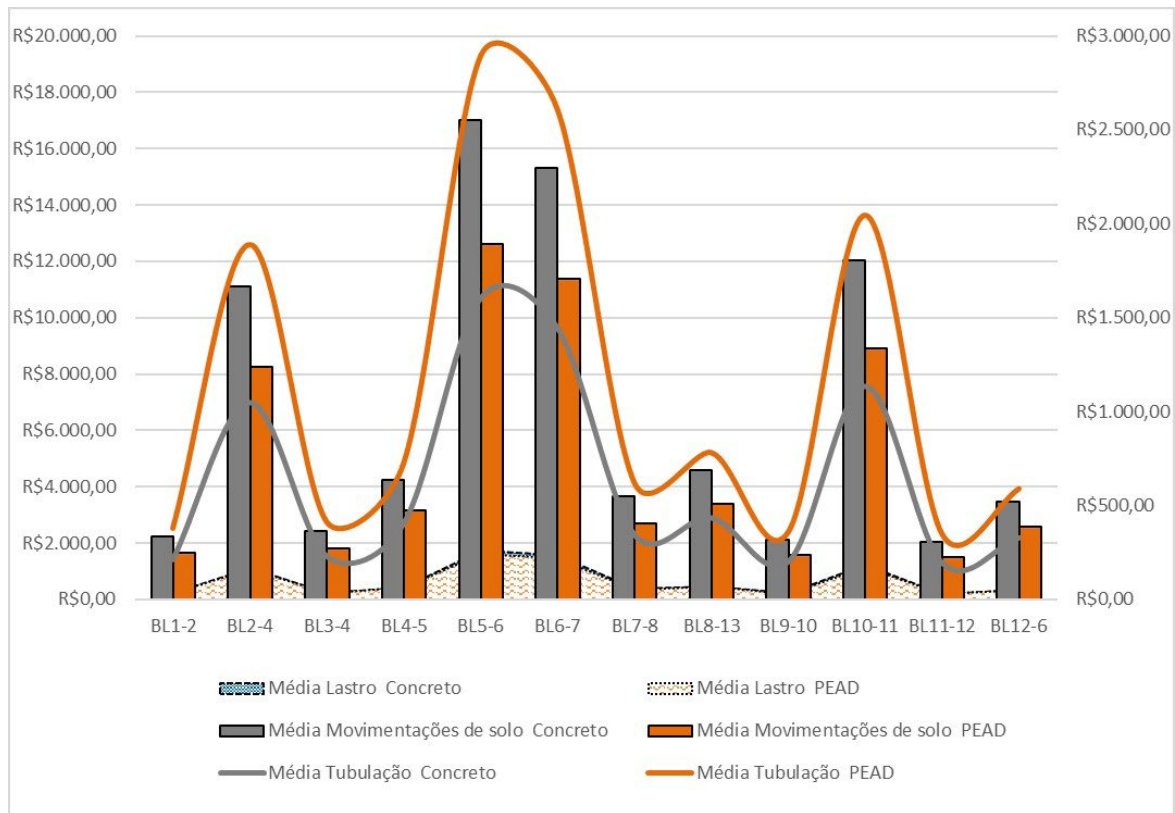
EXECUÇÃO DE DRENAGEM	VALORES R\$	
	TUB. CONCRETO R\$	TUB. PEAD R\$
TUBULAÇÃO	R\$ 50.469,72	R\$ 91.023,72
LASTRO DE MATERIAL GRANULAR	R\$ 8.167,15	R\$ 7.718,87
MOVIMENTAÇÃO DE SOLO	R\$ 12.026,93	R\$ 8.929,17
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>R\$ 70.663,79</b>	<b>R\$ 107.671,76</b>

Fonte: Autor, 2021.

Como mostrado no comparativo realizado entre os tubos de concreto e de PEAD e resultados da escavação de solos, as análises dos custos finais para execução da drenagem pluvial são mostradas no Figura 3 abaixo, sendo possível notar que os custos da tubulação de PEAD tem o valor mais elevado do que de concreto, mas como mostrado anteriormente o volume de escavação item importante no custos se mostra menor na tubulação de PEAD, compensando o alto custo do material, no entanto o valor global para realização da obra com tubos PEAD o custo ficou maior do que para tubos em concreto.

Diferença que se dá pelo elevado custo do fornecimento de tubos em PEAD, quando analisados os custos com mão de obra para instalação e movimentos de terra, a tubulação de PEAD se mostrou extremamente benéfica.

Figura 3 - Comparativo de custos



Fonte: Autor, 2021.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos resultados apresentados no tempo de execução de instalação da rede de drenagem o material em PEAD mostrou resultados vantajosos, com a intenção de destacar esse ponto o projeto escolhido como estudo de caso desse trabalho foi em um local estratégico, um bairro consolidado na cidade de Foz do Iguaçu, em que o tempo de execução e o espaço ocupado para a obra, tem grande importância. Inicialmente o custo da obra apresenta-se favorável devido a economia na escavação de solo, com isso diminuindo os custos com mão de obra e tempo de execução que pode se mostrar um grande investimento, quando pensado nos riscos de uma obra aberta em um bairro consolidado, quanto mais tempo durar a execução maior a possibilidade de acidentes com funcionários ou moradores lindeiros.

No que se refere a planejamento para aumentar o lucro mesmo mostrado que será pago pelos tubos de PEAD, é possível repassar esse valor cobrando mais por uma obra mais rápida e com uma menor área de intervenção, o material em PEAD mesmo sendo um material relativamente novo na execução de drenagem, quando encomendado com antecedência, e mantendo um planejamento de início de obras, pode se tornar um aliado para uma obra rápida, diminuindo as intervenções, com um pequeno número de funcionários. Com todas essas vantagens e com a demanda necessária para esse tipo de ocasião o material em PEAD se mostrou favorável financeiramente para obra de drenagem em centros urbanos.

## REFERÊNCIAS

ABTC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. Tubos e Aduelas de Concreto. 2020. Disponível em: <<https://www.abtc.com.br/site/tubos-aduelas.php>>. Acesso em: 21 mai. 2021.

ABTC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. Avaliação Comparativa de Desempenho entre Tubos Rígidos e Flexíveis para Utilização em Obras de Drenagem de Águas Pluviais. 2003. Disponível em: <<https://www.abtc.com.br/site/downloads.php>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

ANDRADE, L.; ABREU, T. A. Análise Comparativa entre Tubos de Concreto e Tubos Pead para Drenagem Pluvial. 2017. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

ARAUJO, B. C.; GARCIA, R. S. Aplicação de tubos PEAD para sistemas de captação e direcionamento pluvial. In: FÓRUM DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FUNEC, 8., 2017, Santa Fé do Sul. Anais... Santa Fé do Sul: Funec, 2017.

BARBOZA, N. Saneamento. Revista Infraestrutura Urbana. 2016. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/61/uso-de-tubos-de-PEAD-avancano-subsolo-das-cidades-371921-1.aspx>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 11 jan. 2007.

CAIXA. Caixa Econômica Federal. Custos Referenciais no sistema SINAPI. Brasil, 2020. Disponível em:

<[https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_655](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_655)>. Acesso em: 01/06/2021.

CANHOLI, Aluísio. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos, 2015.

DINIZ, C. M. *et al.* A interferência das redes subterrâneas na qualidade da pavimentação urbana: comparativo econômico entre alternativas de traçado. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, n.2, v.2, 2016.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Custos Referenciais no sistema SICRO. Brasil, 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/sul/parana/2021/abril/abril-2021>>. Acesso em: 02/06/2021.

FLORÊNCIO, G. M.; BACK, N. Comparativo de desempenho e viabilidade econômica entre tubulações de PEAD e concreto para sistemas de drenagem pluvial – Estudo de caso. 2016. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Santa Catarina, Criciúma, 2016.

LEGLER, C.; MENDES, C. A. B. O financiamento do investimento público no sistema de drenagem urbana de águas pluviais no Brasil. RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico, v. 17, n. 31, 2015.

MARCONDES, Ricardo Augusto de Castro. Estudo do uso das tubulações de PEAD em sistemas de distribuição de água no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2016.

PEREIRA, J. G. Análise comparativa da viabilidade técnica, econômica e financeira utilizando manilhas de concreto e tubo corrugado PEAD para drenagem urbana. 2019. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2019.

SUDERHSA-PR, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Governo do Estado do Paraná. Manual de Drenagem Urbana. Curitiba, 2002. Disponível em: <[http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu\\_versao01.pdf](http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versao01.pdf)> Acesso em: 8 mai. 2021.

TIGRE-ADS. Catálogo de Tubulações Corrugadas: Soluções em Tubulações Corrugadas de PEAD. 2017. Disponível em: <[http://www.tigreads.com/Content/uploads/arquivos/CATALOGO-GERAL-TIGRE-ADS2016\\_56c977fdeb93-4cf5-8a68-b1b067a3fda7.pdf](http://www.tigreads.com/Content/uploads/arquivos/CATALOGO-GERAL-TIGRE-ADS2016_56c977fdeb93-4cf5-8a68-b1b067a3fda7.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2021.

## **Trâmites burocráticos para liberação da instalação de sistemas geradores fotovoltaicos**

### **Bureaucratic procedures for releasing the installation of photovoltaic generator systems**

---

**Agnes Lopes Caon**

*Graduanda do curso de Engenharia Elétrica*

**Josimar Rocha da Silva**

*Graduando do curso de Engenharia Elétrica*

**Rafael Lima de Oliveira**

*Mestre em Engenharia Elétrica*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.4](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.4)

# Resumo

O presente estudo aborda a burocracia para a liberação da instalação de sistemas geradores fotovoltaicos. Os trâmites decorrentes são parte fundamental para engenheiros e técnicos instalarem sistemas geradores fotovoltaicos de acordo com as normas da concessionária e interligar na rede elétrica nacional. Portanto, este trabalho busca mostrar na prática o processo burocrático para a liberação e instalação de um sistema de geração de energia solar conectado na rede, ou seja, um sistema on-grid. Além disso, espera-se que o trabalho motive o desenvolvimento sustentável energético e novos empreendimentos na área de energia fotovoltaica no país, onde o consumo de energia elétrica sempre aumenta necessitando de mão de obra e empresas responsáveis pela instalação de sistemas geradores fotovoltaicos.

**Palavras-chave:** energia fotovoltaica. trâmites. sistemas fotovoltaicos.

# Abstract

This study deals with the issue of bureaucracy for the release of installation of photovoltaic generator systems. The resulting procedures are a fundamental part for engineers and technicians to install photovoltaic generator systems in accordance with the concessionaire's standards and interconnect to the national electricity grid. Therefore, this work seeks to experimentally show the bureaucratic process for the release and installation of a grid-connected solar energy generation system, that is, an on-grid system. In addition, it is expected that the work motivates sustainable energy development and new ventures in the field of photovoltaic energy in the country, where electricity consumption is always increasing, requiring labor and companies responsible for installing photovoltaic generating systems.

**keywords:** photovoltaics. procedures. photovoltaics systems.

## INTRODUÇÃO

Uma das fontes de energia que vem mais se destacando em todos os países é a solar fotovoltaica. Com a regulamentação no Brasil e incentivo a energia limpa e renovável, este é o empreendimento que tem crescido e aumentado à demanda de técnicos e engenheiros eletricitistas por todo o país. A procura crescente pelo motivo principal de diminuir o valor da conta de energia elétrica que é crescente devido a novas demandas e taxas, e a diminuição do uso de energias não renováveis, são fatores determinantes para a expansão do mercado de energia solar fotovoltaica no mundo.

A energia elétrica ocupa uma posição-chave no mundo contemporâneo. Além de fornecer conforto e bem-estar à sociedade, ela é um insumo indispensável para o desenvolvimento de grande parte das atividades socioeconômicas. O aumento da demanda de energia é uma tendência observada em diversos países, inclusive no Brasil. Dentre as principais justificativas para esta necessidade, destacam-se o aumento populacional e o desenvolvimento econômico. O aumento da demanda energética implica também no crescimento da utilização de recursos energéticos naturais não renováveis.

O Brasil é um país que recebe grande incidência solar durante todo ano e principalmente na região norte e nordeste que estão muito próximas à linha do equador, dessa forma o país tem grandes possibilidades de ser um dos países com maior índice de produção de energia solar do planeta. Apesar dos incentivos fiscais, o país ainda tem muito a progredir, pois apesar da tecnologia existente e recursos o Brasil ainda continua abaixo dos outros países em relação à geração de energia fotovoltaica. Neste ano de 2021, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) divulgou que o Brasil possui 83% da sua matriz energética originada de fontes renováveis, contando com cerca de 170 mil MW de potência fiscalizada.

Esse aumento nesses últimos anos é de grande perspectiva para a recuperação da economia com energias renováveis devido à pandemia da COVID-19 iniciada em março de 2020 e que ainda perdura. A aposta de novos investidores neste ramo é crescente pelo seu movimento no mercado. Para aumentar o incentivo, o governo brasileiro estabeleceu medidas, como a isenção de IPI ou ICMS, apoio do BNDES e redução do Imposto de Importação. Em países da Europa, a Comissão Europeia criou a “Next Generation EU”, o programa tem como um dos pilares estratégicos a geração limpa de eletricidade, o plano tem o intuito de reverter os efeitos na economia devido à pandemia do COVID-19. Segundo a ABSOLAR (2020), os Estudos da Agência Internacional de Energia Renovável (International Renewable Energy Agency – IRENA) mostram que a solar é a fonte renovável que mais gera empregos no planeta, sendo responsável por mais de um terço dos mais de 11 milhões de novos empregos do mundo. A cada novo megawatt (MW) instalado, o segmento agrega entre 25 e 30 novos empregos, com grande parte criada de forma local, nas regiões em que os sistemas solares fotovoltaicos são instalados.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a energia fotovoltaica é crescente no Brasil, sendo que, nos últimos 07 anos houve um aumento médio de 151% na produção de energia elétrica. Há ainda, a possibilidade de crescimento e melhoramento neste percentual devido a um aprofundamento nesse tipo de energia que é considerado como recente no Brasil. (ÓRIGO ENERGIA, 2020)

No ano de 2012, a ANEEL instituiu a Resolução Normativa nº482 (RN/482), que intro-

duziu mudanças no cenário energético. A RN nº482/12 permite ao consumidor a geração de sua própria energia que estará conectada à rede de distribuição. Ou seja, proporciona tanto a produção por microgeradores (painéis solares) quanto por minigeração. Possibilitando a criação de sistemas de créditos de energia além de estabelecer medidas necessárias para a conexão de sistemas à rede e sua proteção.

Portanto, neste trabalho será realizado o estudo do processo burocrático para a liberação e instalação de um sistema de geração de energia solar conectado na rede, ou seja, um sistema on-grid. Também será realizada uma análise das etapas para a liberação da instalação e conexão de um sistema de geração fotovoltaica na rede de transmissão de energia elétrica, assim como, seus benefícios e problemáticas recorrentes com os trâmites para a instalação do sistema gerador fotovoltaico.

## OBJETIVO

A proposta deste trabalho será o estudo do processo burocrático para a liberação e instalação de um sistema de geração de energia solar conectado na rede (on-grid). Deste modo, será abordado todo processo burocrático, e suas etapas e prazos.

## DESENVOLVIMENTO

O trâmite burocrático para a liberação da instalação de sistemas geradores fotovoltaicos inicia com uma solicitação formal de acesso ao sistema de distribuição, feita pelo Acessante à área comercial da Cemig D, conforme Anexo. Uma vez entregue à Cemig D, essa solicitação implica prioridade de atendimento, de acordo com a ordem cronológica do protocolo. Na solicitação de acesso, as centrais de minigeração ou micro geração na modalidade compensação de energia são dispensadas da apresentação do Certificado de Registro ou equivalente. A solicitação de acesso deve ser realizada diretamente no portal da Cemig atende toda a questão de distribuição e energia fotovoltaica.

1. ART ou TRT<sup>1</sup> do Responsável Técnico pelo projeto e instalação do sistema de Mini Geração.
2. Projeto elétrico das instalações de conexão e memorial descritivo contendo a planta de situação com indicação do local da subestação, conforme Norma Técnica de Distribuição ND5.3.

Nessa fase é analisada toda a documentação técnica e fundiária obrigatória. Essa documentação deve ser anexada pelo Acessante no sistema APR Web em até 24 horas depois de gerado o número de protocolo de solicitação de acesso na Cemig Atende Web.

3. Estágio atual do empreendimento, cronograma de implantação e expansão.

Após a aprovação de toda documentação técnica e fundiária pertinentes, os pedidos seguem para a fase 3, na qual são executados os estudos de rede de distribuição. Nessa etapa são definidos para o Parecer de Acesso a ser emitido:

- O nível de tensão para atendimento;



- As intervenções necessárias no Sistema de Distribuição de Média e/ou Alta Tensão;
  - A subestação e o alimentador onde se dará a conexão do Acessante;
  - A proporcionalidade dos itens que compõem a solução de conexão de mínimo custo global que impliquem em reserva de capacidade no sistema (condutores, transformadores, reguladores de tensão, etc.), conforme montante de injeção da GD; Para determinação dos parâmetros do ponto de conexão e das obras necessárias para sua viabilização.
4. Diagrama unifilar conforme tipo de subestação e Diagrama de blocos do sistema de geração, proteção e carga.

Para os atendimentos em Média Tensão, é obrigatória a realização da fase 4. Com base nos dados informados pelo Acessante (dados do transformador, do gerador, etc.) e com a solução de conexão proposta, requeridos para a análise do Coordenograma de Proteção e da Confiabilidade Operativa, serão avaliados todos os impactos do Acessante nos dispositivos de proteção existentes, podendo ser exigida a instalação de novos equipamentos e/ou a sua realocação ou substituição destes.

Junto com o parecer de acesso serão enviadas as Informações preliminares de ajustes dos relés do Cliente para coordenação com religadores de rede da CEMIG e para manutenção da funcionalidade da proteção. Tais parâmetros têm caráter de solicitação e devem ser analisadas e referendadas pelo responsável técnico do Cliente. Na etapa 2, referente à conexão de MiniGD de Pareceres de Acesso emitidos, será solicitado, na fase 9, o coordenograma de proteção para o projeto elétrico da subestação de entrada no qual constem os ajustes solicitados.

5. Certificado de conformidade do(s) inversor(es) ou número de registro de concessão no Inmetro do(s) inversor(es) para a tensão nominal de conexão com a rede.

Sempre que for identificado, na fase 3, que a conexão do Acessante depende de obras em Subestação de Distribuição ou ainda a conexão seja em tensão primária acima de 69 kV, haverá necessidade de se cumprir a fase 5, sendo necessários estudos de viabilidade técnica pelas áreas de Expansão da Alta Tensão ou da Rede Básica (Extra Alta Tensão).

Nessa fase serão levantadas todas as obras necessárias para a conexão da MiniGD na Subestação e, se for caso, obras no Sistema de Distribuição de Alta Tensão (maior ou igual a 69 kV e inferior a 230 kV) nas Demais Instalações de Transmissão (DIT) pertencentes a empresas transmissoras ou, ainda, na Rede Básica (igual ou superior a 230 kV).

6. Dados necessários ao registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL.

Assim como na fase 5, padronizada para EVT (estudo de viabilidade) de AT (aterramento) a fase 6 foi padronizada para a elaboração do estudo com as condições e necessidades de modificação de rede no SEP (Sistema Elétrico de Potência) na Média Tensão.

7. Lista das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver), indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI ao VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012.

Para todos os casos de MiniGD com obras, a CEMIG elabora e envia o Parecer de Aces-

so, que possui validade de 120 dias. Dentro desse prazo, deverá ser assinado, entre o Acessante e a CEMIG, o Contrato de Uso do Sistema de Distribuição – CUSD e o Contrato de Compra de Energia Regulada – CCER para reserva do ponto de acesso, conforme abaixo:

- Opção de execução de obras por meio da CEMIG: o início da vigência do CUSD será a data prevista de conclusão das obras informada no Parecer de Acesso.

- Opção de execução de obras com empreiteiras credenciadas: o início da vigência do CUSD será conforme cronograma apresentado no contrato de obras. No caso de MiniGD, o Montante de Uso do Sistema de Distribuição – MUSD deve ser a Potência Ativa Instalada Total de Geração (kW) conforme Formulário de Acesso, e não a potência injetada.

8. Cópia do instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver).

Com a assinatura do Parecer de Acesso, CUSD, CCER, TAO e Termo de Declaração de Conformidade, o Acessante está apto para apresentar os projetos da subestação de entrada e iniciar as obras no sistema elétrico de Alta ou Média Tensão.

9. Documento que comprove o reconhecimento, pela Aneel, da cogeração qualificada (se houver).

O Acessante deve apresentar o projeto elétrico da subestação de entrada de energia e o coordenograma por meio de solicitação na Cemig Atende Web, logo após a assinatura do CUSD e demais documentos (conforme fase 7) para que o curso das obras e a data de conexão não sejam impactados pela necessidade de coordenação da proteção do sistema elétrico de distribuição da CEMIG D com os parâmetros apresentados no projeto da central geradora.

O projeto elétrico e o coordenograma devem ser apresentados em conformidade com as normas ND.

- DICA 1: durante essa fase, será assinado entre o Acessante e a CEMIG o Acordo Operativo da MiniGD. Sem essa assinatura, não será possível a conexão da usina.

- DICA 2: no momento da solicitação de vistoria para conexão, conforme REN 482/2012, será emitido documento de cobrança do valor da medição a ser instalada na MiniGD. CARTILHA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA 21 A área técnica da CEMIG D analisará o projeto e o coordenograma em até 30 dias. Após análise, a aprovação/ reprovação e seus itens associados serão encaminhados ao Responsável Técnico por meio de e-mail.

10. Documento, com data, que comprove a propriedade ou posse do imóvel onde será implantada a central geradora, conforme Art. 27 da Resolução Normativa 414/2010.

Nessa fase, o Acessante, depois de concluídas todas as obras necessárias informadas no Parecer de Acesso, ter assinado CUSD, CCER, TAO, Termo de Declaração de Conformidade e Acordo Operativo, ter aprovado e executado o projeto da subestação de entrada, realizado o pagamento do medidor, bem como as demais instalações de conexão e a implementação dos ajustes de proteção recomendados pela CEMIG, será realizada a vistoria em sua subestação de entrada, conforme o projeto aprovado previamente.

11. Para imóveis rurais apresentar o documento de Cadastro Ambiental Rural – CAR. O CAR é um registro público eletrônico de âmbito nacional, Lei nº 12.651/2012, obrigatório para todos os imóveis rurais.

12. Documentos originais do titular da UC (RG ou outro documento oficial com foto e CPF) para pessoa física e, em caso de pessoa jurídica, dos documentos relativos à sua constituição e do(s) seu(s) representante(s) legal(is).

13. Datasheet do Inversor emitido pelo fabricante ou Datasheet do gerador sem inversor.

14. Formulário de Análise de Carga, com os respectivos anexos necessários (para solicitação de Ligação Nova de Unidade Consumidora com GD ou conexão de GD COM aumento de potência disponibilizada).

15. Em casos de Subestação Compartilhada com mais de um CPF/CNPJ, apresentar procuração com a eleição de um membro que responderá por todo o empreendimento.

16. Termo de Declaração de Conformidade para Minigeração Distribuída.

Após toda documentação enviada, as empresas fazem a solicitação de materiais aos fornecedores de equipamentos para energia solar, enquanto aguardar parecer favorável da concessionária. Em um prazo de no máximo 120 dias, realizar a instalação do sistema de energia solar e solicitar a vistoria pela distribuidora de energia. Na vistoria vai um técnico especializado realizar a vistoria e, caso haja alguma reprova, desenvolve um relatório posteriormente encaminhado pela concessionária para a regularização. A concessionária faz uma nova visita técnica a fim de autorizar a ligação do sistema – momento em que ocorre a troca do relógio por um medidor bidirecional. Finalizando todo esse processo o consumidor pode começar a usar a energia solar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho ajudou a desmistificar ou esclarecer o trâmite burocrático, sendo de grande contribuição aos novos engenheiros e técnicos que desejam atuar no mercado de energia solar. A descrição do processo e as fases, como também os prazos são de suma importância para ter um trabalho de excelência.

Reconhecer as falhas do sistema, ou atrasos para a liberação da instalação de sistema fotovoltaico é importante para que a empresa que presta o serviço, minimize esses procedimentos para que o cliente não se sinta prejudicado e tenha um maior conforto e uma energia de qualidade.

É importante ressaltar que quanto mais burocrático e sistemático o processo para implantar e finalizar a instalação e liberação de um sistema fotovoltaico, menor será a procura e menor o movimento de mercado nessa área. Neste sentido, o governo e demais entidades têm melhorado o processo, e dessa forma, novos empreendimentos estão surgindo, empregos aumentando e aquecendo a economia que foi muito afetada com a pandemia da COVID-19.

Por fim, este trabalho demonstrou que ao longo dos últimos anos as necessidades por energias renováveis, exigências de mercado e sustentabilidade são crescentes. Isso tem levado os governos a revisarem e repensarem em diminuir a burocracia dos processos para facilitar o

aumento de consumidores para a instalação de novos sistemas geradores fotovoltaicos, facilitando, portanto, o comércio, o aumento de emprego, melhoria da economia pós covid e maior produção de energia limpa no país.

## REFERÊNCIAS

COVID-19: Impactos e expectativas no setor de Energia Solar, CCEE. Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/fontes?\\_af rLoop=158596324134270&\\_adf.ctrl-state=14aglxcog\\_1#!%40%40%3F\\_afrLoop%3D158596324134270%26\\_adf.ctrl-state%3D14aglxcog\\_5](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_af rLoop=158596324134270&_adf.ctrl-state=14aglxcog_1#!%40%40%3F_afrLoop%3D158596324134270%26_adf.ctrl-state%3D14aglxcog_5)>. Acesso em 05 de maio de 2021.

Dimensionamento de Condutores, MPPTSOLAR, 2020. Disponível em: <<https://www.mpptsolar.com/pt/dimensionamento-cabos-condutores.html>>. Acesso em 28 de abril de 2021.

DO INÍCIO AO FIM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO OFF-GRID, ENERGES, 2020. Disponível em: <<https://energes.com.br/fale-energes/do-inicio-ao-fim-sistema-solar-fotovoltaico-off-grid/>>. Acesso em 28 de abril de 2021.

Energia solar: mais empregos na recuperação econômica do Brasil. ABSOLAR, 2021. Disponível em: <[https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html/amp?gclid=Cj0KCQjwZ7BRDzARIsAGjbK2aSri0gweyA\\_imk7mTY3oL6yqXRUTXWINc3qOkQCzSdOFvcWHj0uP4aAgDsEALw\\_wcB](https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html/amp?gclid=Cj0KCQjwZ7BRDzARIsAGjbK2aSri0gweyA_imk7mTY3oL6yqXRUTXWINc3qOkQCzSdOFvcWHj0uP4aAgDsEALw_wcB)>. Acesso em 25 de abril de 2021.

Energia solar: novas tecnologias e modelos de negócio para a recuperação econômica do Brasil. ABSOLAR, 2020. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/artigos/energia-solar-novas-tecnologias-e-modelos-de-negocio-para-a-recuperacao-economica-do-brasil/>>. Acesso em 25 de abril de 2021.

ENERGIA SOLAR, Orçamentos, SOLSTICIO ENERGIA, 2020. Disponível em: <<https://www.solsticioenergia.com/2017/08/23/energia-solar-fotovoltaica-no-campo/>>. Acesso em 28 de abril de 2021.

FONTES, SEBRAE, 2020. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/covid-19-impactos-e-expectativas-no-setor-de-energia-solar,197d8cad902c2710VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em 06 de maio de 2021.

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, ANEEL, 2015. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_assetEntryId=14461914&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=656827&\\_101\\_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&inheritRedirect=true](https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14461914&_101_type=content&_101_groupId=656827&_101_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&inheritRedirect=true)>. Acesso em 11 de maio de 2021.

PRODIST - Módulo 3. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2017. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/modulo-3>>. Acesso em 25 de abril de 2021.

ÓRIGO ENERGIA. A história da energia solar no Brasil. ÓRIGO ENERGIA, 2020. Disponível em: <<https://origoenergia.com.br/blog/a-historia-da-energia-solar-no-brasil>>. Acesso em 25 de abril de 2021.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que permitiu que todas as conquistas em minha vida se concretizassem. Aos meus pais que me apoiaram a todo momento e não me deixaram desistir.

Agradeço à Universidade, que me deu o conhecimento necessário para concluir este trabalho.

Ao meu orientador, Rafael Lima de Oliveira, agradeço por orientar esse trabalho e todo o ensinamento nas disciplinas do curso.

***Josimar Rocha da Silva***

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me deu energia e benefícios para concluir todo esse trabalho.

Agradeço aos meus pais que me incentivaram todos os anos que estive na faculdade, e deram todo o suporte possível.

Ao meu orientador, Rafael Lima de Oliveira, agradeço por orientar esse trabalho e todo o ensinamento nas disciplinas do curso.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa em minha vida.

***Agnes Lopes Caon***

 <b>FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA IGUAL OU INFERIOR A 10kW</b>				
Gerência de Relacionamento com Clientes de Geração Distribuída – GD – Revisão-e-29/03/2021				
<b>1 – IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA – UC</b>				
NÚMERO DO CLIENTE:	NÚMERO DA INSTALAÇÃO <sup>(1)</sup> :			
Titular da UC:				
Grupo <sup>(2)</sup> : <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B Subgrupo: Classe <sup>(3)</sup> :	CPF/CNPJ:			
Rua/Av.:	Número:			
Complemento:	Bairro:			
Município:	Estado:			
Telefone: ( ) -	Celular: ( ) - E-mail:			
<b>2 – DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA</b>				
Localização em Coordenadas do Ponto de Conexão Com a Cemig (Ponto de Entrega) <sup>(4)</sup> :				
Coordenadas UTM: Fuso: E (Abscissa): (6 Dígitos) N (Ordenada): (7 Dígitos)				
Carga Instalada Atual (kW) <sup>(5)</sup> :				
Potência do Grupo Motor Gerador de Emergência em Paralelo com a Cemig - Diesel ou Gás (kVA) <sup>(6)</sup> :				
Clientes do Grupo A (Se Aplicável):				
Transformador particular (kVA) <sup>(7)</sup> : <input type="checkbox"/> 75 <input type="checkbox"/> 112,5 <input type="checkbox"/> 225 <input type="checkbox"/> 300 <input type="checkbox"/> 500 <input type="checkbox"/> 750 <input type="checkbox"/> 1000 <input type="checkbox"/> outro:				
Tipo de Subestação Conforme ND 5.3 <sup>(8)</sup> : <input type="checkbox"/> N°1 <input type="checkbox"/> N°2 <input type="checkbox"/> N°3 <input type="checkbox"/> N°4 <input type="checkbox"/> N°5 <input type="checkbox"/> N°6 <input type="checkbox"/> N°7 <input type="checkbox"/> N°8				
Tipo de Padrão de Entrada <sup>(9)</sup> :				
Disjuntor Individual Atual: A <input type="checkbox"/> Monopolar <input type="checkbox"/> Bipolar <input type="checkbox"/> Tripolar				
Disjuntor Individual Solicitado para Alteração de Carga <sup>(10)</sup> : A <input type="checkbox"/> Monopolar <input type="checkbox"/> Bipolar <input type="checkbox"/> Tripolar				
Disjuntor Geral do Padrão (Conforme ND 5.2): <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim A				
Tensão de Atendimento (V) <sup>(11)</sup> :	Tipo de Ramal <sup>(12)</sup> : <input type="checkbox"/> Aéreo <input type="checkbox"/> Subterrâneo			
Localização dos Módulos Solares <sup>(13)</sup> :				
<input type="checkbox"/> Edificação Individual <input type="checkbox"/> Edificação Coletiva ou Agrupamento				
Tipo de Solicitação <sup>(14)</sup> :				
<input type="checkbox"/> Ligação de Nova Unidade Consumidora COM Geração Distribuída.				
<input type="checkbox"/> Conexão de GD em Unidade Consumidora Existente SEM Alteração de Potência Disponibilizada.				
<input type="checkbox"/> Conexão de GD em Unidade Consumidora Existente COM Alteração de Potência Disponibilizada.				
<input type="checkbox"/> GD Existente COM Alteração de Potência Ativa Instalada Total – Pot. Atual: kW Nova Pot. Total: kW.				
Haverá Mudança de Local do Padrão de Entrada <sup>(15)</sup> : <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim				
Caracterização <sup>(16)</sup> :				
<input type="checkbox"/> Consumo Local <input type="checkbox"/> Autoconsumo Remoto				
<input type="checkbox"/> Geração Compartilhada <input type="checkbox"/> Empreendimento de Múltiplas Unidades Consumidoras				
<b>3 – DADOS DA GERAÇÃO</b>				
Potência Ativa Instalada Total de Geração da Usina (kW) <sup>(17)</sup> :				
Tipo de Fonte da GD – Modalidades de Geração <sup>(18)</sup> :				
<input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Biomassa <input type="checkbox"/> Cogeração Qualificada <input type="checkbox"/> Eólica <input type="checkbox"/> Outra (Especificar):				
Preencha o quadro a seguir somente se a usina possuir <b>OUTORGA OU REGISTRO</b> . <sup>(19)</sup> Se não aplicável, mantenha os campos vazios:				
CEG do empreendimento - GGG.FF.U.F.999999-9.VV	Nome da Usina	Tipo do Ato de Outorga ou Registro	Número do Ato de Outorga ou Registro	Ano do Ato de Outorga ou Registro



Preencher o quadro abaixo para projeto de **CENTRAL GERADORA FOTOVOLTAICA.** <sup>(20)</sup>

Potência Total Módulos (kW)	Quantidade de Módulos	Fabricante dos Módulos	Modelo dos Módulos	Potência Total Inversores (kW)	Quantidade de Inversores	Fabricante do Inversor	Modelo do Inversor	Área dos Arranjos (m <sup>2</sup> )	Qtde de Instalações a receber o crédito (Inst. geradora + Inst. receptoras)

Preencher o quadro abaixo para projeto de **CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA - CGH.** <sup>(21)</sup>

Potência Aparente (kVA)	Potência Instalada (kW)	Fator de Potência (Entre 0 e 1)	Tensão (kV)	Nome do Rio	Registro do Rio	Nível Operacional Normal de Montante (metros)	Nível Operacional Normal de Jusante (metros)	Qtde de Instalações a receber o crédito (Inst. geradora + Inst. receptoras)

Preencher o quadro abaixo para projeto de **CENTRAL GERADORA TÉRMICA.** <sup>(22)</sup>

Combustível	Número do Despacho de qualificação	Data do Despacho	Potência Aparente (kVA)	Potência Instalada (kW)	Fator de Potência (Entre 0 e 1)	Ciclo Termodinâmico	Máquina Motriz	Qtde de Instalações a receber o crédito (Inst. geradora + Inst. receptoras)

Preencher o quadro abaixo para projeto de **CENTRAL GERADORA EÓLICA.** <sup>(23)</sup>

Potência Instalada (kW)	Fabricante dos Aerogeradores	Modelo dos Aerogeradores	Quantidade de Aerogeradores	Eixo do Rotor	Altura da Pá (metros)	Qtde de Instalações a receber o crédito (Inst. geradora + Inst. receptoras)

#### 4 - DOCUMENTAÇÃO A SER ANEXADA OBRIGATÓRIA

- 1. ART ou TRT<sup>1</sup> do Responsável Técnico pelo projeto e instalação do sistema de microgeração.
- 2. Memorial descritivo da instalação contendo a planta de situação com indicação do local do padrão de entrada, conforme Normas Técnicas de Distribuição ND-5.1 e ND-5.2 e modelos disponibilizados no site da Cemig.
- 3. Diagrama unifilar contemplando Geração/Proteção (inversor, se for o caso)/Medição, conforme Normas Técnicas de Distribuição ND-5.1 e ND-5.2 e modelo disponibilizado no site da Cemig.
- 4. Certificado de conformidade do(s) inversor(es) ou número de registro de concessão no Inmetro do(s) inversor(es) para a tensão nominal de conexão com a rede.
- 5. Dados necessários ao registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL: [www.aneel.gov.br/scg](http://www.aneel.gov.br/scg).
- 6. Lista das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver), indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI ao VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012.
- 7. Documento que comprove o reconhecimento, pela Aneel, da cogeração qualificada (se houver).
- 8. Formulário de Análise de Carga, com os respectivos anexos necessários (para solicitação de Ligação Nova de Unidade Consumidora com GD ou conexão de GD com aumento ou redução de potência disponibilizada).
- 9. Documentos originais do titular da UC (RG ou outro documento oficial com foto e CPF) para pessoa física e, em caso de pessoa jurídica, dos documentos relativos à sua constituição e do(s) seu(s) representante(s) legal(is).
- 10. Cópia do instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver).
- 11. Quando se tratar de ligações novas, apresentar documento, com data, que comprove a propriedade ou posse do imóvel onde será implantada a central geradora, conforme Art. 27 da Resolução Normativa 414/2010.
- 12. Quando se tratar de ligações novas em imóveis rurais apresentar o documento de Cadastro Ambiental Rural – CAR. O CAR é um registro público eletrônico de âmbito nacional, Lei nº 12.651/2012, obrigatório para todos os imóveis rurais.

- 13. Documento que comprove a propriedade da unidade consumidora para a qual está sendo solicitada a ligação da usina particular pertencente a uma edificação coletiva ou agrupamento.
- 14. Documento fornecido pelo condomínio que comprove autorização de uso de área comum da edificação coletiva para instalação de usina de uso particular da unidade em questão.
- 15. Documento que comprove o direito de posse pelo proprietário da usina em casos de aluguel, cessão ou arrendamento de áreas, telhados ou estruturas.

Nota!: Os Técnicos em Eletrotécnica poderão projetar e dirigir instalações com potência até 800 kVA (Decreto nº 90.922/85).

#### 5 – CONTATO NA DISTRIBUIDORA (preenchido pela Distribuidora)

Responsável / Área: Gerência de Relacionamento com Clientes de Geração Distribuída - RC/GD	Endereço: Av. Barbacena, 1200 - 8º Andar Ala A-2 CEP 30190-131 Belo Horizonte – MG
Telefone: 0800 721 0167	E-mail: <a href="mailto:GeracaoDistribuida@cemig.com.br">GeracaoDistribuida@cemig.com.br</a>

#### 6 – SOLICITANTE:

Nome do Cliente ou Procurador Legal: Endereço de Correspondência:	
Telefone: (    )        -	E-mail:
Local e data:	Assinatura do Cliente/Responsável Legal:

#### Notas Explicativas:

<sup>1</sup> Número da Instalação: O número da Instalação na qual será instalada a Geração Distribuída. Caso tratar-se de ligação nova, não preencher.

<sup>2</sup> Grupo e Subgrupo: Informe o código de subgrupo aplicável conforme o nível de tensão para o grupo A ou finalidade para o grupo B.

Grupo A - agrupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV		Grupo B: agrupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV	
Subgrupo	Nível de Tensão	Subgrupo	Finalidade
A1	Igual ou superior a 230 kV	B1	Residencial
A2	88 kV a 138 kV	B2	Rural
A3	69 kV	B3	Industrial
A3a	30 kV a 44 kV	B3	Demais Classes
A4	2,3 kV a 25 kV	B4	Iluminação Pública

<sup>3</sup> Classe: Informe a classificação da unidade consumidora em Residencial, Industrial, Comercial, Rural, Poder Público, Iluminação Pública, Ou Serviço Público.

<sup>4</sup> Localização em Coordenadas: Informe as Coordenadas Geográficas da localização do ponto de entrega da energia no formato UTM Modelo: "6 dígitos numéricos, 7 dígitos numéricos". Obrigatório informar o Fuso, E (Abscissa) e N (Ordenada). A Central geradora deverá estar conectada a no máximo 5,0 metros da divisa da propriedade em áreas urbanas e a no máximo 30 metros da primeira estrutura na propriedade do consumidor em áreas rurais.

Sugestão de site para conversão de coordenadas geográficas: <http://splink.cria.org.br/conversor>

<sup>5</sup> Carga Instalada Atual (kW): Refere-se a carga instalada conectada onde estará instalada a central geradora da microgeração distribuída (consumo próprio). Conforme Ofício Circular nº 0010/2017 da Aneel, a solução de conexão informada no Parecer de Acesso considera exclusivamente a atividade de geração, sendo o consumo da unidade no ponto de conexão nulo. Assim, deve ser solicitada também o aumento de demanda contratada quando necessário.

<sup>6</sup> Grupo Motor Gerador de Emergência - Diesel ou Gás (kVA): Caso exista outra modalidade de geração, com operação em paralelo com a Cemig, e que não seja habilitada para o sistema de compensação de energia, tal como geração a diesel, ela deverá contar com disjuntor independente, com as funções de proteção ANSI conforme especificações da ND 5.30 e 5.31.

<sup>7</sup> Transformador particular (kVA): Informe a potência instalada de transformação da subestação de entrada ou o arranjo de transformadores utilizados.

<sup>8</sup>Tipo de Subestação Conforme ND 5.3: Para a construção da subestação de entrada de média tensão o cliente deve optar por um dos tipos de subestações, considerando suas aplicações e características, que podem ser consultadas no site da Cemig pelo endereço eletrônico: [http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Clientes/Documents/Normas%20T%C3%A9cnicas/nd5\\_3\\_000001p.pdf](http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Clientes/Documents/Normas%20T%C3%A9cnicas/nd5_3_000001p.pdf)

ATENÇÃO: O uso da subestação tipo N°1 foi descontinuado das normas Cemig, portanto NÃO é permitida para ligação de novas Unidades Consumidoras usando esse padrão de construção.

As subestações tipo N° 5 e N° 8 somente são aplicáveis para potências de transformação até 300 kVA e não podem ser de uso compartilhado.

<sup>9</sup>Tipo de Padrão de Entrada: Neste campo deverá ser informado a capacidade em Ampères do disjuntor individual do padrão Cemig que atende à instalação e se existir disjuntor geral, no caso de mais de uma unidade consumidora, informe a corrente nominal do disjuntor geral instalado. Caso haja modificações no padrão de entrada de uso coletivo com disjuntor geral é necessário solicitar uma vistoria do quadro de medição coletivo antes do pedido de vistoria e conexão da GD.

<sup>10</sup>Disjuntor Solicitado para Alteração de Carga: Informe a capacidade do novo disjuntor, caso haja necessidade de alteração de carga. Vale destacar que deverá ser anexado também o formulário de alteração de carga com informações específicas.

<sup>11</sup>Tensão de Atendimento (V): Tensão nominal do ponto de conexão com a rede da concessionária.

<sup>12</sup>Tipo de Ramal: Assinalar o tipo de ramal de ligação, se aéreo ou subterrâneo, no qual a unidade consumidora será atendida.

<sup>13</sup>Localização dos Módulos Solares:

De acordo com o item 3.2.2 da ND 5.30: "Conexão de microgeração particular em unidade consumidora pertencente ao empreendimento, para uso e benefício próprio desta única unidade consumidora, não envolvendo outras unidades do empreendimento: Nesta modalidade, deverá ser comprovada a propriedade do imóvel que abriga a unidade consumidora e as instalações de geração. Quando se tratar de empreendimentos com condomínio formalizado, e caso haja a utilização de áreas de uso comum para abrigar as instalações de geração, deverá ser comprovada a autorização do condomínio para utilização da área comum. Poderá ser utilizada a própria caixa de medição já existente na unidade consumidora, desde que esteja em bom estado de conservação e condições de segurança adequadas."

"Para os casos de aluguel, cessão ou arrendamento de áreas, telhados ou estruturas para instalação de microgeração em edificações coletivas e agrupamentos, deverá ser criada unidade consumidora adicional para conexão da usina e deverá ser comprovado o direito de posse do terreno, telhado ou estrutura pelo proprietário da usina. O titular da nova unidade consumidora com GD deverá ser o proprietário da usina."

Diante do exposto acima, será necessário apresentar documentação específica nos seguintes casos:

- Edificações Agrupadas: Comprovação de posse do proprietário do imóvel.
- Edificações de uso coletivo (Condomínio formalizado): Comprovação de posse do proprietário do imóvel + Autorização do condomínio.
- Aluguel, cessão ou arrendamento de áreas, telhados ou estruturas: Comprovação do direito de posse do terreno, telhado ou estrutura pelo proprietário da usina. Nestes casos será necessário criar uma unidade consumidora exclusiva para a microgeração, devendo ser provida caixa de medição adicional para abrigar o medidor bidirecional. Ao protocolar a solicitação de acesso, deve ser informado que se trata de uma ligação nova e devem ser atendidas as normas técnicas referentes a edificações coletivas (ND 5.2).

<sup>14</sup>Tipo de Solicitação: As ligações de novas unidades consumidoras são as que podem ser caracterizadas por pontos de conexão ainda não atendidos pela concessionária. No caso de solicitações de conexão de Geração Distribuída em Unidade Consumidora Existente com Aumento de Potência Disponibilizada informar também a capacidade em Ampères do novo disjuntor que está sendo solicitado para atendimento individualmente a instalação. Vale destacar que no caso de alteração de carga de BT é necessário anexar o formulário de análise de carga específico para unidades individuais ou atendimento coletivo. Potência Disponibilizada se refere a capacidade máxima da unidade consumidora (em kW) com base na tensão nominal, número de fases e corrente nominal do disjuntor. Verifique as tabelas nas normas técnicas da Cemig.

<sup>15</sup>Haverá Mudança de Local do Padrão de Entrada: Informe se haverá mudança de local do padrão de entrada de energia. Na planta de situação anexada indique o novo local da medição considerando os critérios permitidos nas normas técnicas da Cemig.

<sup>16</sup>Caracterização: Definição em relação a finalidade da unidade consumidora em relação a participação ao sistema de compensação de energia elétrica.

<sup>17</sup>Potência Ativa Instalada Total de Geração da Usina (kW): Corresponde à máxima potência ativa gerada pela planta de geração distribuída, em kW, ou seja, corresponde ao menor valor entre a "Potência Total dos Módulos" e a "Potência Total dos Inversores".

Este é o valor de referência considerado na Resolução ANEEL 482/2012 o qual é utilizado para enquadramento no limite de unidade consumidora caracterizada como microgeração (Até 75kW).

Este valor será considerado para a elaboração dos estudos de planejamento e conexão com o sistema elétrico.

<sup>18</sup>Tipo de Fonte da GD – Modalidades de Geração

<sup>19</sup>Dados para Sistema de Registro de Geração Distribuída – SISGD de Outorga Ou Registro.

<sup>20</sup>Dados para Sistema de Registro de Geração Distribuída – SISGD - Central Geradora Fotovoltaica.

*Potência Total Módulos (kW): Informe a potência elétrica total, em kW, obtida a partir do efeito fotovoltaico, somando todos os módulos agrupados em arranjos.*

*Potência Total Inversores (kW): Informe a potência nominal elétrica total, em kW, somando todas as saídas dos inversores, respeitadas limitações de potência decorrentes dos módulos, do controle de potência do inversor ou de outras restrições técnicas.*

<sup>21</sup>Dados para Sistema de Registro de Geração Distribuída – SISGD Central Geradora Hidrelétrica - CGH.

<sup>22</sup>Dados para Sistema de Registro de Geração Distribuída – SISGD de Central Geradora Térmica - UTE.

<sup>23</sup>Dados para Sistema de Registro de Geração Distribuída – SISGD de Central Geradora Eólica - EOL.

## **Eficiência e regularidade do sistema de iluminação pública da avenida Senador Francisco Tinoco do município de Itaperuna-RJ**

### **Efficiency and regularity of the public lighting system on Senador Francisco Tinoco avenue in the city of Itaperuna-RJ**

---

**Beatriz de Oliveira Garcia**

*Centro Universitário UniRedentor*

*Link para o Currículo Lattes ou ORCID*

**Daniel Silva Garibaldi**

*Centro Universitário UniRedentor*

*Link para o Currículo Lattes ou ORCID*

**Rafael Lima de Oliveira**

*Centro Universitário UniRedentor*

*<http://lattes.cnpq.br/6212659806406513>*

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.5



# Resumo

Este trabalho busca otimizar o atual sistema de iluminação pública da avenida Senador Francisco Tinoco, do município de Itaperuna, do estado do Rio de Janeiro, não só da via principal, mas também da ciclovia que a acompanha. A otimização será feita em conformidade com a NBR 5101 utilizando o software DIALux, de maneira que o projeto se torne adequado com a norma e eficiente. Para isso serão analisadas todas as características construtivas da avenida e da ciclovia, identificando a classificação da via e do volume do tráfego para finalmente determinar a classificação de iluminação da via e respectiva iluminância média adequada. Também será analisado qual lâmpada é mais adequada e eficiente para o projeto, especificando todas as suas características, como tipo, potência, fluxo luminoso, IRC e temperatura de cor correlata. Ao final será enumerado todas as alterações que deverão ser realizadas para que a avenida Senador Francisco Tinoco possua um sistema de iluminação eficiente.

**Palavras-chave:** iluminação pública, eficiência, NBR 5101, DIALux.

# Abstract

This work seeks to optimize the current public lighting system on Senador Francisco Tinoco avenue, Itaperuna city, in the state of Rio de Janeiro, not only on the main road, but also on the bicycle path that accompanies it. The optimization will be done in accordance with NBR 5101 using the DIALux software, so that the project becomes adequate with the standard and efficient. For this, all constructive characteristics of the avenue and the cycle path will be analyzed, identifying the classification of the road and the volume of traffic, to finally determine the classification of street lighting and the respective adequate average illuminance. It will also be analyzed which lamp is most suitable and efficient for the project, specifying all its characteristics, such as type, power, luminous flux, IRC and correlated color temperature. At the end, all the changes that must be made so that Senador Francisco Tinoco avenue has an efficient lighting system will be listed.

**keywords :** public lighting, efficient, NBR 5101, DIALux.



## INTRODUÇÃO

Iluminação Pública (IP) é o serviço que tem por objetivo prover luz, ou claridade artificial, aos logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais (NBR 5101, 2018, p. 3).

Um sistema de IP deve ser bem estruturado de maneira que, além de contribuir para a iluminação da via facilitando o fluxo do tráfego de veículos e pedestres, também permita: redução de acidentes noturnos; melhoria das condições de vida, principalmente nas comunidades carentes; auxílio à proteção policial; e eficiência energética (NBR 5101, 2018).

### Justificativa

Em muitos bairros e regiões pode-se observar sistemas de iluminação inadequados por possuírem características semelhantes, tais como: iluminação insuficiente; poucos pontos de iluminação; iluminação muito intensa, causando ofuscamento, dentre outros problemas de projeto e dimensionamento que prejudicam a visibilidade e segurança das pessoas.

Como se pode ver na Figura 1, a avenida Senador Francisco Tinoco, objeto do estudo, possui certos pontos com pouca claridade dificultando a visibilidade.

**Figura 1 – Avenida Senador Francisco Tinoco com pouca iluminação durante a noite**



Fonte: Autoria própria (2021)

Além disso, no Brasil o sistema de Iluminação Pública representa em média 70,0% do perfil de consumo de energia dos municípios (COPEL, 2020), logo, a busca por soluções e projetos com maior eficiência energética se torna indispensável para o desenvolvimento eficiente das cidades brasileiras.

### Objetivo Geral

Neste trabalho serão analisadas as características e as estruturas do atual sistema de iluminação da Avenida Senador Francisco Tinoco da cidade de Itaperuna verificando se estão de acordo com as normas vigentes e quais melhorias poderão ser feitas para que o sistema de IP

seja mais eficiente evitando desperdício de energia elétrica.

## Objetivo Específico

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar e corrigir eventuais condições que desrespeitam as normas vigentes;
- b) Analisar o tipo de via e o volume do tráfego para saber qual a classe de iluminação da avenida e respectivos valores de iluminância mínima determinada pela NBR 5101;
- c) Analisar e definir a lâmpada mais eficiente e mais adequada para a avenida objeto de estudo;
- d) Otimizar o sistema de iluminação da avenida por meio do software DIALux.

## METODOLOGIA

### Metodologia de coleta de dados

No desenvolvimento deste trabalho os dados foram coletados por meio da análise visual e de medições realizadas pelos seguintes instrumentos:

- a) Trena a laser (marca FORTG, modelo FG026);
- b) Luxímetro digital (marca Instrutherm, modelo THDL-400).

### Metodologia de análise de dados

Este trabalho será baseado em normas e regulamentos, principalmente na Norma Brasileira (NBR) nº 5101 de 2018 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que estabelece os requisitos para iluminação de vias públicas, propiciando segurança aos tráfegos de pedestres e de veículos (NBR 5101, 2018, p. 1)

A análise dos dados também será baseada nos cálculos realizados pelo software DIALux, que permite a elaboração, cálculos e otimização de projetos de iluminação, tanto para interiores de construções como para vias públicas.

O software DIALux utiliza como parâmetro normas internacionais de iluminação pública. Porém, o software permite sua parametrização de maneira muito aproximada com a NBR 5101 (YAMAZAKI e MARIOTONI, 2018).

## GRANDEZAS LUMINOTÉCNICAS

### Fluxo Luminoso

O Fluxo Luminoso, cuja unidade de medida é o lúmen (lm), corresponde à quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa (GEBRAN e RIZZATO, 2017).

## Iluminância

A iluminância, cuja unidade de medida é o lux (lx), é o limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero (NBR 5413, 1992, p. 1).

## Iluminância média

A iluminância média é o valor obtido pelo cálculo da média aritmética das leituras realizadas, em plano horizontal, sobre o nível do piso (NBR 5101, 2018, p. 9).

## Fator de uniformidade da iluminância

O fator de uniformidade da iluminância é a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média em um plano especificado (NBR 5101, 2018, p. 2).

## Índice de Reprodução de Cores (IRC)

O IRC é a medida correspondente entre a cor real e a aparência da cor, diante da fonte de luz geradora, de um objeto ou da superfície (GEBRAN e RIZZATO, 2017).

A Portaria nº 20 do INMETRO determina que as lâmpadas LED de luminárias públicas devem possuir índice de reprodução de cor geral maior ou igual a 70.

## Temperatura de cor correlata (TCC)

A temperatura de cor correlata (TCC), cuja unidade de medida é o Kelvin (K), é uma metodologia que descreve a aparência de cor de uma fonte de luz branca em comparação a um radiador planckiano (INMETRO, 2017, p. 20).

Com base na Portaria nº 20 do INMETRO de 2017, o valor da TCC para iluminação pública deverá estar entre 2700 e 6500 Kelvins.

## Eficiência energética

A eficiência energética é a razão entre as grandezas medidas do fluxo luminoso da luminária (lm) e a potência total consumida (W) (INMETRO, 2017, p. 19).

No setor de iluminação pública o emprego da tecnologia LED pode contribuir significativamente na melhoria da qualidade do serviço e no aumento de sua eficiência energética, o que se reflete numa redução dos custos de energia do município (MME, 2018).

## ESTUDO DE CASO

### Objeto do estudo

A avenida Senador Francisco Tinoco, mostrada na Figura 2, é uma avenida do centro do município de Itaperuna, do estado do Rio de Janeiro, na qual foi construída recentemente uma ciclovia.

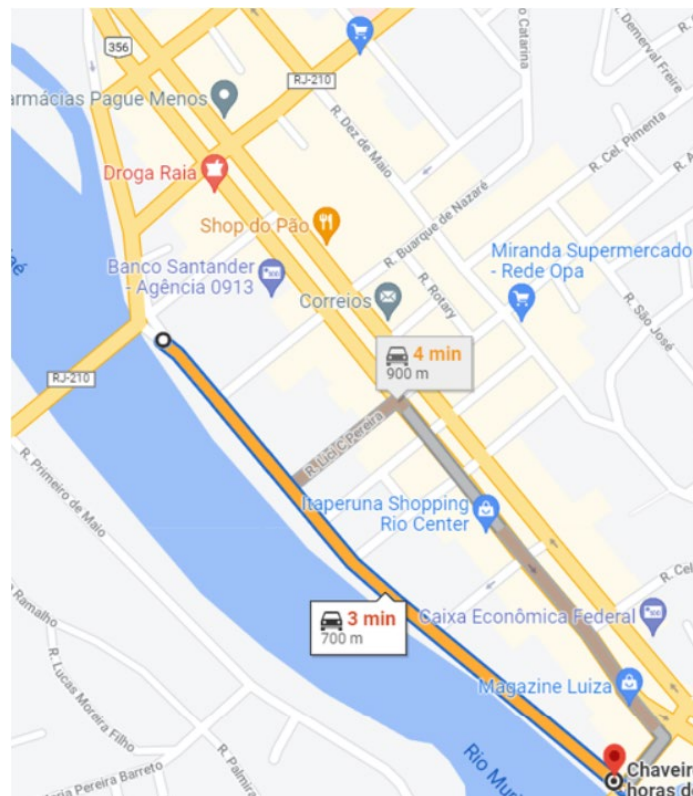
**Figura 2 – Avenida Senador Francisco Tinoco em Itaperuna-RJ**



**Fonte: Autoria própria (2021)**

A avenida é composta por duas faixas de rolamento e possui aproximadamente 8,1 metros de largura. O comprimento da avenida chega a 1,1 km, porém este trabalho só irá analisar o sistema de Iluminação Pública do trecho demonstrado na Figura 3, que possui uma extensão de cerca de 700 metros.

**Figura 3 – Trecho da Avenida Senador Francisco Tinoco marcado de laranja no mapa, e início do trecho marcado de vermelho**



**Fonte: Google Maps (2021)**

No trecho da referida avenida existem 24 postes dos quais 20 possuem sistema de iluminação pública. Para fins de localização de cada ponto de iluminação, será considerado neste trabalho uma numeração dos postes de 1 a 20, sendo o Poste nº 1 o primeiro poste do início da avenida marcado de vermelho na Figura 3.

## 4.2 Lâmpadas

Como mostra a Figura 4, as lâmpadas encontradas nos postes da avenida são as lâmpadas determinadas pela Especificação Técnica nº 134 da Enel (concessionária de energia elétrica do município de Itaperuna), quais sejam: Vapor de Sódio de Alta Pressão, Vapor de Mercúrio ou de Vapor Metálico.

Figura 4 – Lâmpadas encontradas nos postes da Avenida Senador Francisco Tinoco



Fonte: Autoria própria (2021)

## Altura de montagem

Por meio da trena a laser foram medidas as alturas de montagem das luminárias dos postes da avenida, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Altura, em metros, da montagem das luminárias dos postes na Avenida Senador Francisco Tinoco.

Poste nº	Altura de montagem (m)	Poste nº	Altura de montagem (m)
1	9,30	11	6,18
2	6,54	12	7,86
3	5,84	13	8,00
4	7,05	14	7,90
5	6,73	15	7,60
6	7,02	16	8,00
7	7,60	17	7,80
8	6,70	18	7,70
9	7,60	19	7,90
10	6,46	20	7,80

Fonte: Autoria própria (2021)

## Vão médio

O vão entre os postes de iluminação, ou seja, a distância entre os postes, conforme demonstrada na Tabela 2, foram medidas por meio da trena a laser.

**Tabela 2 – Vão entre os postes, em metros, na Avenida Senador Francisco Tinoco.**

Vão entre os Postes nº	Distância (m)	Vão entre os Postes nº	Distância (m)
1 e 2	33,3	11 e 12	27,0
2 e 3	28,2	12 e 13	39,2
3 e 4	39,7	13 e 14	35,0
4 e 5	33,5	14 e 15	42,0
5 e 6	36,0	15 e 16	41,0
6 e 7	38,0	16 e 17	38,0
7 e 8	30,2	17 e 18	39,7
8 e 9	43,0	18 e 19	34,0
9 e 10	15,0	19 e 20	35,6
10 e 11	14,7		

Fonte: Autoria própria (2021)

## Compatibilidade com a arborização

A NBR 5101 de 2018 estabelece uma equação para melhorar a convivência entre a iluminação pública e a arborização, através de cálculos que consideram os ângulos de máxima incidência de luz das luminárias nos sentidos longitudinal e transversal à via, a sua altura de montagem e a distância da árvore.

O cálculo para desobstrução da iluminação em árvores no sentido transversal da via é dado pela Equação 1:

$$Z=H-(AxD) \quad (1)$$

onde

$Z$  é a altura mínima de um galho;

$H$  é a altura de montagem da luminária;

$A$  é igual a cotangente de  $60^\circ$ , igual a 0,57 (ângulo de máxima incidência de luz para o sentido transversal);

$D$  é a distância mínima do galho de menor altura.

Com relação à arborização em frente ao Poste nº 2, como esquematizado na Figura 5, foram obtidas as seguintes medidas:

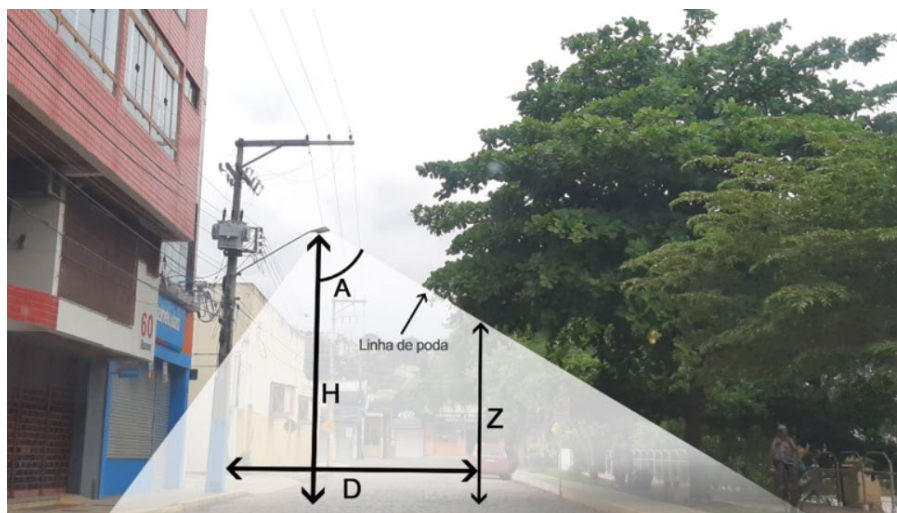
a)  $H=6,54$  m;

b)  $D=6,17$  m;

c)  $Z=4,45$  m.



Figura 5 – Parâmetro das medidas para o cálculo da compatibilização com a arborização em frente ao Poste nº 2



Fonte: Autoria própria (2021)

Aplicando à Equação 1 os valores medidos, tem-se que:

$$\begin{aligned} Z &= H - (A \times D) \\ Z &= 6,54 - (0,57 \times 6,17) \\ Z &= 3,02 \text{ m} \end{aligned}$$

Logo, a arborização próxima ao Poste nº 2 está compatível com a norma uma vez que o galho de menor altura precisa estar acima de 3,02 metros do solo, sendo que este galho encontra-se, na verdade, acima de 4,45 metros de altura.

Porém, em certas localidades, como na região onde se encontra o Poste nº 11, mostrado na Figura 6, existe um avanço da arborização sobre a luminária do poste, o que prejudica a iluminação da via.

Figura 6 – Luminária do Poste nº 11 coberto pela arborização



Fonte: Autoria própria (2021)

## Classificação da via

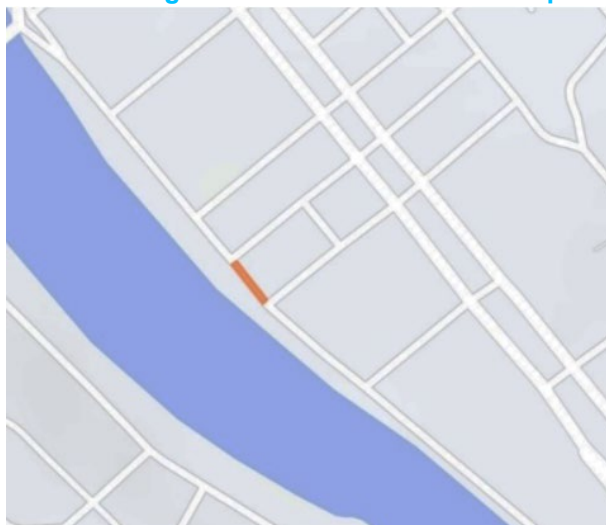
Segundo o artigo 60 do Código de Trânsito Brasileiro, as vias abertas à circulação classificam-se em vias urbanas ou vias rurais. E as vias urbanas podem ser classificadas em: a) via de trânsito rápido; b) via arterial; c) via coletora; e d) via local. A avenida Senador Francisco Tinoco trata-se de uma via urbana pois é caracterizada pela existência de construções às suas margens, com presença de tráfego motorizado e de pedestres (NBR 5101, 2018, p. 5).

A avenida também é classificada como uma via local pois permite acesso às edificações e a outras vias urbanas, com grande acesso e pequeno volume de tráfego, caracterizada por interseções em nível não semaforizadas (NBR 5101, 2018, p. 5).

## Classificação do volume do tráfego da avenida

No dia 15 de setembro de 2021 foi realizada a contagem do número de veículos que passaram pelo trecho da avenida indicado na Figura 7, em ambos os sentidos, com o objetivo de determinar a classificação do volume de tráfego de que trata a NBR 5101 de 2018. Além do fluxo de veículos também foi contado o fluxo de pedestres em ambas as calças e na ciclovia, conforme demonstrado na Tabela 3.

**Figura 7 – Trecho da Avenida Senador Francisco Tinoco marcado de laranja em que foi realizada a contagem do número de veículos e pedestres**



Fonte: Autoria própria (2021)

**Tabela 3 – Número de veículos e pedestres que transitaram, em ambos os sentidos, pelo trecho indicado na Figura 7, no dia 15 de setembro de 2021**

Horário	Número de veículos	Número de pedestres
18h às 19h	177	216
19h às 20h	113	182
20h às 21h	76	43
Média horária	122	147

Fonte: Autoria própria (2021)

De acordo com a NBR 5101, se a maior média horária for menor do que 150 veículos por hora, o volume do tráfego é classificado como Volume Leve (L). Já o volume de pedestres é classificado como Volume Médio (M) por se tratar de uma via comercial secundária.

## Classificação da iluminação da avenida

A avenida por se tratar de uma via local e com volume de tráfego leve possui classe de iluminação “V5” segundo a NBR 5101, o que significa que o sistema de iluminação deve possuir iluminância média mínima de 5 lux e fator de uniformidade mínimo igual a 0,2.

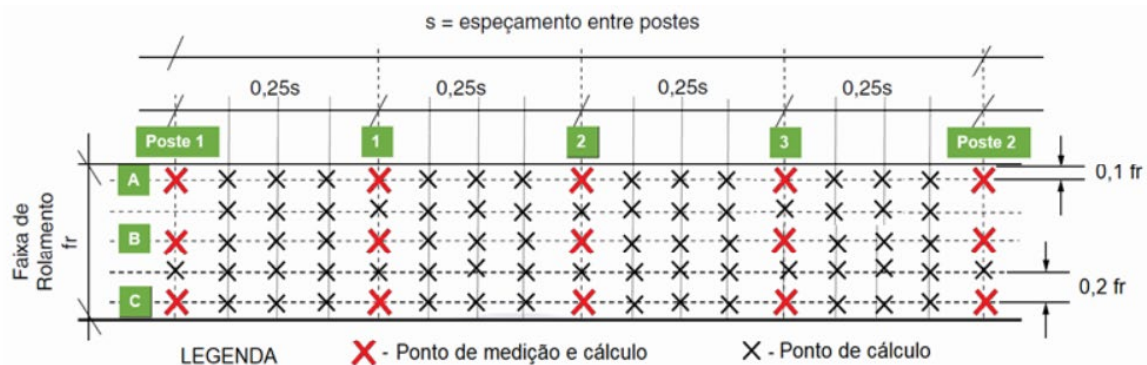
Considerando que o volume do tráfego de pedestres é moderado, a iluminação será classificada como “P3” de acordo com a NBR 5101, o que significa que o sistema de iluminação dos postes sobre as calçadas deve proporcionar iluminância média mínima de 5 lux e fator de uniformidade mínimo igual a 0,2.

Atualmente, como não existem normas brasileiras que disponham sobre a iluminação em ciclovias, será considerado neste trabalho para as ciclovias, por equiparação, os mesmos requisitos da classe “V5” e “P3”.

## Iluminância média e fator de uniformidade

Para determinar a iluminância média da avenida, primeiro deve-se medir o valor da iluminância em cada ponto indicado pela NBR 5101 de 2018, como demonstrado na Figura 8.

**Figura 8 – Malha de referência para medição e cálculo de iluminâncias**



Fonte: Adaptado da NBR 5101 (2018)

As leituras das iluminâncias da avenida foram realizadas por um luxímetro digital no dia 3 de novembro de 2021 a partir das 21h30min. Definiu-se essa hora pois quanto mais tarde for o horário menos são as chances de haver iluminação intrusa proveniente de prédios residenciais e do comércio local que possam afetar a leitura da iluminância dos postes.

As medições foram feitas apenas entre os Postes nº 3 e 7, pois alguns outros postes estavam com as lâmpadas apagadas, o que prejudicaria o resultado das leituras.

Como se pode ver na Quadro 1, muitos dos valores obtidos foram inferiores a 1 lux, o que é proibido pela norma.

**Quadro 1 – Leituras obtidas por meio de luxímetro digital na Avenida Senador Francisco Tinoco, nos pontos marcados por um X vermelho, conforme esquematizado na Figura 8**

	Faixa de rolamento 1 ( $fr_1$ )			Faixa de rolamento 2 ( $fr_2$ )			Calçada entre a via e a ciclovia	Ciclovia
	A	B	C	A	B	C	B	B
Iluminância (lux)								
Poste nº 3	19,8	25,0	25,4	21,1	16,0	9,3	5,7	2,5
1	2,8	3,9	5,3	6,0	4,8	5,3	4,3	3,4
2	0,9	0,7	0,6	0,9	1,0	1,4	1,5	1,5
3	2,7	3,1	3,1	2,9	2,3	1,9	1,6	1,0
Poste nº 4	13,4	13,8	13,0	10,9	7,9	5,8	4,6	4,3
1	5,2	5,2	5,0	4,6	3,3	2,5	2,8	0,8
2	0,9	1,2	1,3	1,1	1,6	1,5	1,5	1,5
3	7,2	6,5	6,8	6,7	5,7	5,2	3,6	2,6
Poste nº 5	21,6	24,3	23,6	20	14,4	8,7	6,2	2,4
1	3,9	4,6	4,0	5,4	4,8	4,3	3,1	1,5
2	2,2	2,5	2,6	2,7	2,4	2,3	2,1	1,5
3	4,6	5,2	5,3	5,3	3,7	3,8	2,7	1,2
Poste nº 6	20,7	22,0	21,4	17,5	12,1	8,7	6,5	2,3
1	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	0,8	1,2
2	0,8	0,9	1,4	1,3	1,4	1,6	1,4	2,0
3	4,6	3,6	3,8	3,6	4,2	3,6	4,1	3,1
Poste nº 7	16,8	18,4	18,0	16,8	13,9	11,0	9,1	6,9

Fonte: Autoria própria (2021)

Como demonstrado na Tabela 4, a calçada e a ciclovia não possuem a iluminância média mínima exigida pela norma.

**Tabela 4 – Valores das iluminâncias média apuradas comparados com o valor mínimo exigido**

Via	Iluminância média mínima exigida (lx)	Iluminância média apurada (lx)
As duas faixas da avenida	5	7,06
Calçada entre a avenida e a ciclovia	5	3,62
Ciclovia	5	2,34

Fonte: Autoria própria (2021)

Como demonstrado na Tabela 5, as faixas da avenida não possuem o fator de uniformidade mínimo exigido pela norma.

**Tabela 5 – Valores dos fatores de uniformidade apurados comparados com o valor mínimo exigido**

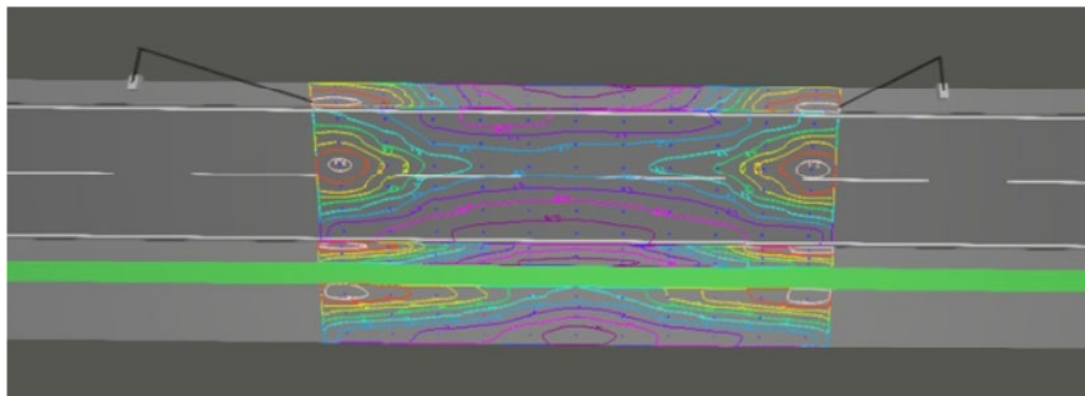
Via	Fator de uniformidade exigido	Fator de uniformidade apurado
As duas faixas da avenida	0,2	0,08
Calçada entre a avenida e a ciclovia	0,2	0,22
Ciclovia	0,2	0,34

Fonte: Autoria própria (2021)

## Resultados do software DIALux

Por meio do programa DIALux foram realizados diversos experimentos para que fosse obtido o melhor e mais adequado projeto de iluminação para a avenida. A Figura 9 mostra o esboço do projeto no programa.

Figura 9 – Avenida Senador Francisco Tinoco projetada no software DIALux



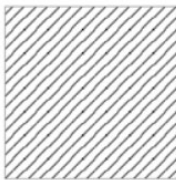
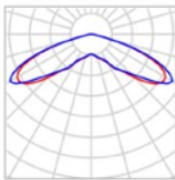
Fonte: DIALux (2021)

Independentemente de qual lâmpada a ser utilizada, ou de qual potência da lâmpada a ser estabelecida, foi constatado que:

- O vão entre os postes deve ser reduzido para 30 metros;
- Não há necessidade de instalações de postes de iluminação nas ciclovias se a altura de montagem dos postes atuais for ampliada para 9,3 metros.

Com base no resultado do projeto elaborado no DIALux foi verificado também que a lâmpada ideal deve ser de LED, com potência igual a 127 Watts, fluxo luminoso de 15000 lúmens, temperatura de cor igual a 3.000 K e IRC igual a 70, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10 – Características da lâmpada apropriada para o projeto de iluminação da Avenida Senador Francisco Tinoco determinado pelo programa DIALux

			
Fabricante	COOPER LIGHTING SOLUTIONS - MCGRAW-EDISON (FORMERLY EATON)	P	127.3 W
Nº do artigo	TLM-E05-LED-E1-5MQ-7030	$\Phi_{Luminária}$	14724 lm
Nome do artigo	TALON MEDIUM LED SITE LUMINAIRE (5) LIGHTBARS WITH AccuLED OPTICS - TYPE 5 SQUARE MEDIUM		
Equipagem	105x (105) 3000K CCT, 70 CRI LEDs		

Fonte: DIALux (2021)



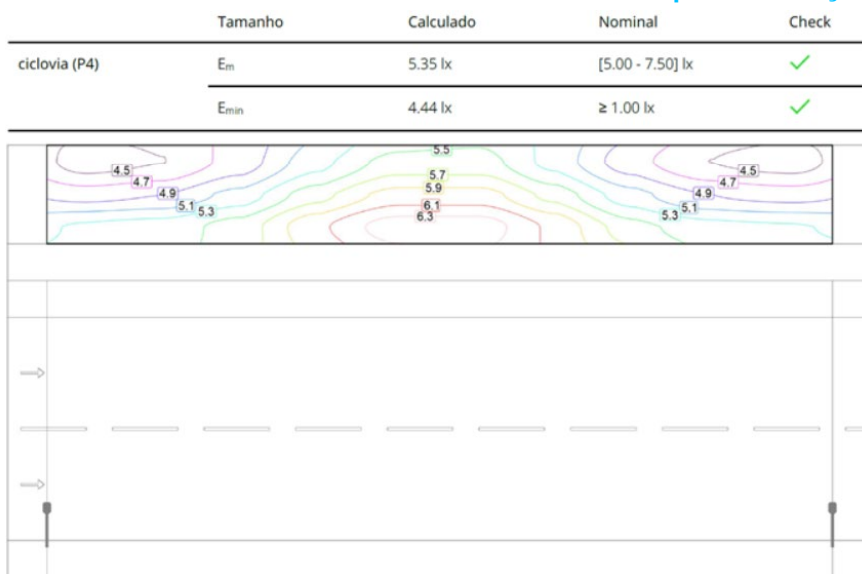
Utilizando a lâmpada adequada, ajustando a altura de montagem para 9,3 m e diminuindo a distância entre os postes para 30 m:

a) A ciclovia passará a ter iluminância média de 5,35 lux, e mínima de 4,44 lux, conforme mostrado na Figura 11;

b) A calçada ao lado da ciclovia passará a ter iluminância média de 6,59 lux, e mínima de 5,63 lux, conforme mostrado na Figura 12;

c) As duas faixas da avenida passarão a ter iluminância média de 8,58 lux, e mínima de 6,14 lux, conforme mostrado na Figura 13.

**Figura 11 – Resultado das iluminâncias na ciclovia determinado pela otimização do DIALux**



Fonte: DIALux (2021)

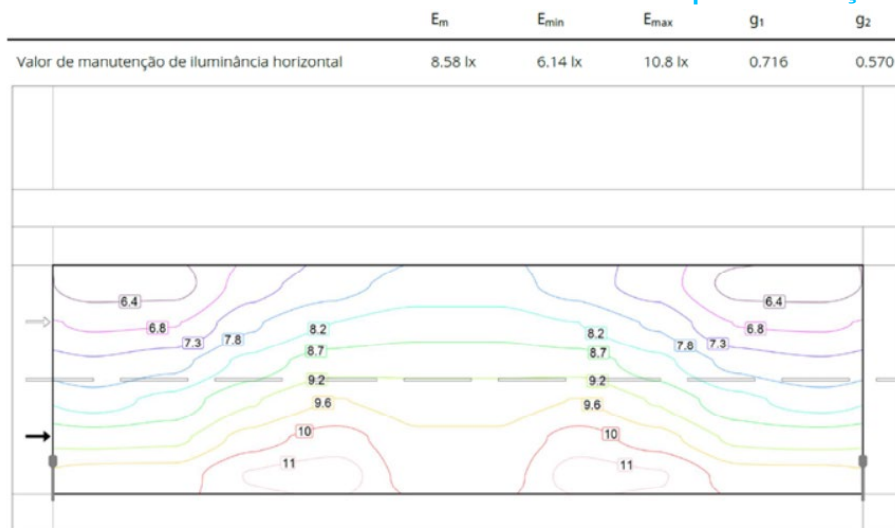
**Figura 12 – Resultado das iluminâncias na calçada determinado pela otimização do DIALux**



Fonte: DIALux (2021)



Figura 13 – Resultado das iluminâncias na avenida determinado pela otimização do DIALux



Fonte: DIALux (2021)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que a iluminação da avenida Senador Francisco Tinoco atenda a todos os requisitos das normas vigentes e ao mesmo tempo possua uma ótima eficiência energética é necessário que:

- Substitua as lâmpadas de descarga por lâmpadas LED de 127 W, 15000 lm, IRC 70 e TCC 3000K.
- Diminua o vão entre os postes para uma distância de 30 m, podendo utilizar os postes já existentes na avenida, mas que não possuem luminárias;
- Aumente a altura de montagem das luminárias para 9,3 m;
- Se realize a poda dos ramos de árvores que comprometem a iluminação;
- Seja adotado um bom programa de manutenção, para assegurar a integridade do sistema e a preservação do nível de iluminação.

A iluminação pública adequada com as normas e eficiente é imprescindível para garantir a segurança e conforto dos cidadãos, para evitar desperdício energético e, conseqüentemente, reduzir os custos de energia no município. Por isso é muito importante que os municípios invistam em projetos e em manutenção dos sistemas de iluminação pública.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5101: Iluminação Pública: Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Portaria nº 20, de 15 de fevereiro de 2017. Estabelece o Regulamento Técnico da Qualidade para Luminárias para Iluminação Pública Viária. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002452.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm). Acesso em: 25 abr. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Iluminação Pública Municipal – Programas e Políticas Públicas. Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/sistemas-de-energia-do-futuro-1/livreto-iluminacao-publica\\_2018\\_02\\_19.pdf](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/sistemas-de-energia-do-futuro-1/livreto-iluminacao-publica_2018_02_19.pdf). Acesso em: 17 mai. 2021.

COPEL. Manual de Iluminação Pública. Disponível em: <https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2FpoderesPublicos%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FCD88F35D3D10C415032579B4004AFD36>. Acesso em: 15 mai. 2021.

ENEL. Especificação Técnica nº 1293, de 25 de junho de 2021. Norma de Conexão e Medição de Circuito de Iluminação Pública e Iluminação das Vias Internas de Condomínios. Disponível em: <https://www.enel.distribuição.com.br/ce/documentos/CNC-OMBR-MAT-21-1293-EDBR%20-%20Norma%20de%20Conex%C3%A3o%20e%20Medi%C3%A7%C3%A3o%20de%20Instala%C3%A7%C3%B5es%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20P%C3%BAblica%20e%20de%20Condom%C3%ADnios.pdf>. Acesso em: 26 out. 2021.

GEBRAN, A. P.; RIZZATO, F. A. Instalações Elétricas Prediais. Porto Alegre, RS: Bookman, 2017.

GOOGLE. Google Maps: Rota da Avenida Senador Francisco Tinoco. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/dir/-21.205633,-41.8919601/-21.2099577,-41.887214/@-21.2078313,-41.8899379,16.99z/data=!4m2!4m1!3e0>. Acesso em: 8 set. 2021.

INMETRO. Portaria nº 20, de 15 de fevereiro de 2017. Aprova o Regulamento Técnico da Qualidade para Luminárias para Iluminação Pública Viária. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002452.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.

YAMAZAKI, T. Y.; MARIOTONI, C. A. Dimensionamento e especificação da iluminação pública municipal (IP), visando a otimização do custo/benefício, uso de energia, conforto e segurança dos munícipes, com uso e propostas de intervenção no software DIALux. Rev. trab. Iniciaç. Cient. UNICAMP, Campinas, SP, n.26, out. 2018. Doi:10.20396/revpibic2620181305. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/eventos/index.php/pibic/article/view/1305/1380>. Acesso em: 12 nov. 2021.

## **Proposta de projeto de usina fotovoltaica para a prefeitura municipal de Varre Sai – RJ**

## **Proposal for a photovoltaic plant project for the municipal government of Varre Sai - RJ**

---

**Leonardo Pelegrini de Oliveira**

*Centro Universitário Redentor*

**Rafael Carobini Lisboa**

*Centro Universitário Redentor*

**Rafael Lima de Oliveira**

*Centro Universitário Redentor*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.6](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.6)

# Resumo

Este artigo trata da instalação de uma usina fotovoltaica na sede da prefeitura municipal da cidade de Varre Sai, Estado do Rio de Janeiro e aborda os elementos necessários para a elaboração e aprovação deste empreendimento junto à concessionária de energia elétrica, escolha dos materiais, orçamento e por fim o estudo do fluxo de caixa do projeto para que, através do resultado financeiro seja fundamentada sua viabilidade ou inviabilidade. Também são tratadas as justificativas deste projeto para o ente público, uma vez que a eficiência é um dos princípios da administração pública.

**Palavras-chave:** energia solar. eficiência. projeto elétrico.

# Abstract

This article deals with the installation of a photovoltaic power plant at the headquarters of the municipal government in the city of Varre Sai, State of Rio de Janeiro and discusses the necessary elements for the preparation and approval of this project with the electric energy concessionaire, choice of materials, budget and finally the study of the project's cash flow so that, through the financial result, its feasibility or impracticability can be substantiated. The justifications for this project for the public entity are also dealt with, since efficiency is one of the principles of public administration.

**Keywords:** solar energy. efficiency. electrical project.

## INTRODUÇÃO

O termo “eficiência energética” tem se tornado cada vez mais presente em nossa sociedade e a energia fotovoltaica é uma das principais atrizes desta nova realidade, ainda mais quando se trata de energias renováveis. No setor privado, usinas elétricas solares já são uma realidade e tanto empresas quanto pessoas físicas já usam largamente essa tecnologia devido ao seu payback no médio prazo e elevado saldo financeiro positivo ao longo prazo.

Um dos cinco princípios que regem a administração pública é a eficiência do seu funcionamento e este projeto busca colaborar para que o serviço público possa ser também eficiente energeticamente, afinal o Brasil possui uma estrutura pública gigante composta por muitos prédios que gastam quantidades significativas de energia. Ao final deste trabalho poderá ser afirmado através do estudo da viabilidade técnica dos fluxos de caixa se é viável ou não para a administração pública buscar a autossuficiência energética em seu funcionamento.

## OBJETIVO GERAL

Propor o projeto de uma usina fotovoltaica para ser instalada no prédio da Prefeitura Municipal de Varre Sai – RJ, gerando economia aos cofres públicos em médio prazo, além de proporcionar ao município a possibilidade de alcançar resultados favoráveis quanto ao exemplo de um desenvolvimento sustentável para a cidade e a demonstração de boa administração dos recursos públicos.

## METODOLOGIA

A metodologia aplicada na coleta e tratamento dos dados será de estudo de caso e a partir deste princípio serão colhidos dados de consumo energético do ente público em questão para serem utilizados no dimensionamento de um projeto personalizado que atenda à sua demanda.

## ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A energia solar no Brasil vem crescendo a passos largos. Existem diversos benefícios econômicos e ambientais que estão ajudando a impulsionar o crescimento desta fonte de energia renovável. Embora a energia solar no Brasil represente apenas 1,7% de toda a matriz energética, o número de sistemas fotovoltaicos instalados no território brasileiro tem crescido consideravelmente, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste do país (PORTAL SOLAR, 2020).

A matriz energética brasileira é predominantemente composta por fontes renováveis, que representam cerca de oitenta por cento da geração nacional. A energia solar fotovoltaica ainda é a menor modalidade entre as demais fontes, porém a posição geográfica do Brasil favorece o uso deste método de geração, o que possibilita uma expressiva expansão desta fonte energética em nosso país (REIS, 2011).

Atualmente a energia solar vem sendo utilizada no Brasil principalmente na mini e micro geração, equipando residências, prédios comerciais e outros empreendimentos. Também é válido lembrar que além da geração fotovoltaica muitos consumidores também utilizam a energia do

sol para obter energia térmica aquecendo a água, o que também auxilia na redução do consumo de energia da concessionária (HINRICHS, 2014).

A média anual de irradiação no Brasil apresenta uma boa uniformidade, com valores relativamente altos em todo o território. Os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro (1500-2.500Wh/m<sup>2</sup>) são superiores aos da maioria dos países europeus, como Alemanha (900-1250 Wh/m<sup>2</sup>), França (900-1650 Wh/m<sup>2</sup>) e Espanha (1200-1850 Wh/m<sup>2</sup>), locais onde projetos de aproveitamentos solares são amplamente disseminados (NAS-CIMENTO, 2017).

Apesar de o custo da tecnologia ainda estar em constante queda, o Brasil ainda apresenta grandes dificuldades, pois ainda não é fabricante dessa tecnologia, sendo assim, refém das importações e de todos os custos intrínsecos a este processo. Estes custos de obtenção dos equipamentos ainda elevam o preço dos sistemas, o que ainda dificulta sua capilaridade no Brasil. Dessa forma são precisos investimentos em informação, capacitação e indústria para que estes desafios sejam superados. (PORTAL SOLAR, 2020).

## ENERGIA SOLAR NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA BRASILEIRA

O Brasil ainda não é um país que produz os equipamentos que compõem os sistemas de geração fotovoltaica, ainda sim, entre 2010 e 2016 o custo total de instalação diminuiu 65%. A Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) estima que a energia solar deva crescer 44% no Brasil em 2019, especialmente com o impulso de geração distribuída. (ALARCÓN, 2019).

A energia solar pode também estender seus benefícios ao setor público, atendendo a hospitais, escolas e prédios governamentais, afinal, todos consomem grande quantidade de energia elétrica que é paga com o dinheiro dos impostos dos contribuintes. Então, faz todo sentido a instalação de sistemas de geração fotovoltaica para entes públicos, uma vez que a longo prazo este investimento trará economia aos cofres públicos e consequentemente ao pagador de impostos. Além disso, os benefícios socioeconômicos são muito grandes, uma vez que este sistema pode também ser utilizado pelo governo para levar eletricidade em regiões de difícil acesso. A instalação deste tipo de sistema de geração de energia, onde o acesso à eletricidade é precário, permitirá gerar energia para hospitais, escolas e para demais serviços públicos nestas localidades relativamente isoladas que geralmente fazem uso de combustíveis fósseis para a obtenção de energia elétrica (ALARCÓN, 2019).

Economizar com a conta de energia todos os meses e investir em uma fonte de geração limpa e ambientalmente responsável. Esses são alguns dos resultados garantidos para quem investe nas placas fotovoltaicas para a sua empresa, indústria ou comércio. Mas o que muitos não imaginam é que os investimentos nessa área também se destacam nos setores públicos (QUANTUM, 2018).

Para Estados e Municípios as vantagens dos sistemas fotovoltaicos são inúmeras além do óbvio benefício financeiro, a instalação de fontes de energias renováveis pelo ente público também mostram o interesse das organizações públicas pelo desenvolvimento sustentável das cidades (QUANTUM, 2018).



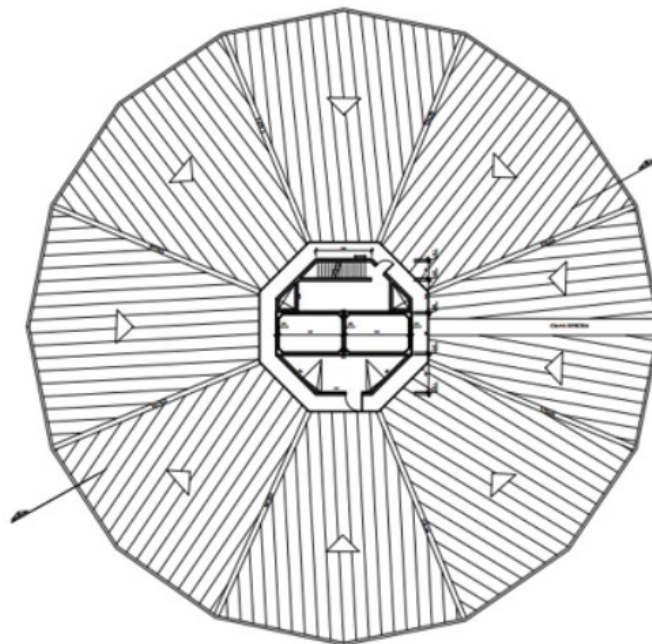
## INFORMAÇÕES SOBRE A PREFEITURA MUNICIPAL DE VARRE SAI

O prédio onde está sediada a Prefeitura Municipal de Varre Sai foi inaugurado no ano de 2017 e é uma construção moderna, contando com uma área total construída de 1.667,92m<sup>2</sup>. São 10 salas no primeiro pavimento e 17 salas no segundo, além de banheiros, cozinhas, garagem, corredores e depósitos.

Todo o prédio é servido de instalações elétricas e de telecomunicação; e todas as salas possuem aparelhos de ar condicionado dimensionados para o volume de cada sala.

O telhado é favorável à instalação de painéis fotovoltaicos, pois conta com 1.020m<sup>2</sup> divididos em oito “águas” com inclinação de aproximadamente 30° voltadas para dentro do centro da edificação que apresenta forma de um hexadecágono (figura geométrica de 16 lados), como mostrado na figura 1.

Figura 1 - Planta baixa da cobertura da Prefeitura Municipal de Varre Sai.



Fonte: Arquivos do setor de engenharia da Prefeitura Municipal de Varre Sai

Os aspectos desfavoráveis são os seguintes: no centro do prédio existem dois reservatórios de 18.000 litros cada um, que se projetam a uma altura de 4,90m. Estes depósitos farão sombra sobre parte dos painéis. Por se tratar de um telhado hexadecagonal com inclinação voltada para o centro, cerca de metade dos painéis não ficarão voltados para o norte, como seria o ideal nesta região do país.

## DIMENSIONAMENTO

A média de consumo de energia do prédio da prefeitura municipal de Varre Sai é de 18.953,03 kWh/mês ou 227,43636 kWh/ano e o valor atual pago por 1 kWh é de R\$1,2416, o que somam gastos médios de R\$23.532,08 por mês ou R\$282.384,98 por ano.

Para que seja feito o dimensionamento deste projeto precisará ser calculado o valor de irradiação solar do local onde será instalada a planta fotovoltaica. Este valor é obtido através do

site do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito - CRESESB, onde, após fornecer os dados da posição geográfica do local de instalação, obtém-se o potencial médio de irradiação solar correspondente de 4,77kWh/m<sup>2</sup> por dia.

O valor referente à eficiência do sistema é convencionado em 80%. Os 20% faltantes se devem às perdas durante os processos de transmissão da eletricidade em cabos de cobre, pelo processo de inversão da corrente contínua para a frequência de 60 Hz e pela transformação da corrente até níveis convencionais de transmissão em baixa tensão.

O painel escolhido foi um painel JA Solar de 535W devido à sua eficiência energética, disponibilidade de mercado e relação custo-benefício.

A potência do sistema fotovoltaico e o número de painéis fotovoltaicos necessário para a instalação do sistema foram calculados conforme apresentado nas equações 1 e 2. Para os cálculos foram considerados os seguintes valores:

Irradiação solar na área: 4,77kWh/m<sup>2</sup>. dia

Potência do Módulo: 535Wp

Eficiência do sistema: 80%

Consumo médio de energia do cliente: 18.953,03 kWh/mês

Custo de disponibilidade Trifásico: 100 kWh

#### **Equação 1**

Potência do Sistema Fotovoltaico =  $((18953,03 - 100) / 30) / (4,77 * 0,8)$

**= 164,68 kWp**

#### **Equação 2**

Número Necessário De Painéis Fotovoltaicos =  $(164,68 / 0,535)$

**=307,81 ~308 Painéis**

## **MATERIAIS UTILIZADOS NO PROJETO**

Para dar início à parte técnica do memorial descritivo, foi feita uma descrição da instalação fotovoltaica onde são especificadas algumas características, como o local onde serão instalados os módulos (telhado ou solo) e se o sistema será ligado à rede de distribuição de energia da concessionária (on grid) ou independente (off grid). Estas informações são seguidas de uma explicação genérica a respeito do funcionamento do sistema.

Dentre as opções disponíveis no mercado nacional, foi escolhido o painel solar JA SOLAR com potência nominal de 535 W, constituído de células de silício monocristalino, possuidor de certificações de qualidade e com garantia de geração por até 25 anos. Seus valores de tensão e corrente em condições de máxima potência são respectivamente 41,47V e 12,9A. Serão instalados 308 módulos que ocuparão todo o espaço útil do telhado do prédio.

O inversor da marca Renovigi modelo RENO-110K-NG foi escolhido para este projeto

devido à sua potência nominal de 110 kW que atende à demanda de geração, sistema trifásico e frequência de geração compatível com a rede de distribuição de energia local. Este inversor possui certificação de eficiência energética de categoria “A” no INMETRO e é homologado pela ANEEL, pré-requisito para qualquer inversor ser usado no Brasil. Este equipamento possui um rendimento de 96% a 100% da potência nominal. Em operação seu consumo é inferior a 30 W, e a noite fora de operação, o consumo é de 1 W.

Este único inversor suporta todos os painéis e será instalado abaixo dos reservatórios de água, onde se encontra uma área coberta utilizada como acesso ao telhado onde serão instalados os painéis.

As estruturas de fixação dos painéis serão do tipo específico para o telhado metálico da prefeitura e são constituídas de perfis e peças de alumínio. Estas estruturas devem ser tão duráveis quantos os painéis que possuem um tempo de vida útil de 25 anos, por tanto, não podem sofrer com oxidações ou fragilidades diante das intempéries. Uma das funções destas estruturas supracitadas é distribuir uniformemente o peso dos painéis por sobre o telhado, além de permitir a circulação de ar por baixo dos módulos, para que estes sejam refrigerados e não percam rendimento devido ao aumento excessivo de sua temperatura.

A energia excedente que não for consumida pela unidade geradora, deverá ser direcionada à rede de distribuição de energia da concessionária. Para que seja contabilizada no sistema de compensação. Para que seja feita esta contabilização é necessário um medidor bidirecional que é capaz de medir tanto a energia consumida quanto a injetada na rede pelo cliente. Como medida de segurança para eletricitistas, deve sempre haver fixada junto ao medidor, uma placa de aviso que indique que neste cliente há geração própria de energia.

A parte do sistema de corrente contínua contará com os seguintes equipamentos de proteção: Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS's), fusíveis e chave seccionadora. Já a parte em corrente alternada contará com: DPS's e Disjuntores Termomagnéticos. Sendo todos estes equipamentos anteriores dimensionados de acordo com a demanda do projeto.

## ORÇAMENTO DO PROJETO

O quadro apresentado a seguir contem os valores que compõem o orçamento do projeto. Os valores apresentados são valores encontrados no mercado em geral.

**Quadro 1 - Orçamento do projeto de uma usina de minigeração fotovoltaica de 164,68 kw<sub>p</sub>**

ORÇAMENTO DO PROJETO DE UMA USINA DE MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA DE 164,68kW <sub>p</sub>		
Equipamento	Quantidade	Preço
Painel Fotovoltaico 535 - JA - HalfCell	308 uni	R\$ 515.900,00
Inversor 110,0 KW - RENO 110k-ng - Trif380V/60Hz	1 uni	R\$ 25.691,00
Kit de suporte e estruturas de fixação para telhado metálico	1 uni	R\$ 33.985,00
Disjuntor CC4P- 1200 VCC/16A - BENY	20 uni	R\$ 5.768,00
DPS CC 3P - 1040VCC/18-40KA - CLAMPER	20 uni	
DPSCA 1P - 385V/20-45KA - CLAMPER	4 uni	
CONECTOR MC4 - MACHO/FÊMEA KIT COM 5 UNIDADES	22 uni	R\$ 1.078,00
CABO SOLAR 1,8kV 4,00mm PRETO	1080m	R\$ 13.200,00
CABO SOLAR 1,8kV 4,00mm VERMELHO	1080m	
CABO SOLAR 1,8kV 6,00mm VERDE	400m	
PROJETO ELÉTRICO	1 uni	R\$ 10.000,00
MÃO DE OBRA / GASTOS INSUPERADOS	-	R\$ 181.686,60
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 787.308,60</b>

Fonte: Autor

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

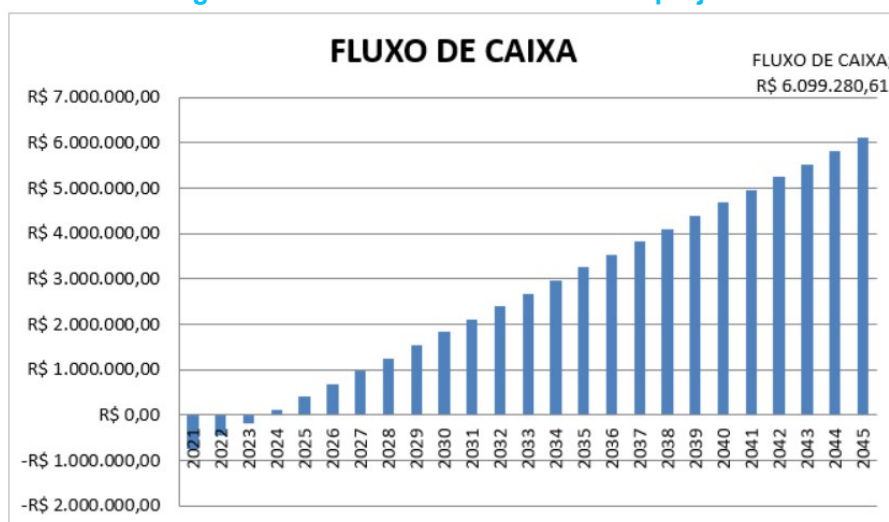
O presente trabalho teve como objetivo propor o projeto de uma usina fotovoltaica para ser instalada no prédio da Prefeitura Municipal de Varre Sai, gerando economia aos cofres públicos em médio prazo, proporcionar ao município a possibilidade de alcançar resultados favoráveis quanto ao exemplo de um desenvolvimento sustentável para a cidade e a demonstração de boa administração dos recursos públicos.

Devido à grande área do telhado da Prefeitura Municipal de Varre Sai, foi constatado que o número de módulos fotovoltaicos que podem ser instalados, tem potencial de geração suficiente para compensar o consumo do prédio, tornando-o um edifício sustentável, capaz de gerar toda a energia que consome.

Além de desonerar os cofres públicos este projeto permitirá ao governo municipal dar exemplo de um desenvolvimento sustentável, uma vez que o principal prédio administrativo da cidade agora é também uma referência em sustentabilidade e eficiência energética, fato ainda sem paralelo no noroeste fluminense.

O projeto foi orçado em R\$787.308,60 e como a economia anual será de R\$ 284.962,32, este projeto apresentará um payback de quatro anos, ou seja, ao final do quarto ano todo o investimento terá sido pago e o saldo será positivo em R\$ 151.071,97. Deste modo, ao final do quinto ano, o saldo do fluxo de caixa será positivo em R\$ 400.034,29. Como a vida útil dos equipamentos instalados é de 25 anos, ao final deste período o acúmulo de saldo positivo será de R\$ 6.099.280,61. Este evidente saldo positivo mostra o quão vantajoso é o investimento em geração de energia. A figura abaixo contém o gráfico completo do fluxo de caixa.

Figura 2 – Fluxo de caixa referente do projeto



Fonte – Autor

Por fim, foi possível concluir que este projeto será viável e lucrativo para a Prefeitura Municipal de Varre Sai e sua implantação é justificável pelo quinto princípio da administração pública, que é o princípio da eficiência.

## REFERÊNCIAS

ALARCÓN, A. D. Cinco passos para implementar energia solar em prédios públicos (ou na sua casa). Disponível em: <<https://blogs.iadb.org/brasil/pt-br/cinco-passos-para-implementar-energia-solar-em-predios-publicos-ou-na-sua-casa/>> Acesso dia 12 de Fevereiro de 2021.

Chiavenato, I. ADMINISTRAÇÃO GERAL E PÚBLICA 5a edição. Editora Manole, 2018. 9788520462225. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520462225/>. Acesso em: 25 de Maio de 2021.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. Eletrônica. Disponível em:<<https://www.cemig.com.br/>. Acesso em: 12 de Junho, 2021.

Costa, B. E. CONVERSÃO DE ENERGIA. Grupo A. 9788595025479. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025479/>. Acesso em: 25 de Maio de 2021.

ECORI ENERGIA SOLAR. Eletrônica. Disponível em:<<https://www.ecorienergiasolar.com.br/>. Acesso em: 12 de Junho, 2021.

HINRICHS, R.A.; KLEINBACH, M. ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Cengage Learning Brasil, 2014. 9788522116881. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522116881/>. Acesso em: 03 de Junho de 2021.

MERCADO LIVRE. Eletrônica. Disponível em:<<https://www.produto.mercadolivre.com.br/>. Acesso em: 12 de Junho, 2021.

NASCIMENTO R. L. Energia Solar No Brasil: Situação e Perspectivas. Disponível em: <[https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia\\_solar\\_limp.pdf?sequence=1](https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1)> Acesso dia 28 de Fevereiro de 2021.

PORTAL SOLAR. Energia Solar no Brasil. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>> Acesso dia 28 de Fevereiro de 2021.

QUANTUM. Energia solar em prédios públicos: case trt no rio grande do sul. Disponível em: <<https://www.quantumengenharia.net.br/energia-solar-em-predios-publicos-case-trt-rs/>> Acesso dia 12 de Fevereiro de 2021.

Reis, L.B. D. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Editora Manole, 2011. 9788520443088. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520443088/>. Acesso em: 03 de Junho de 2021.

SOL CENTRAL. Disjuntores. Disponível em: <<http://www.solcentral.com.br/disjuntores/>> Acesso dia 09 de Março de 2021.

SUN ENERGIA. Quais Os Componentes De Um Sistema Solar Fotovoltaico? Disponível em: <<https://sunergia.com.br/blog/quais-os-componentes-de-um-sistema-energia-solar-fotovoltaica/>> Acesso dia 03 de Março de 2021.

Vian, Â. ENERGIA SOLAR FUNDAMENTOS TECNOLOGIA E APLICAÇÕES. Editora Blucher, 2021. 9786555500592. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555500592/>> Acesso em: 03 de Junho de 2021.

VINÍCIUS DENNY. Sistemas De Proteção Para Instalações Fotovoltaicas. Disponível em: <<https://www.solarbrasil.com.br/blog/sistemas-de-protecao-para-instalacoes-fotovoltaicas/>> Acesso dia 09 de Março de 2021.

Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito – CRESESB. Potencial Energético Solar. Disponível em: <<https://cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>> Acesso dia 13 de Outubro de 2021.



## **Neurociência aplicada à arquitetura: anteprojeto de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna**

---

*Júlia Helena Santa Maria Moraes*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.7](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.7)

# Resumo

A arquitetura é filha de seu tempo e ferramenta de transformação política, socioeconômica e espacial. Desenvolveu-se a temática NEUROCIÊNCIA APLICADA À ARQUITETURA: anteprojeto de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna Elaborou a Justificativa: Propor a implantação de um espaço específico na Ala Psiquiátrica da Fundação do Hospital de Clínica Gaspar Vianna para o atendimento de atenção psicossocial de criança e adolescentes se dar a partir da necessidade de oferecer um espaço acolhedor adequado e projetado especialmente para esse público alvo. Objetivo: desenvolver um anteprojeto arquitetônico de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil, utilizando-se dos estudos científicos da neurociência aplicada a arquitetura como base, a fim de promover um espaço humanizado para um melhor tratamento e cuidado com a saúde mental dos pacientes do Hospital de Clínicas Gaspar Vianna. Metodologia: Revisão Bibliográfica de caráter exploratório com de natureza qualitativa com desenvolvimento projetual de um estudo arquitetônico e levantamento de terreno e, propositivo. Resultados: o estudo da neuroarquitetura pode ser analisado a influência do ambiente na saúde mental dos pacientes que nesta investigação se propõem o atendimento da demanda infanto-juvenil. Considerações Finais: A neurociência na arquitetura com foco na saúde mental proporciona o bem-estar remodelado pelos ambientes projetados.

**Palavras-chave:** ala psiquiátrica. anteprojeto. Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Viana. neuroarquitetura.

# Abstract

The architecture is daughter of her time and tool political, socioeconomic and spatial. The theme NEUROSCIENCE APPLIED TO ARCHITECTURE was developed: preliminary design of a psychiatric ward for children and adolescents of the Hospital de Clínicas Gaspar Vianna Foundation. The provision of psychosocial care for children and adolescents is based on the need to offer an adequate welcoming space designed especially for this target audience. . Objective: to develop an architectural project of a psychiatric ward for children and adolescents, using the scientific studies of neuroscience applied to architecture as a basis, in order to promote an humanized space for better treatment and care for the mental health of patients in the Hospital de Clínicas Gaspar Vianna. Methodology: Bibliographic review of an exploratory character with a qualitative nature with project development of an architectural study and survey of terrain and, propositional. Results: the study of neuroaarchitecture can be analyzed the influence of the environment on the mental health of patients who in this investigation propose to meet the demand for children and adolescents. Final Considerations: Neuroscience in architecture with a focus on mental health provides well-being remodeled by the projected environments.

**Keywords:** psychiatric ward. draft. Gaspar Viana Foundation Hospital de Clínicas. neuroarchitecture.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, os princípios básicos sob a óptica da neurociência revelam ser “uma via de mão única”, para que se tenha sucesso na ideia que quer se comunicar, o emissor precisa ter percepção e compreensão do feedback e assim, conseguirá sintetizar e processar a mensagem em diferentes áreas do cérebro. Logo, irar perceber que estes são os princípios básicos da neurocomunicação (GONÇALVES; PAIVA, 2018).

De acordo com os estudiosos, os elementos da arquitetura, interagem com o cérebro, que estar vinculados as emoções, podendo também ativar os movimentos corporais e determinar ações. Diante desta lógica, a arquitetura pode criar sentimentos e determinar ações do corpo (HOMMERDING, 2019).

Gonçalves e Paiva (2018) afirmam que a neurociência, revela a interação entre cérebro, corpo e meio ambiente sendo estás complexas, tão logo, que a arquitetura, tem uma relação de influência com o cérebro do indivíduo.

Diante deste contexto, apresenta-se a problemática desta pesquisa: Como um anteprojeto arquitetônico pode influenciar na melhora e bem-estar de pacientes infanto-juvenil da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna?

Para isto, apresentamos as seguintes questões norteadora: 1) Por que as crianças e adolescentes que são atendidas na Fundação Hospital das Clínicas Gaspar Vianna não possuem um ambiente agradável e humanizado com uma arquitetura e ambientação que lhe traga conforto? 2) Por que o espaço integrado da ala que existe na atualidade da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna não oferece segurança para as crianças e adolescentes que estão em tratamento? 3) Como a neuroarquitetura pode contribuir na construção de um espaço adequado e humanizado para pacientes infanto-juvenil com transtornos mentais, atendidos pela Fundação Hospital as Clínicas Gaspar Vianna.

Para justificar esta investigação, apresenta-se uma proposta de implantação de um espaço específico de uma Ala Psiquiátrica da Fundação do Hospital de Clinica Gaspar Vianna para o atendimento de atenção psicossocial de criança e adolescentes se dar a partir da necessidade de proteger, preservar, oferecer um espaço acolhedor adequado e projetado especialmente para esse público alvo, com suas especificidades.

Dando prosseguimento, remete focar a utilização dos estudos científicos da neuroarquitetura (neurociência aplicada a arquitetura) como promoção de saúde, bem-estar e humanização aos pacientes infanto-juvenil da ala psiquiátrica da rede pública da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna.

Por essas inquietudes, complementadas pela busca da Arquitetura como ferramenta de transformação social e comportamental na adequação de ambientes e promover o bem-estar, melhora na saúde mental dos usuários infanto-juvenil, sustentabilidade, impactos multifatoriais, que desperte a percepção, harmonia, entre outros.

Se faz necessário, a reconfiguração da ala psiquiátrica na Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna, sito Av. Alferes Costa, s/n. Bairro da Pedreira em Belém do Pará. Fundado em 1987, antes da Lei antimanicomial. Logo, este hospital passa a ser o objeto de estudo desta

investigação.

**Objetivo Geral:** desenvolver um anteprojeto arquitetônico de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil, utilizando-se dos estudos científicos da neurociência aplicada a arquitetura como base a fim de, promover um espaço adequado e humanizado para um melhor tratamento e cuidado com a saúde mental dos pacientes na Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna.

**Objetivos específicos:** Abordar estudos e noções da neurociência aplicados à neuroarquitetura para identificar os aspectos arquitetônicos os quais influenciam na melhora e bem-estar dos pacientes com transtorno mental. Enfatizar as contribuições da arquitetura em espaços humanizados para o tratamento e recuperação dos pacientes psiquiátricos e dos profissionais que atuam na área da saúde e, propor um anteprojeto para a implementação de uma ala psiquiátrica específica para o tratamento infanto-juvenil.

O artigo tem por estrutura iniciar com a parte introdutória, seguida da apresentação do referencial teórico que foi dividido em 2 seções e suas subdivisões, dando continuidade com a apresentação da metodologia que norteou essa pesquisa. A análise dos dados será apresentada da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna e as informações colhidas in lócus do estudo arquitetônico e Levantamento do terreno e finda-se com as considerações finais.

Sugere-se, dar continuidade na implantação e implementação deste anteprojeto, encaminhando para quem de competência se dispor a tirar da planta e torná-lo físico ala infanto-juvenil. Logo, o projeto arquitetônico de revitalização, contribuía com o bem-estar e humanização dessas crianças e adolescentes em tratamento psicossocial da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Noções de estudos de neurociência aplicada à neuroarquitetura relacionada aos pacientes com transtorno mental

Primeiramente, deve-se iniciar essa investigação explicitando o entendimento de neurociência, nas considerações de Gonçalves e Paiva (2018, p. 390) “no âmbito da neurociência, afetos não são, necessariamente, sentimentos bons. No campo filosófico, afeto, é um sentimento, uma sensação causada [...] entre pessoas [...] e o ambiente externo, o que inclui as estruturas arquitetônicas”.

Na sequência, estes autores enfatizam que, as formas arquitetônicas podem despertar nos indivíduos sensações. Tal qual, todos sentimentos podem ser bons ou maus, podem ter boas ou más impressões, podem gerar percepções cognitivas (bem-estar, opressão, contrição ou sensação de liberdade) (GONÇALVES; PAIVA, 2018).

Segundo Crízel (2019) aborda que na arquitetura, o desenvolvimento da neurociência, está relacionada como a descoberta da forma que o cérebro lê o ambiente que permite trazer para a composição do espaço formas que despertem os sentidos dos usuários.

No que diz respeito, a neuroarquitetura:

[...] é reconhecida como o estudo e a utilização estratégica do impacto do ambiente no comportamento das pessoas. A arquitetura estudada sob análise da influência do ambiente na saúde mental dos pacientes (grifo nosso) revela que o espaço físico afeta diretamente o comportamento dos usuários (grifo nosso), analisando o bem-estar [...]. Essa pesquisa também é conhecida como psicologia ambiental, onde o homem não atua somente como usuário passivo do ambiente, e sim, como alguém que age diretamente no ambiente “[...] de forma cíclica, ou seja, o homem modifica o meio, e esse modifica o homem e o homem volta à modificá-lo” (MENEZES, 2013, p. 59 *apud* Goulart *et al.*, 2019, p. 3).

Constata-se que a neuroarquitetura está relacionado com o estudo de estratégias para minimizar o impacto do meio ambiente ao comportamento das pessoas, por meio desses estudos se pode analisar a influência do ambiente na saúde mental dos pacientes e no comportamento do usuário, nesta investigação relaciona-se aos pacientes com transtorno mental que podem ser afetados em um ambiente não projetado para tal.

Crízel (2019, p.1) apresenta algumas características do emprego da neuroarquitetura “1) Projetos voltados a percepção; 2) Entrega assertiva de experiências; 3) Convites sensoriais ao campo cognitivo dos usuários; 4) Promoção de experiências e memórias afetivas”.

Gonçalves e Paiva (2018, p. 394-395) argumentam “[...] por que certos elementos presentes no espaço nos afetam de forma tão subjetiva?”. Para obter-se a resposta, destaca-se que:

Ainda em desenvolvimento, é a Neuroarquitetura que pode fornecer respostas. Como é que o cérebro interpreta as diferentes formas, cores, texturas, ângulos, iluminações, pés-direitos? Quais partes do nosso cérebro ficam mais ativas conforme interagimos com o espaço à nossa volta? Como podemos usar esse conhecimento a nosso favor (GONGALVES; PAIVA, 2018, p. 395).

Tendo em vista, as respostas e dando continuação as indagações, os autores pontuam que a Neuroarquitetura, pode fornecer as respostas para todas essas indagações. Desse modo, explora-se “as relações entre mentes e espaços entre a percepção das formas e a reação que elas provocam no cérebro, a Neuroarquitetura tem procurado avançar em busca de uma compreensão mais profunda de temas antigos” (GONÇALVES, PAIVA, 2018, p. 395).

Entende-se que:

O arquiteto busca solucionar problema por meio de intervenções no ambiente físico que possam atuar de maneira sutil no inconsciente das pessoas, por intermédio de soluções visíveis e invisíveis. Para isto, é imprescindível que se entenda as necessidades ambientais dos usuários e seus comportamentos (grifo nosso), portanto, quais os valores serão prioritários na concepção projetal [...] (BERTOLLETI, 2010 *apud* GOULART, 2019, p. 3).

Com base nestas considerações, ressalta-se a importância do profissional de arquitetura pode ser o interventor para modificar o ambiente físico, trazendo assim, soluções visíveis e muitas das vezes invisíveis, entendendo e se dispondo ao máximo adequar o ambiente as necessidades dos usuários, interagindo com os comportamentos e priorizando os valores projetam.

Outro fator que, não se pode deixar de mencionar, quanto a iluminação do ambiente, de forma natural ou artificialmente, é um elemento de fundamental importância para a qualidade da ambientação, valorização do espaço. Além de proporcionar bem-estar. Sendo que a luz, é um fator atuante no ciclo fisiológico e pedagógico do usuário, ou seja, na cronologia climática (GOULART *et al.*, 2019).

## Contribuições da arquitetura em espaços humanizados para pacientes com atendimento psicossocial

Antes de adentrar propriamente no objeto desta seção, se faz necessário, um breve recorte temporal (1889 - sobre as Reformas Psiquiátricas no Brasil).

### Reformas psiquiátricas no Brasil

Ao longo de todo o processo histórico, havia espaços designados aos enfermos com distúrbios mentais, estes eram “reflexos das civilizações no século XVIII, período do Iluminismo, considerado como o marco histórico da Arquitetura Hospitalar – surgem como instituição e tipologia o hospital contemporâneo manicômio” (BERTOLETTI, 2011, p. 32).

No ano de 1889, com o advento da República no Brasil, marcado com o rompimento entre Igreja e o Estado, surge a psiquiatria médica (CARDOSO, 2019). Tarefa em que, os médicos assumiram adentrando nos espaços que outrora eram comandados pela Igreja. Neste período, a loucura, era tida como a desrazão, passando a ser reconhecida como doença mental e o movimento ganha força com a medicalização, que passam as construções de instituições asilares, escolas, instituições penais militares que mantinham acorrentados seus pacientes (AMARANTE, 1995 *apud* BERTOLETTI, 2011).

Cordeiro (2019, p. 25) argumenta que, o “manicômio, então, é um espaço que simbolicamente representa a loucura, uma arquitetura de vigilância, que tomava possível vigiar o maior número de corpos e rostos com um único olhar”.

Perpassa ao final do século XVIII, considerada nesse período a primeira reforma de atendimento a insanidade mental com o fortalecimento de diversos movimentos de Reforma, dentre eles dispõem, os direitos dos homens que eram fundamentados em um ideário humanista (BERTOLETTI, 2011).

Considera-se que, a doença mental passou a ser vista com compreensão de se mudar a estruturação das instituições de tratamento. Sendo assim, o Pós-Segunda Guerra Mundial, o movimento antimanicomial por comparar o modelo vigente com campos de concentração nazista, com padrões de tratamento utilizados pela psicologia tradicional, recusando o isolamento, a exclusão e práticas violentas com eletro choques, consideradas uma afronta aos direitos humanos (CORDEIRO, 2019).

Por outro lado, no Brasil, só veio surgir a história da psiquiatria no período Colonial, metade do século XIX, cujo doentes mentais que eram de família de proprietários de terras, recebiam cuidados domiciliares; já os doentes mentais escravos, eram aprisionados em asilos administrados pela Igreja, ficavam nestes espaços sem receber nenhum tratamento (BERTOLETTI, 2011).

Diante desse viés, a Reforma Psiquiátrica foi dividida em 3 fases: o primeiro com o surgimento das comunidades terapêuticas e psicoterapia institucional; o segundo da psiquiatria de setor e psiquiatria preventiva e o terceiro a anti-psiquiatria. Neste período, surge, críticas às estruturas asilares com desconstrução dos saberes médicos sobre a loucura constituídos por movimentos políticos em 1973, de rompimento da conceituação e posturas da psiquiatria tradicional frente às doenças mentais, dando início ao conceito de desinstitucionalização, não como desospitalização e nem desassistência (AMARANTES, 1995 *apud* BERTOLETTI, 2011).



Cordeiro (2019) reafirma que a Reforma Psiquiátrica no Brasil, foi marcada pela desinstitucionalização dos manicômios, ou seja, foram retirados os modelos manicomial, de modo que, requeria-se humanização no tratamento.

Bertoletti (2011) destaca que entre 1987 e 1989, surgem as intervenções na rede hospitalar nacional, cria-se o primeiro Centro de Atenção Psicossocial – CAPS, do Brasil. Inicia-se também, a Reforma Psiquiátrica com um Projeto de Lei em 1989, que regulava os direitos de pacientes acometidos de doença mental e a extinção dos manicômios no Brasil.

Neste contexto, o processo de desinstitucionalização passa a ser Lei Federal em 2001, redesenha a assistência em saúde mental e consolida a Reforma Psiquiátrica. Sendo assim, com essa reclassificação hospitalar, estes passam atender somente casos agudos, com internações de curta permanência e não mais, casos crônicos. Nessa nova reconfiguração hospitalares, objetiva-se a inserção do paciente com transtorno mental na sociedade (BERTOLETTI, 2011).

Diante de todo esse processo de Reforma Psiquiátrica no Brasil. Segundo Cordeiro (2019) a Política Nacional de Humanização, vinculada a atenção à Saúde, conta como o Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimento a Saúde – SOMASUS, esse sistema oferece as características e equipamentos necessários para a ambientação de acordo com as atividades desenvolvidas para se adequar os espaços físico-funcionais de ambientes adjacentes.

### **Arquitetura em espaços humanizados para pacientes com atendimento psicossocial**

No âmbito da arquitetura, quando se refere a projetar espaços para o atendimento dos objetivos que visam reinserir os ex pacientes na sociedade. Cabe aqui, ressaltar a Análise da Psicologia Ambiental, nos espaços destinados ao atendimento psicossocial, em vista de estudos que comprovam a influência do espaço na alteração do comportamento humano (BERTOLETTI, 2011).

Reiterando, sobre a óptica da Psicologia Ambiental, a literatura afirma que esta surge do reconhecimento interdisciplinar relacionado a pessoa-ambiente. Dessa forma, quando se refere a Psicologia, a atenção volta-se para o ser humano com o processo de interação, os estudos nesta área podem ser de longo prazo e de uma análise subjetiva individualizada. Diante da Arquitetura, os prazos são mais acelerados e limita-se com os feedbacks em linguagem gráfica com visão de objetivar-se o desenvolvimento projetual (CORDEIRO, 2019).

Desde “A Reforma Psiquiátrica e o Movimento de Luta Antimanicomial tem como objetivo uma sociedade sem manicômios e propõem novas práticas de cuidado e amparo às pessoas com transtorno mental” (BERTOLETTI, 2011, p. 26). Para isto, se faz necessário, investimentos para se consolidar a rede substitutiva que vão sendo direcionados a diversificados setores na sociedade ligados à saúde mental, também não quer dizer que este projeto fique restrito somente à saúde, direciona-se a essa dinâmica a “[...] projetos interligados nos setores de habitação, lazer, cultura, trabalho, entre outros, que pretendem gerar inclusão social para pessoas que foram marginalizadas e segregadas da sociedade”.(BERTOLETTI, 2011, p. 27).

Desse modo, considera-se que deve ser feito a percepção do espaço construído, o qual deva garantir ou impedir o comportamento. Sendo que a percepção é a forma de adquirir conhecimento por meio de sensações que despertem os sentidos e, o espaço é o palco para as ações cotidianas (CORDEIRO, 2019).

Dentro desta abordagem, a Arquitetura, se preocupa com a qualidade do ambiente. Segundo Bertoletti (2011, p. 27-28) “a organização espacial, as configurações formais do espaço e os atributos arquitetônicos (cor, forma, luz, textura, etc.) pois todos esses aspectos interferem no bem estar e tratamento psicossocial [...]”. Cumpre aqui, seguindo a caracterizar a Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna.

## Caracterização da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna

Para caracterizar os serviços de saúde, se detém ao atendimento dos usuários na produção de resultados, quando a literatura aborda a prestação de cuidados em saúde, esta é uma atividade desenvolvida de alta complexidade, tanto quando se refere ao nível do paciente e ao mesmo tempo, a nível de financiadores nas adoções das clínicas e terapêuticas para alcançarem resultados satisfatórios (COSTA *et al.*, 2019).

Diante deste contexto, a Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna, tem caráter institucional voltada para:

[...] a assistência aos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) nas referências de Psiquiatria, Cardiologia e Nefrologia, criada para assegurar à população soluções no atendimento ambulatorial e hospitalar de média e alta complexidade com excelência e humanismo, assim como contribuir para o ensino da pesquisa. Em 2013, foi certificado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) como Hospital de Ensino, através da portaria 167/2013. (HC, 2020, p. 1).

A Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna, além de ser a fundação Hospital de referência em assistência a Psiquiatria, está voltada para o atendimento humanizado de seus usuários e profissionais de saúde que integram o ensino e pesquisa. Cumpre ainda, registrar o ano de 1985 como o início de sua construção (Figura 1) e conclusão da 1ª fase em 1987 (Figura 2).

Figura 1 – Início da construção 1985



Figura 2 - Conclusão 1ª Fase 1987.



Fonte: [http://www.gasparvianna.pa.gov.br/site\\_novo/wp/hospital/](http://www.gasparvianna.pa.gov.br/site_novo/wp/hospital/)

A Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna, por ser um hospital de referência a assistência psiquiátrica em âmbito nacional. Fundado em 1987, antes de entrar em vigor a Lei Antimanicomial.

O atendimento, da Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna, atende casos da espera intermunicipal urgência, emergência, internações e consultas periódicas. A Instituição possui na atualidade 60 leitos, 25 leitos são reservados para os casos de espera com atendimento

para todas as faixas etárias: criança, jovens, adultos, idosos de todos os gêneros em um único espaço. A instituição, não possui barreiras física, somente os banheiros e quartos separados por alas masculino e feminino, porém, todos os espaços existentes são de uso comum. Além, do Hospital de Clínicas, receber pacientes encaminhado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), recebe detentos e menores infratores que são diagnosticados com transtornos mentais.

Na atualidade, a estrutura do Hospital se encontra sucateada, no qual vem dificultando o tratamento dos usuários e do trabalho executados pelos profissionais da Saúde. Na análise do ambiente, verificou-se um agravante negativo (Figura 3) para a recuperação dos pacientes e dificulta a presença dos acompanhantes, pois tal ambiente adoce de modo geral seus frequentadores e foge dos princípios básicos da arquitetura: utilidade, firmeza e beleza.

Figura 3 – Agravante negativo



Fonte: Imagem do acervo pessoal da pesquisadora (2020).

## METODOLOGIA

A metodologia desta investigação foi executada por três etapas: Embasamento bibliográfico de caráter exploratório e de cunho qualitativo e quantitativo. A segunda etapa refere-se ao desenvolvimento projetual (levantamento do terreno) da Fundação Hospital das Clínicas Gaspar Vianna e a terceira etapa refere-se à proposição.

### **Etapa 1:** Revisão Bibliográfica

Nesta etapa foram catalogados acervos literários para dar a contribuição do embasamento teórico da investigação, corroborando com a construção da estrutura do Referencial Teórico de duas seções: NOÇÕES DE ESTUDOS DE NEUROCIÊNCIA APLICADA À NEUROARQUITETURA RELACIONADA AOS PACIENTES COM TRANSTORNO MENTAL e CONTRIBUIÇÕES DA ARQUITETURA EM ESPAÇOS HUMANIZADOS PARA PACIENTES COM ATENDIMENTO PSICOSSOCIAL.

**Procedimentos Metodológicos:** Levantamento e catalogação de dados em sites, plataformas, revistas eletrônicas, livro do acervo pessoal, artigos e monografias.

### **Etapa 2:** Desenvolvimento Projetual

Desenvolvimento projetual com levantamento de terreno; Programa de necessidades e levantamento fotográfico.

**Procedimentos Metodológicos:** Estudo arquitetônico.

### **Etapa 3:** Propositivo

Propor um projeto para implementação de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil de acordo com o objetivo da investigação, a saber: desenvolver um anteprojeto arquitetônico de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil, utilizando-se dos estudos científicos da neurociência aplicada a arquitetura como base a fim de, promover um espaço adequado e humanizado para um melhor tratamento e cuidado com a saúde mental dos pacientes na Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna.

**Procedimentos Metodológicos:** Contribuições arquitetônica que explorem, características sensoriais, o impacto e a influência que o ambiente causa na população infanto-juvenil atendida pela Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna.

## **ANÁLISE DOS DADOS**

No desenvolvimento projetual de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil na Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna, ao identificar as necessidades projetual que fica localizada na Av. Alferes Costa, s/n. Bairro da Pedreira em Belém do Pará. O espaço para a implantação da ala psiquiátrica possui uma área de 1410.8616, Perímetro 288.664.

A ideia de construir uma nova ala psiquiátrica para o atendimento infanto-juvenil, envolve direcionar toda uma estrutura de acordo com os padrões da Lei Antimanicomial, assim como interligar com a área já existente do Hospital, trazendo conforto em um ambiente setorizado, organização espacial para melhora destes internos, trazendo um estilo de arquitetura cuja referências estejam pautadas no estilo modernista, do exterior. Mas, que sejam funcionais, adequando-a a realidade da cidade de Belém-PA. De forma que, respeite os ventos dominantes, o entorno por ser uma área de gabarito baixo. Dados resumidos das Diretrizes (Quadro 1).

**Quadro 1 - Diretrizes projetuais**

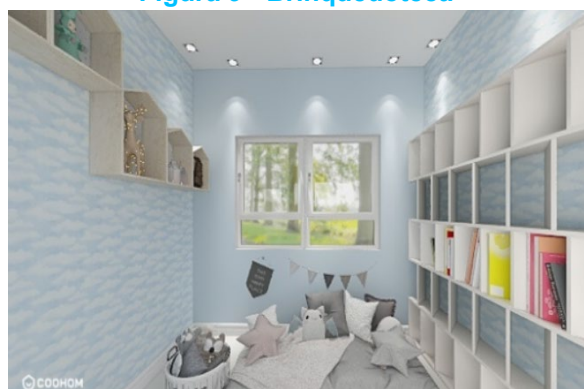
Diretrizes projetuais	Aspectos principais	Imagens existentes
Programas de necessidades	Levantamento qualitativo e quantitativo do programa de necessidades com base na premência dos usuários internos e dos profissionais da área da saúde.	
Partido Projetual	Trata de uma arquitetura cuja referências estejam pautadas no estilo modernista, do exterior. Imagem de um projeto referência.	
Aspecto Funcional	Interligar com a área já existente do Hospital, trazendo conforto em um ambiente setorizado, organização espacial para melhora destes internos	
Aspecto econômico	A iniciativa público-privado. O aspecto econômico dos usuários são as mais variadas classe sociais, atendendo a população mais carente.	
Aspectos bioclimático	Foram estudados os ventos dominantes, para se ter o aproveitamento máximo do vento dominante e da luz natural (solar).	

Fonte: Figura (4-8) do acervo pessoal da pesquisadora (2020).

## PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico foi idealizado a partir do levantamento qualitativo e quantitativo do programa de necessidades com base na premência dos usuários internos e dos profissionais da área da saúde atuante na Fundação do Hospital de Clínicas Gaspar Vianna. Nesta seção será apresentada as informações gráficas do projeto. As demais plantas estão no Apêndices (A-H). Prossegue as figuras.

**Figura 9 - Brinquedoteca**



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).



Figura 10 - Dormitório feminino

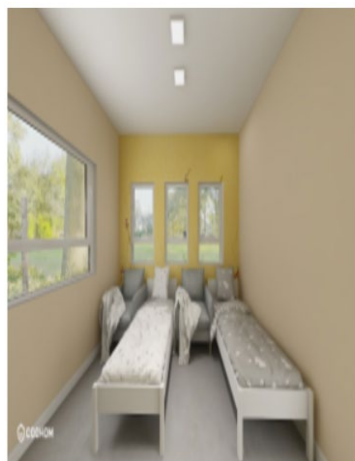


Figura 11 – Dormitório Masculino



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

Figura 12 – Dormitório infantil

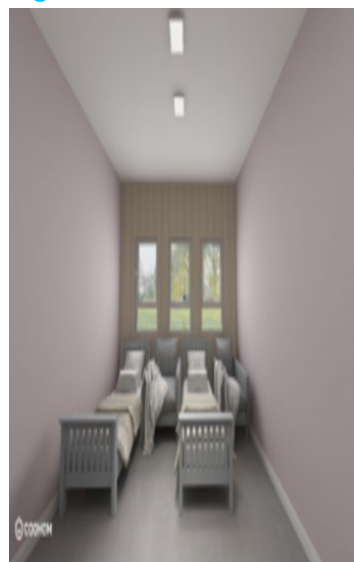


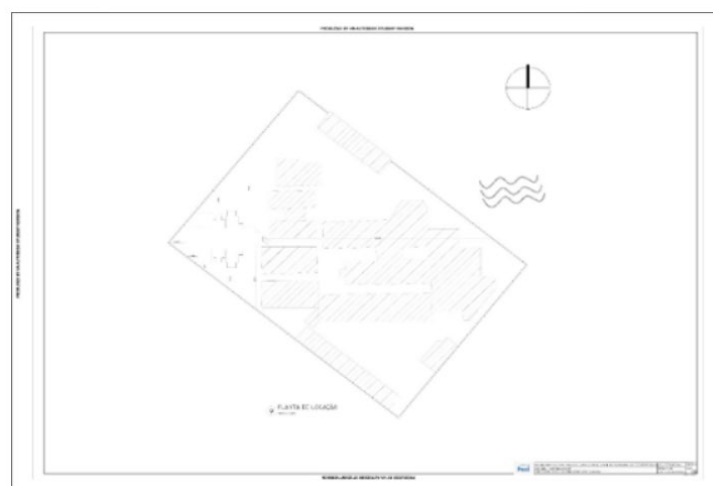
Figura 13 - Refeitório



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

## ESQUEMA ILUSTRATIVO DAS PLANTAS

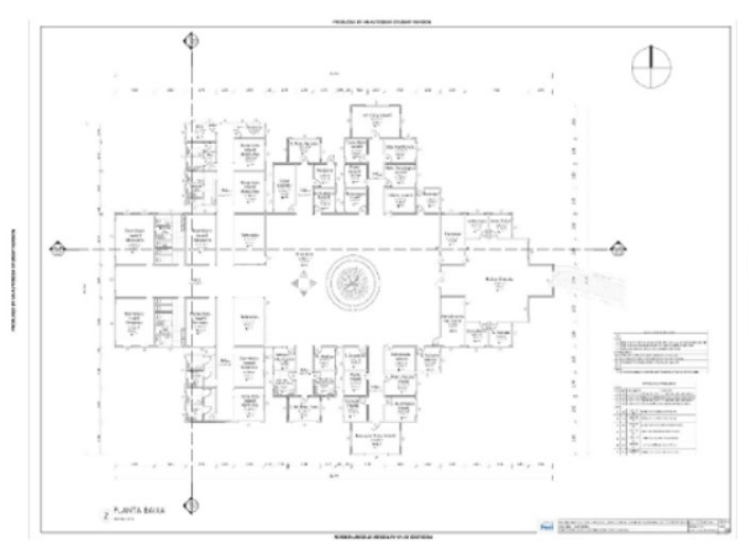
Figura 14 - Locação



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

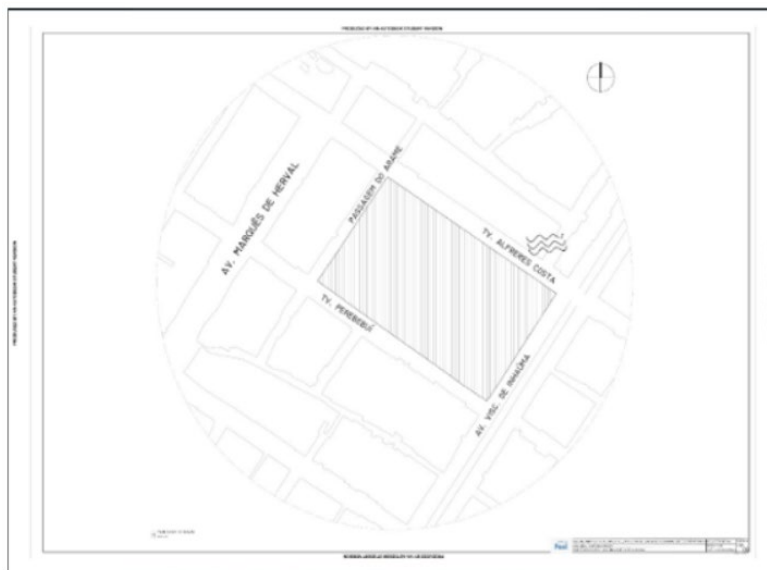


Figura 15 – Planta baixa



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

Figura 16 – 1 - demolir e construir 2 - locação 3 - situação



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

Figura 17 - Layout - mobiliário



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

## PROPOSTA FINAL EM 3D

Figura 18 – Proposta final



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

Figura 19 – Proposta final



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

Figura 20 – Proposta final



Fonte: Desenvolvido pela pesquisadora (2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se alcançar o objetivo desta investigação “desenvolver um anteprojeto arquitetônico de uma ala psiquiátrica infanto-juvenil, utilizando-se dos estudos científicos da neurociência aplicada a arquitetura como base a fim de, promover um espaço adequado e humanizado para um melhor tratamento e cuidado com a saúde mental dos pacientes na Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Vianna e responder ao problema da pesquisa, percebeu-se que as formas arquitetônicas despertam no indivíduos sensações que podem influenciar no comportamento.

Complementa-se ainda, a Arquitetura pode ser útil como ferramenta de transformação

social e comportamental na adequação de ambientes para o atendimento psicossociais e promover o bem-estar, melhora na saúde mental dos usuários infanto-juvenil, sustentabilidade, impactos multifatoriais, que desperte a percepção, harmonia, entre outros.

Por fim, esta investigação e todo o desenvolvimento projetual, se faz necessário, para o bem-estar da comunidade usuária, além de aguçar o senso científico para projetos de novas pesquisas na área da Arquitetura e explorar mais estudos relacionados a neurociência aplicada à neuroarquitetura, por ser uma área de concentração abrangente na transformação de ambientes com espaços humanizados ao atendimento de pessoas em tratamento psicossociais.

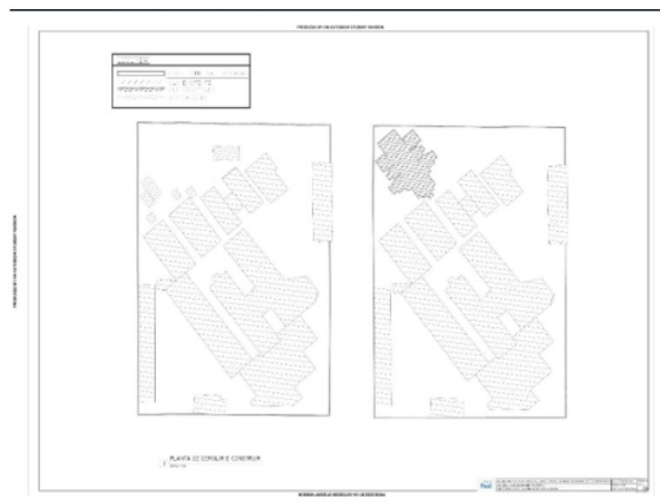
## REFERÊNCIAS

- BERTOLETTI, Roberta. Uma Contribuição da Arquitetura para a Reforma Psiquiátrica: Estudo no residencial terapêutico Morada São Pedro em Porto Alegre. Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95966/296412.pdf?sequence=1&isAllowed=y>Acesso em: 2 de dez. de 2020.
- BRASIL, Resolução Nº 8, de 14 de agosto de 2019. Diário Oficial da União. Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos/ Conselho Nacional dos Direitos Humanos. ed. 163. Brasília: DF, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-8-de-14-de-agosto-de-2019-212175346> Acesso em 03 de dez. de 2020.
- CARDOSO, Slynier Moraes. As Permanências e Rupturas da Reforma Psiquiátrica nas Instituições de Atenção à Saúde Mental de Goiânia (1966-2018). Goiânia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/9762/5/Dissertação%20-%20Slynier%20Moraes%20Cardoso%20-%202019.pdf> Acesso em 02 de dez. de 2020.
- CORDEIRO, Brenda Dala Paula. CAPS III Boa Esperança: Proposta para um centro de atenção psicossocial. João Pessoa. 2019.
- COSTA, Fabiola Santana de Oliveira *et al.* Segurança do Paciente: Percepções de profissionais de saúde de uma fundação pública estadual de Belém – Pa. Revista Eletrônica Acervo Saúde. v. 11, 2019. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/350/403> Acesso em 02 de nov. de 2020.
- CRIZEL, Lori. Contribuições da Neurociência para a Arquitetura. 2019. Disponível em: <https://www.loricrizel.arq.br/contribuicoes-da-neurociencia-para-a-arquitetura/> Acesso em: 1 de dez. de 2020.
- FUNDAÇÃO HOSPITAL DE CLÍNICAS GASPAR VIANA. Hospital: um pouco da nossa história.2020. Disponível em: [http://www.gasparvianna.pa.gov.br/site\\_novo/wp/hospital/](http://www.gasparvianna.pa.gov.br/site_novo/wp/hospital/)Acesso em: 02 de dez, de 2020.
- GONÇALVES, Robson. PAIVA, ANDRÉA. TRIUNO Neurobusiness e Qualidade de Vida. 3. ed. Clube dos Autores, 2018.
- GOULART, Lays Emerich de Oliveira *et al.* A Neuroarquitetura Aplicada a Instituições de Longa Permanência para Idosos: Estudo de caso em Chalés – MG. V Seminário Científico do UNIFACIG, 2019. Disponível em: <http://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/1256/1309> Acesso em: 30 de nov. de 2020.

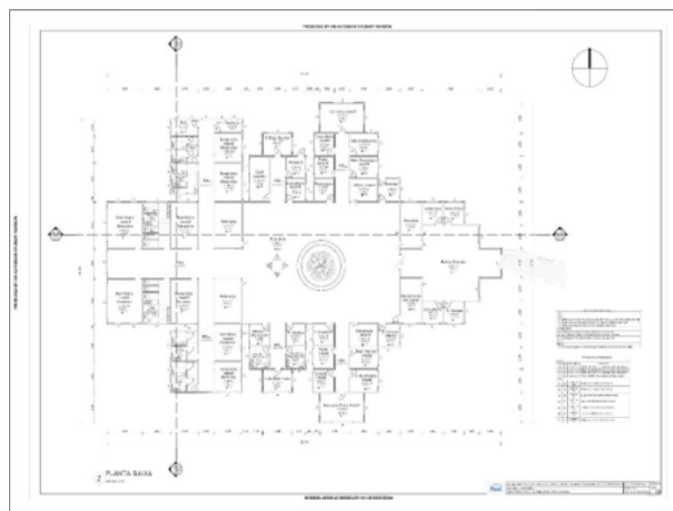
HOMMERDING, Mariana. Análise do Impacto de Novas Estratégias de Projeto no Bem-Estar dos Usuários em uma Edificação Corporativa: O caso da certificação WELL e da neurociência aplicada à arquitetura. Porto Alegre, 2019. Disponível em: [http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/8733/Mariana%20Hommerding\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/8733/Mariana%20Hommerding_.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Acesso em 1 de dez. de 2020.

OLIVEIRA, Adriana Rosmaminho Caldeira de *et al.* Reforma Psiquiátrica: origens e atualidades no Brasil. RECH – Revista Ensino da Ciência e Humanidades – cidadania diversidade e bem estar. v. 5. n. 2. p. 495 – 515, 2019.

#### APÊNDICE A – Planta técnica e volumetria em 3D (Planta de demolir e construir)



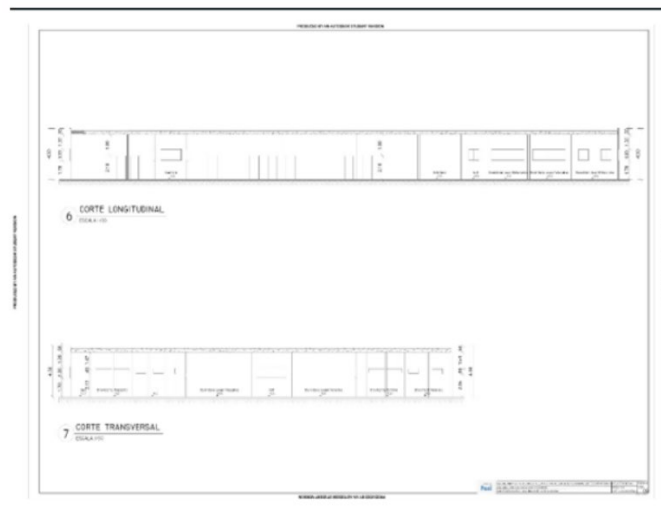
#### APÊNDICE B – Planta técnica e volumetria em 3D (Planta baixa)



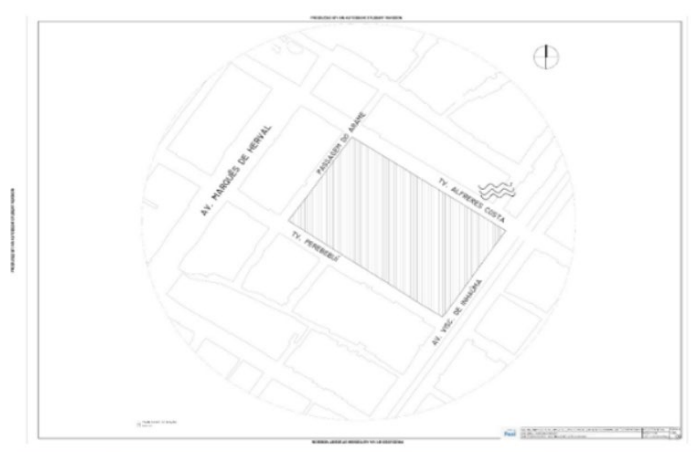
## APÊNDICE C – Planta técnica e volumetria em 3D (Layout)



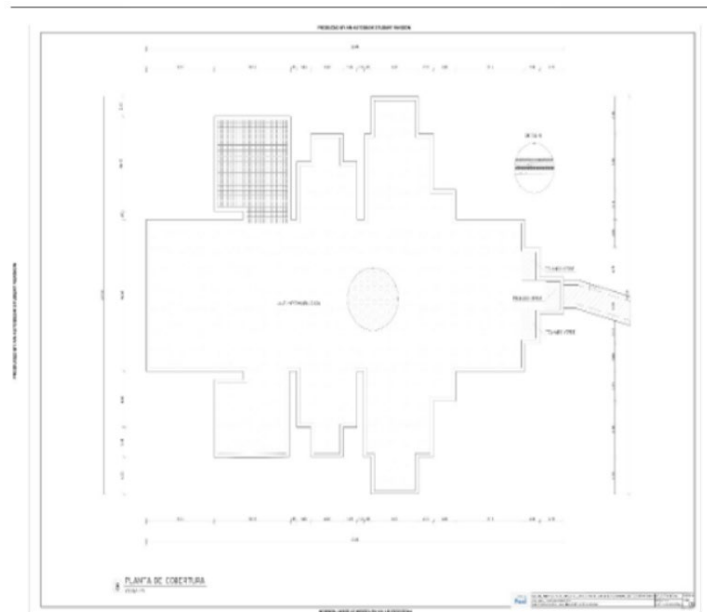
## APÊNDICE D – Planta técnica e volumetria em 3D (Corte frontal e longitudinal)



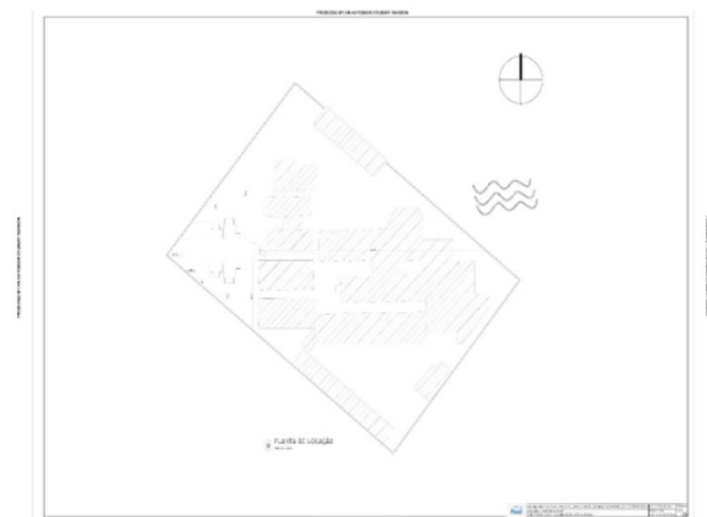
## APÊNDICE E – Planta técnica e volumetria em 3D (Planta de cobertura)



## APÊNDICE F – Planta técnica e volumetria em 3D



## APÊNDICE G – Planta técnica e volumetria em 3D (Planta de situação)



## APÊNDICE H – Planta técnica e volumetria em 3D (Planta de paisagismo).





## **O engenheiro eletricitista sob a perspectiva da prevenção de acidentes na instalação e manutenção elétrica**

**The electrical engineer from the  
perspective of accident prevention in  
electrical installation and maintenance**

---

**Sávio Nunes Faria**

*Centro Universitário Uniredentor*

**Rafael Lima de Oliveira**

*Centro Universitário Uniredentor*

<http://lattes.cnpq.br/6212659806406513>

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.8

# Resumo

O objetivo deste trabalho será apresentar ao público acadêmico um material que proporcione aos profissionais de Engenharia Elétrica condições, sugestões, orientações favoráveis para que seu desempenho, principalmente, não seja afetado e, ou prejudicado por algum acidente nas instalações elétricas de uma maneira geral. Surgem então, algumas ideias para prevenção desses profissionais nas instalações elétricas, considerando os profissionais de engenharia elétrica. A contextualização e sugestões de procedimentos que podem ser adotados pelas organizações para que os profissionais dessa modalidade atinjam melhores resultados levando em conta os cuidados que precisam existir dentro do ambiente de trabalho é fundamental para evitar prejuízos e perdas tanto da organização quanto do funcionário. A metodologia utilizada para desenvolvimento deste trabalho será de cunho bibliográfica e considerará como fundamentação teórica os trabalhos, artigos e livros disponíveis no âmbito acadêmico.

**Palavras-chave:** engenharia elétrica. acidentes. instalações elétricas.

# Abstract

The objective of this work will be to present to the academic public a material that provides Electrical Engineering professionals with favorable conditions, suggestions, guidelines so that their performance, mainly, is not affected and/or harmed by any accident in electrical installations in general. Then, some ideas for the prevention of these professionals in electrical installations, considering electrical engineering professionals. The contextualization and suggestions of procedures that can be adopted by organizations so that professionals in this modality can achieve better results, taking into account the care that needs to exist within the work environment, is essential to avoid losses and losses for both the organization and the employee. The methodology used to develop this work will be bibliographical in nature and will consider as theoretical foundation the works, articles and books available in the academic field.

**Keywords:** engineering. electric. accidents. electrical installations.

## INTRODUÇÃO

Atualmente a prevenção de acidentes de profissionais nas organizações tem sido, constantemente, tema alvo de estudo e discussões no meio acadêmico e empresarial.

É fundamental que as empresas consigam desenvolver estratégias que vão de encontro ao profissional, engenheiro eletricista, para que eles consigam desenvolver suas funções e atribuições com qualidade e cuidado, prevenindo-os e alertando-os dos possíveis acidentes que podem e já aconteceram no ambiente de trabalho de um profissional que exerce a função em instalações elétricas.

Visto que, o ambiente de trabalho do profissional engenheiro eletricista presume ser um lugar que demanda muita atenção com relação ao manuseio dos equipamentos, assim como nos EPI's, para que o trabalho seja bem executado, e ainda, sem que a empresa tenha surpresas e, ou prejuízos futuramente em decorrência de algum acidente de trabalho, seja o acidente interligado à falta de EPI's adequados, ou por outro motivo que coloque em risco o profissional no exercício da função em instalações elétricas.

Sabe-se que o uso de EPI's é de suma importância para a proteção do profissional, uma vez que a exposição a elementos que o coloquem em risco, frequentemente geram ocorrência de acidentes. Nesse sentido, é possível ressaltar os principais EPI's utilizados para a proteção de profissionais prestadores de serviço da área elétrica:

- O capacete de segurança de classe B. Tal capacete confere proteção contra correntes elétricas devido sua composição em polietileno de alta densidade com uma camada interna de tecido. Ademais, a escolha do capacete deve ser feita de acordo com o conforto e praticidade e necessita do selo de marcação Inmetro.

- Luvas de segurança, as quais recomenda-se o uso conjunto de dois tipos: uma isolante, feita de borracha, e outra de couro. A luva de borracha tem como função proteger o profissional de choques elétricos. Já a luva de couro possui a funcionalidade de preservação da integridade da luva de borracha.

- Cinto de segurança, por sua vez, tem a função de evitar acidentes relacionados à queda, pois substancial parcela do trabalho dos eletricitistas é feita em alturas elevadas. É fundamental que tal cinto seja feito com talabarte, o qual configura um dispositivo que conecta o cinto do trabalhador a um ponto de ancoragem, garantindo sua estabilidade, além de fornecer uma melhor mobilidade ao usuário e, em casos de queda, tal mecanismo produz a desaceleração do corpo.

- Manga isolante composta de borracha, que garante a proteção contra choques elétricos em parte do braço não coberta pelas luvas.

- Capa protetora, a qual fornece resguardo contra choques elétricos, assim como as mangas e as luvas isolantes, recobrando o tronco, cabeça e parte dos membros inferiores.

- Calçados de segurança, que assim como outros equipamentos isolantes, fornece proteção contra choques elétricos, cobrindo o restante dos membros inferiores.

- Óculos de segurança, que protege a região ocular contra chamas e arcos elétricos. É

importante lembrar que tais óculos devem ser fabricados com materiais resistentes a tais danos.

Haja vista os cuidados necessários a serem adotados dentro do ambiente de trabalho, é fundamental para reduzir e, ou evitar prejuízos e perdas tanto da organização quanto do funcionário. Surgem, então, algumas ideias para prevenção de tais profissionais nas instalações elétricas, considerando os profissionais de engenharia elétrica, além da contextualização e sugestões de procedimentos que podem ser adotados pelas organizações para que os profissionais dessa modalidade atinjam melhores resultados.

Portanto, neste trabalho, buscar-se-á apresentar à comunidade acadêmica de Engenharia Elétrica e aos interessados no tema, um material que proporcione a esses profissionais condições, sugestões e orientações favoráveis para que seu desempenho, principalmente, não seja afetado e, ou prejudicados por algum acidente nas instalações e manutenções elétricas residenciais de uma maneira geral. Para isso, o presente trabalho introduzirá o tema “O Engenheiro Eletricista Sob a Perspectiva da Prevenção de Acidentes na Instalação e Manutenção Elétrica” como proposta de explanações dos conceitos, das consequências, caso exista, e dos benefícios que serão ocasionados pela organização em desenvolver métodos que vão de encontro à prevenção de acidentes nas instalações elétricas, traçando estratégias e sugestões de melhorias nos cuidados com esses profissionais.

## Justificativas

A proposta do trabalho está voltada para auxiliar os profissionais da área num melhor entendimento de questões que norteiam a profissão e o profissional engenheiro eletricista.

Nesse sentido, a relevância da presente escolha se fez necessária por perceber um número reduzido de trabalhos acadêmicos voltados para a finalidade de propor e sugerir alternativas e explanações para que o profissional engenheiro eletricista não sofra maiores prejuízos advindos na execução de algum trabalho realizado, seja considerando a falta de algum EPI's, seja ao exercer cuidados precisos, os quais são fundamentais para que os resultados ao final de cada trabalho sejam satisfatórios, tanto para cliente, quanto para o profissional que executará o serviço.

No trabalho também serão apresentadas algumas sugestões que poderão fazer parte metodológica de um planejamento experimental que as organizações poderão aderir, caso julgue importante, e que, embora se saiba da importância deste tema, percebe-se que o trabalho será árduo, visto a real necessidade e, ao mesmo tempo, a barreira que as empresas têm em apresentar algumas sugestões que podem melhorar a prevenção de acidentes nas instalações elétricas aos profissionais de engenharia elétrica no ambiente de trabalho.

A proposta de tema e trabalho pretende colaborar para que outros interessados possam levar adiante a proposta apresentada com novos estudos, de forma a complementar esse com novos questionamentos e discussões que são necessárias para que a tratativa do tema fique mais elucidada.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os estudos realizados a respeito dos autores que defendiam a mesma ideia fizeram-se compreender o quão importante é o fato de ter boas referências para que o trabalho flua. Sendo assim, no decorrer deste trabalho serão citados alguns dos autores pertencentes a coleção de artigos separados e estudados, tais como: Ferreira (2004), Godoy (1995), Hayt (2008), Lakatos (2003), Libâneo (1992), Coelho (2009), Creder (2002), Moreno (2003), Reis (1980), Battaglin, Paulo David; Barreto, Gilmar (2006), Moraes (2005) entre outros, além de alguns sites relacionados ao tema em questão.

A evolução da humanidade se processa de forma contínua. De uma hora para outra, alguns saltos esporádicos de grande transformação ocorrem. Isso acontece, normalmente, em duas oportunidades: diante de grandes crises ou quando diversos fatores propícios para tal se conjuguem. (MORAES, 2005).

No cotidiano de uma sociedade, os engenheiros estão lá como elementos fundamentais para busca de soluções, concretização de ideias e/ou administrar serviços necessários quanto à execução de um produto. (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010).

A capacidade do ser humano de dar formas a objetos naturais e empregá-los para determinados fins, tem sido entendida como um dos grandes responsáveis pelo estágio de desenvolvimento praticado hoje. As ferramentas mais antigas foram produzidas por hominídeos, entre cerca de 2 milhões de anos, que consistiam apenas de pedras lascadas, ossos, madeiras e conchas, os quais eram usados de forma rudimentar. Isto foi durante o período Paleolítico, termo intitulado para período da pedra antiga ou pedra lascada. Através destes instrumentos, tornou-se possível caçar e charquear um animal, cortar árvores, defender-se de animais e construir abrigos primitivos. (MORAES, 2005).

Essa evolução social também está relacionada ao surgimento de um indivíduo preocupado com o desenvolvimento da técnica. (MORAES, 2005).

No decurso dessa evolução, ocorreu o aparecimento gradual de um especialista na solução de problemas. Estes, no início, não se preocupavam com fundamentos teóricos, ocupava-se em construir dispositivos, estruturas, processos e instrumentos com base na experiência passada. Com a expansão dos conhecimentos científicos e aplicação aos problemas práticos, surge o engenheiro. (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010).

Fundamentado pelo desenvolvimento da matemática, da explicação dos fenômenos físicos, dos experimentos realizados, da prática em campo, da sistematização de cursos formais, aos poucos a engenharia foi se estruturando. No século 18, devido a um conjunto de doutrinas, estabeleceu um marco divisório entre duas engenharias: a engenharia do passado e a engenharia moderna. (MORAES, 2005).

A engenharia do passado é caracterizada pelos grandes esforços no sentido de criar e aperfeiçoar artefatos que aproveitassem os recursos naturais. A engenharia moderna se caracteriza por uma forte aplicação de conhecimentos científicos à solução de problemas. Nesse sentido, conhecimentos sistematizados a respeito da natureza passam a fazer parte da prática dessa nova engenharia. (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010).

A engenharia elétrica é o ramo da engenharia que lida com geração, a transmissão, o transporte e a distribuição da energia elétrica. Para isso, faz o uso de conhecimentos de outras áreas do conhecimento, como a matemática, a física e a química, além de conhecimentos em computação. (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010).

Deve-se ter o cuidado de observar que o termo geração de energia elétrica não é adequado. Na verdade, o que ocorre é a transformação de algum tipo de energia já existente em energia elétrica. (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010).

Por ser uma engenharia muito abrangente, a elétrica, como muitas outras áreas do conhecimento, apresenta algumas subdivisões. Segundo (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010) dentre elas, estão:

- Engenharia elétrica: preocupa-se com a geração, transmissão e distribuição da energia elétrica. A eletrotécnica é muito importante atualmente, uma vez que estuda as correntes trifásicas, utilizadas na maior parte do mundo moderno. Também faz parte de seu campo de estudos a transformação de corrente alternada em corrente contínua.

- Engenharia eletrônica: lida com grandezas elétricas de pequena amplitude. Sua grande vantagem é que, com ela, surgem equipamentos, máquinas e dispositivos que respondem mais rápido e com maior eficiência energética. Seu estudo fornece meios para desenvolver dispositivos, como transistores, circuitos integrados e placas de circuito impresso. A eletricidade propriamente dita diferencia-se da eletrônica pela natureza de seus elementos. Enquanto a primeira lida com elementos chamados clássicos, como resistores e capacitores, a segunda trabalha com elementos ditos sólidos, como transistores e diodos.

- Controle e Automação: também chamada de mecatrônica, é mais voltada para a indústria. Como o próprio nome já diz, é um ramo da engenharia voltado para o controle de processos industriais dinâmicos. Para que esse processo seja satisfatório, é necessário que o processo a ser controlado seja, primeiramente, estudado matematicamente. Posteriormente, deve ser construído o controlador desse processo. Este pode ser mecânico ou eletroeletrônico. Por último, deve-se calibrar o sistema a fim de definir os parâmetros de operação e de manutenção do sistema.

- Sistemas computacionais: utilizam os conceitos de eletrônica para projetar e programar sistemas e redes digitais, além de análise de sistemas computacionais. Para isso, estudam os fundamentos de ciência da computação e engenharia elétrica, fato que explica o motivo de muitas instituições trazerem os dois departamentos juntos.

Assim, o currículo de Engenharia Elétrica e as equações de Maxwell, disciplinas estudadas na matemática, como o cálculo, são importantes porque são ferramentas utilizadas posteriormente para resolver mais facilmente alguns problemas em que se faz necessário o uso de derivadas ou cálculos integrais. Os espaços vetoriais também devem ser estudados, pois existem situações que envolvem mais de três dimensões, como, por exemplo, o estudo das equações de Maxwell para o eletromagnetismo. (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010).

O desenvolvimento da engenharia, porém, manteve-se durante muito tempo atrasado. A referência mais antiga parece ter sido a contratação do holandês Miguel Timermans para aqui ensinar sua arte e sua ciência. A primeira escola de engenharia propriamente dita – a Academia Real Militar – foi criada em 4 de dezembro de 1810. (MORAES, 2005).



Em 25 de abril de 1874, através do decreto nº 5.600, foi criada a Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Até 1946 já existiam 15 instituições de ensino de engenharia e, de lá para cá, muitas outras foram implantadas no país, o que representa, algumas centenas de cursos. (MORAES, 2005).

Dentre as habilidades, competências e funções de Engenheiro Eletricista - Modalidade Eletrotécnica estão: o desempenho de atividades, referentes à geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica, equipamentos, materiais e máquinas elétricas; sistemas de medição e controle elétricos e seus serviços afins e correlatos. (BATTAGLIN, PAULO DAVID; BARRETO, GILMAR, 2010).

O engenheiro eletricista planeja, supervisiona e executa projetos nas áreas de eletrotécnica, relacionadas à potência da energia. Ele está habilitado a construir e a aplicar sistemas de automação e controle em linhas de produção industrial, no desenvolvimento de componentes eletroeletrônicos, na operação e manutenção de equipamentos em hospitais e clínicas e em projetos de instalações elétricas em indústrias, comércios e residências. (MORAES, 2005).

Além das concessionárias de energia, o graduado encontra emprego em empresas de telecomunicações (desde fábricas de celulares até operadoras de sistemas de comunicação), indústrias de equipamentos, automação, fábricas de motores e geradores, consultorias ou em empresas prestadoras de serviços em computação. (MORAES, 2005).

A profissão é tida como território masculino, mas as mulheres estão aos poucos desbravando esse campo. “O mercado anseia por mulheres engenheiras. Algumas empresas até optam pela figura feminina”, independentemente de o profissional ser homem ou mulher, para conquistar respeito é preciso mostrar competência. (MORAES, 2005).

Para tornar-se um profissional desta área é necessário ter diploma de curso superior em Engenharia Elétrica, o qual tem duração média de cinco anos. O estágio é obrigatório para a conclusão do curso. No exterior, a demanda por bons engenheiros eletricistas é muito grande, por isso o domínio do inglês também é fundamental, já que o conhecimento dessa língua também é um pré-requisito nos cursos de pós-graduação e especializações da área. (MORAES, 2005).

De acordo com a NR-10 (Norma Regulamentadora), somente profissionais autorizados pela empresa podem adentrar em zona controlada não segregada. Mas quem são os profissionais que podem receber essa autorização? A própria Norma responde: “São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.”. (NR 10, 2004).

Portanto, somente profissionais capacitados, qualificados ou habilitados podem ser autorizados a entrarem numa zona controlada. De forma resumida, pode-se definir os profissionais como “capacitados”, “qualificados” e “habilitados” para que assim possam ser “autorizados” na empresa. (MORAES, 2005).

- Capacitado: trabalhador envolvido com serviços de eletricidade que não teve uma formação em instituição de ensino oficial, mas que devido aos conhecimentos e habilidades adquiridos no cotidiano laboral pode receber um treinamento formal da empresa onde trabalham, e recebem a denominação de profissional capacitado.

- Qualificado: profissional da área que recebeu uma formação teórica e prática numa

instituição de ensino oficial, a exemplo de CEFET e SENAI. Ele deve possuir o diploma de conclusão do curso. (MORAES, 2005).

- **Habilitado:** é o qualificado que se dirige ao seu Conselho de classe e solicita o registro profissional. Ao receber a carteira de associado passa a ter habilitação em sua área de atuação. Naturalmente, isso não significa necessariamente que sua experiência é maior que a de um trabalhador capacitado com muitos anos de experiência. Entretanto, este último não pode ser chamado de habilitado. (MORAES, 2005).

São os profissionais acima que podem receber autorização para trabalharem no sistema elétrico, especialmente o sistema elétrico de potência. Quaisquer outros se enquadram no seguinte item da norma: “Os trabalhadores com atividades não relacionadas às instalações elétricas desenvolvidas em zona livre e na vizinhança da zona controlada, conforme define esta NR, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.” (MORAES, 2005).

A responsabilidade pela Autorização de Integrantes para a execução de serviços em eletricidade é do profissional imediato devidamente autorizado ou de Profissional Legalmente Habilitado – PLH delegado, como também pela guarda e disponibilização de toda a documentação de autorização que inclui a carteira de liberação, para efeito de auditoria do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego pasta de cada Integrante nas áreas. (MORAES, 2005).

É também responsabilidade do PLH o atendimento dos projetos elétricos de acordo com as normas técnicas vigentes como também ser o responsável nos processos de desenergização e de organização do prontuário de instalações elétricas. (MORAES, 2005).

É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe. Este papel pode ser através do profissional engenheiro eletricitista. (MORAES, 2005).

## **METODOLOGIA**

De acordo com Marconi e Lakatos (2003, p. 16), existem formas diferenciadas para fazer uma pesquisa e estas são: “bibliográficas, descritivas e experimentais”.

Conforme Gil (2002) a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, permitindo ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquilo que poderia pesquisar diretamente. Portanto, para execução do presente estudo optou-se por levantamento bibliográfico como base principal de dados informatizados do SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Google Acadêmico.

A pesquisa na base de dados foi realizada utilizando os seguintes descritores: Prevenção; Acidentes Elétricos; Eletricista; Eletricidade; Engenheiro; Engenharia na língua portuguesa, pois é a língua de conhecimento do pesquisador. Para identificação dos materiais de pesquisa o recorte temporal utilizado foi de 2000 a 2020 e, os trabalhos selecionados de acordo com sua relevância e pertinência com o objetivo do estudo.

O levantamento e análise dos dados serão pautados no referencial proposto por Gil (2002) tal seja:

a) leitura exploratória: leitura do material bibliográfico para verificação de relevância à pesquisa; b) leitura seletiva: determinação do material que de fato interessa à pesquisa; c) leitura analítica: ordenar e resumir as informações contidas nas fontes de forma que estas possibilitem a obtenção de respostas ao problema da pesquisa; d) leitura interpretativa: conferir significados mais amplos aos resultados obtidos com a leitura analítica visando compreensão do material selecionado. (Gil, 2002, p.23).

Assim como (GODOY, 1995), não se procurou enumerar ou medir os eventos estudados; buscou-se compreender o fenômeno de maneira contextualizada, por meio de uma análise em perspectiva integrada e descritiva.

Para Libâneo, (1992, p. 149), define que “[...] os métodos de ensino estão orientados para os objetivos e implicam uma sucessão planejada e sistematizada de ações.” Dessa forma, pode-se dizer que um método é uma forma de organização dos conhecimentos, considerando os objetivos e os recursos disponíveis para alcançar determinado fim. Deste modo, o percurso metodológico percorrido foi realizado com leituras exploratórias e seletivas do material de pesquisa, onde a leitura interpretativa contribuiu para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, permitindo uma leitura compreensiva. O estudo exploratório foi escolhido porque o mesmo busca descrever processos, resgatar versões sobre fatos e propor inferências explicativas a respeito das sugestões que podem ser aplicadas ao profissional de engenharia elétrica na prevenção de acidentes elétricos.

Para a delimitação e estudo do tema tomou-se como base o cruzamento de informações encontradas na literatura especializada, tais como: trabalhos científicos, trabalhos monográficos (TCC, artigos, dissertações e teses), livros e revistas, o que caracterizou o estudo em bibliográfico.

## RESULTADOS

Através de uma metodologia de estudo na modalidade de Pesquisa Bibliográfica de caráter Exploratório e abordagem qualitativa verificou-se que a área de atuação para este profissional de engenharia elétrica é de caráter abrangente, bem como os lugares por onde o mesmo pode atuar, tais como: empresas de energia elétrica, escritórios de projetos e consultoria, firmas de montagem e manutenção de instalações elétricas e de telecomunicações, indústrias diversas e empresas comerciais de pequeno e grande porte, manutenção de equipamentos e componentes eletroeletrônicos, hospitais, empresas de radiodifusão, informática, entre outras.

Ademais, foi possível entender a necessidade do profissional ter uma boa capacidade de abstração do espaço tridimensional, além de matemática e física. Nesse contexto, lidar com as equações de Maxwell e entendê-las na prática do cotidiano requer traduzir as informações matemáticas e dos campos vetoriais para a realidade física do mundo material.

Para mais, contestou-se que a manutenção periódica é um importante meio para evitar maiores danos em instalações elétricas, visto que tais manutenções garantem o bom funcionamento dos equipamentos e a verificação de alguma possível falha. Nesse sentido, reforça-se a necessidade desse procedimento ser executado por um profissional credenciado, a fim de garantir a segurança durante e após o processo.

Outrossim, a partir do conhecimento adquirido a respeito de normas de segurança do trabalho orientado à prevenção de acidentes em instalações elétricas, algumas medidas podem ser tomadas. Conforme a NR 06 informa, o uso de EPI's é obrigatório, porém verifica-se, na prática, a ocorrência de acidentes em decorrência da falta dos mesmos. Sugere-se então, a implementação de um sistema de checklist para uma verificação prévia de todos os EPI's necessários para tal atividade, a fim de que o profissional certifique-se que todos os equipamentos necessários estão presentes. Além disso, deve-se verificar o estado que se encontra cada equipamento e averiguar sua integralidade de acordo com o padrão do Inmetro.

Figura 1 – Checklist



The image shows a checklist form titled "Checklist de EPI's". At the top left, there is a red checkmark icon. Below the title, there are two input fields: "Nome do Colaborador:" and "Matrícula:". Below these fields is a list of six safety equipment items, each with an unchecked checkbox: "Capacete de Segurança", "Luvas de Segurança", "Oculos de Segurança", "Manga Isolante", "Capa Protetora", and "Botas de Segurança". At the bottom of the form, there are two signature lines: "Assinatura do Colaborador" and "Assinatura do Supervisor".

Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme apresentado acima, após o preenchimento do checklist, exibido na figura 1, pelo profissional que prestará o serviço, o supervisor ficará encarregado de fazer a conferência da real presença e utilização desses equipamentos, além de, avaliar o estado de qualidade em que se encontram. Para fazer tal conferência e checagem com qualidade, os supervisores devem sempre estar atualizados perante as normas necessárias, com isso, sugere-se também a “semana da conscientização”.

Esse método consiste em, a cada seis meses, reservar uma semana onde serão revisados todos os conhecimentos já adquiridos na área de segurança, trazer atualizações, mostrar o desempenho alcançado nos últimos seis meses através da implementação prática desses conhecimentos e, por fim, realizar um teste com os colaboradores para avaliar seus conhecimentos, fazendo com que essa pauta sempre seja uma prioridade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O checklist apresentado na figura 1 é um exemplo para um tipo de serviço, sendo necessário o desenvolvimento de outros checklists que se adequem a cada especificidade requerida pelos diversos tipos de serviços prestados e/ou ambientes de trabalho. Nesse aspecto, instalações elétricas em altura, por exemplo, demandam a inclusão de outros equipamentos, como o cinto de segurança, quando acima de 2 metros do nível inferior, de acordo com a NR 35.

Portanto, percebeu-se que, no decorrer do curso de engenharia elétrica, foram agregados valores acadêmicos, permitindo uma formação como um profissional apto a receber e a interpretar informações, transformando-as em conhecimentos a serem aplicados de forma rápida e eficaz, considerando aspectos técnicos, éticos e sociais, capacitando a atender as exigências da sociedade e do mercado de trabalho.

Ademais, as leituras dos trabalhos acadêmicos e dos autores que aqui foram citados permitiu compreender o quão importante é a escolha dos mesmos para que se construa um conhecimento na área de segurança, visando a prevenção de acidentes nas instalações e manutenções elétricas. Assim, urge a pauta da importância da garantia da conservação da integridade física dos profissionais, tanto como um meio de proteger tais trabalhadores, tanto como uma forma de prevenir danos para a empresa, a qual, a partir da implementação das normas aqui citadas e das medidas sugeridas – checklists e “semana da conscientização” – poderá notar um significativo avanço na redução do número de casos de acidentes. Além disso, vale lembrar que manter em baixa ou nulo o número de acidentes, gera mais credibilidade e confiança para o contratante.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.asp?ID=10146> – Acesso em 11 mai. 2021.

ABNT – Instalações Elétricas de Média Tensão. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.asp?ID=1099> – Acesso em 13 mai. 2021.

ABNT. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão, 2004. 209 p.

ABRACOPEL – Associação Brasileira Contra os Perigos da Eletricidade, “Estatísticas sobre acidentes elétricos”, Disponível em: [http://www.papodemae.com.br/2015/02/23/numero-de-acidentes-com-eletricidade-der-amum-salto-em-2014/ABRACOPEL- Associação Brasileira Contra os Perigos da Eletricidade](http://www.papodemae.com.br/2015/02/23/numero-de-acidentes-com-eletricidade-der-amum-salto-em-2014/ABRACOPEL-Associacao-Brasileira-Contra-os-Perigos-da-Eletricidade), Acesso em 01 mar. 2021.

Acidentes Elétricos.

Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=acidentes+eletricos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjnzfa2jlrMAhVFCpAKHaL6AjsQ\\_AUICCGC&biw=1366&bih=659](http://www.google.com.br/search?q=acidentes+eletricos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjnzfa2jlrMAhVFCpAKHaL6AjsQ_AUICCGC&biw=1366&bih=659), Acesso em 04 mar. 2021.

ADELMO MEDEIROS. Disponível em: <http://adelmomedeiros.com/categoriasprofissionais.htm> – Acesso em 01 mar. 2021.

Arco Elétrico. Disponível em: <http://vrprojetoseletricos.blogspot.com.br/2012/08/arco-eletrico.html>, Acesso em 04 mar. 2021.

BATTAGLIN, Paulo David; BARRETO, Gilmar. Contribuição sobre a gênese, o presente e o futuro da engenharia elétrica. COBENGE 2010, p. 1-3, 2008.

Benjamins – Sobrecarga, Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=sobrecarga+benjamins&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj25ta\\_plrMAhUMI5AKHRZqAvsQ\\_AUIBygB&biw=1366&bih=659](http://www.google.com.br/search?q=sobrecarga+benjamins&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj25ta_plrMAhUMI5AKHRZqAvsQ_AUIBygB&biw=1366&bih=659), Acesso em 23 abr. 2021.

BRITISH STANDARD, BS 8800: 1999 - Guide to Occupational health and safety management systems, tradução de Gilmar C. Trivelato – Fundacentro – CE.

Cargas não lineares. Disponível em: [https://www.google.com.br/search?q=cargas+n%C3%A3o+lineares&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwialqrXporMAhXCIZAKHRsDD2sQ\\_AUICCGC&biw=1366&bih=659](https://www.google.com.br/search?q=cargas+n%C3%A3o+lineares&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwialqrXporMAhXCIZAKHRsDD2sQ_AUICCGC&biw=1366&bih=659), Acesso em 26 abr. 2021.

COELHO, Roberto. Segurança em Instalações Elétricas, SENAI/RJ, apostila de curso, Rio de Janeiro, 2009.

Como Evitar Acidentes Elétricos. Disponível em: <http://www.cec.com.br/dicas-construcao-evite-acidentes-com-energiaeletrica?id=259>, Acesso em 10 mai. 2021.

COTRIM, A. A. M. B. Instalações Elétricas. 5ª. ed. São Paulo: Pearson, v. I, 2012.

CREDER, Hélio. Instalações elétricas. Rio de Janeiro: LTC Editora S.A., 2002.

Disjuntor DR. Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=dr&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwirjNTFn4rMAhVMi5AKHeR\\_ALoQ\\_AUICCGC#tbm=isch&q=disjuntor+dr](http://www.google.com.br/search?q=dr&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwirjNTFn4rMAhVMi5AKHeR_ALoQ_AUICCGC#tbm=isch&q=disjuntor+dr), Acesso em 19 mai. 2021.

Dispositivo de Proteção contra Surto, DPS. Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=dps&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjEqYLy04rMAhUBHJAKHWLKADEQ\\_AUIBygB&biw=1366&bih=659](http://www.google.com.br/search?q=dps&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjEqYLy04rMAhUBHJAKHWLKADEQ_AUIBygB&biw=1366&bih=659), Acesso em 21 abr. 2021.

ELETROBRAS – Estatística de Acidentes no Setor de Energia Elétrica Brasileiro. Disponível em: <http://www.ieee.org.br/eswbrasil/2003/Documentos/8%20-%20Panorama%20da%20seguranca.pdf>. Acesso em 01 mar. 2021.

Espelho de Quadro de Distribuição. Disponível em: [http://www.google.com.br/h?q=espelhos+de+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwielfrHkIrMAhWEHJAKHezFBAMQ\\_AUICCGC&biw=1366&bih=659#imgrc=HRHwpZs5YwIUjM%3A](http://www.google.com.br/h?q=espelhos+de+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwielfrHkIrMAhWEHJAKHezFBAMQ_AUICCGC&biw=1366&bih=659#imgrc=HRHwpZs5YwIUjM%3A), Acesso em 08 mai. 2021.

Extensão de Energia. Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=extens%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjHyKC3pYrMAhUHhZAKHYN\\_BPqS\\_AUICCGC&biw=1366&bih=659](http://www.google.com.br/search?q=extens%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjHyKC3pYrMAhUHhZAKHYN_BPqS_AUICCGC&biw=1366&bih=659), Acesso em 24 abr. 2021.

FERREIRA, Vitor Lúcio. Eletricidade industrial. Impress Gráfica, 2004.

Fios Desencapados. Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=fios+desencapados&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj9bqjorMAhWHE5AKHRf1BDEQ\\_AUIBygBA](http://www.google.com.br/search?q=fios+desencapados&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj9bqjorMAhWHE5AKHRf1BDEQ_AUIBygBA), Acesso em 22 mar. 2021.

GIL, Antonio Carlos. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, p. 44-45, 2002.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai/jun, 1995.

HAYT, William H. Eletromagnetismo. William H Hayt, John a. Buck; tradução Amilton Soares Júnior;



revisão técnica Antônio Pertence Jr. 8ª Edição – São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

Identificação de Disjuntores. Disponível em: [http://www.google.com.br/h?q=identifica%C3%A7%C3%A3o+de+disjuntores+em+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjHwpeZqYrMAhVKGJAKHdUrA\\_oQ\\_AUIBygB&biw=1366&bih=659](http://www.google.com.br/h?q=identifica%C3%A7%C3%A3o+de+disjuntores+em+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjHwpeZqYrMAhVKGJAKHdUrA_oQ_AUIBygB&biw=1366&bih=659). Acesso em 10 mai. 2021.

IEC. NBR 60479: Efeitos de corrente elétrica no corpo humano. KOSOW, Irving I. Instalação Elétrica: Conceitos Básicos e Visão Geral. Disponível em: <http://construfacilrj.com.br/instalacao-eletrica-visao-geral>, Acesso em: 16 mar. 2021.

LAKATOS. Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica 1. Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. - 5. ed. - São Paulo: Atlas, 2003.

Legendas de Perigo Elétrico. Disponível em: [http://www.google.com.br/h?q=espelhos+de+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwielfrHkIrMAhWEHJAKHezFBAMQ\\_AUICCGC&biw=1366&bih=659#imgsrc=HRHwpZs5YwUjM%3A](http://www.google.com.br/h?q=espelhos+de+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwielfrHkIrMAhWEHJAKHezFBAMQ_AUICCGC&biw=1366&bih=659#imgsrc=HRHwpZs5YwUjM%3A), Acesso em 12 abr. 2021.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo: Cortez, 1992.. LTC, v. I, 2015.

MAMEDE FILHO, J. MAMEDE, D. R. Proteção de Sistemas elétricos de Potência. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. I, 2014.

MAMEDE FILHO, J. Manual de Equipamentos Elétricos. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Máquinas Elétricas e Transformadores. Ed Globo.

MORAES, Antonio Carlos Robert. Ideologias geográficas. Annablume, 2005.

MORENO, Hilton, Manual de Instalações Elétricas Residenciais, Elektro Pirelli, Vol. 3, São Paulo, 2003.

MTE, Normas Regulamentadoras. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>, Acesso em 01 mar. 2021.

NR-6/2001: Norma Regulamentadora 6. Equipamento de Proteção Individual - EPI Ministro de Estado do trabalho e Emprego.

Operação de Disjuntores. Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=opera%C3%A7%C3%A3o+de+disjuntores&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx5qOoolrMAhULHpAKHfjpCdsQ\\_AUICCGC&biw=1366&bih=659#tbm=isch&q=+disjuntores+termomagn%C3%A9ticos](http://www.google.com.br/search?q=opera%C3%A7%C3%A3o+de+disjuntores&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx5qOoolrMAhULHpAKHfjpCdsQ_AUICCGC&biw=1366&bih=659#tbm=isch&q=+disjuntores+termomagn%C3%A9ticos), Acesso em 15 abr. 2021.

Para-raios. Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=pararaios+de+linhas+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjf5Y6zoorMAhXJE5AKHWfDD2wQ\\_AUICCGC&biw=1366&bih=659](http://www.google.com.br/search?q=pararaios+de+linhas+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjf5Y6zoorMAhXJE5AKHWfDD2wQ_AUICCGC&biw=1366&bih=659), Acesso em 17 abr. 2021.

PORTAL O SETOR ELÉTRICO. Disponível em: <http://www.osetoelettrico.com.br/web/a-revista/edicoes/168-por-menos-acidentes-de-trabalho.html> – Acesso em 10 mai. 2021.

SANTOS, A. R. Metodologia científica: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: DP&A, 2007.

Sistema de Aterramento. Disponível em: <http://www.google.com.br/h?q=sistema+de+aterramento+res>

idencial&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj1jtLbllrMAhXLj5AKHbSbB6wQ\_AUIBygB&biw=1366&bih=659, Acesso em 09 abr. 2021.

Sobrecargas em Tomadas. Disponível em: <http://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/noticias/redacao/2014/04/16/saiba-como-evitar-sobrecargas-e-curtos-em-tomadas.htm>. Acesso em 04 mar. 2021.

TORRES, Gabriel. Fundamentos de Eletrônica. Ed Axcel Books. Sites.

Troca de Disjuntores. Disponível em: [http://www.google.com.br/search?q=troca+de+disjuntores+em+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi7sPnaqlrMAhUHfZAKHbdKB4AQ\\_AUICSgD&biw=1366&bih=659](http://www.google.com.br/search?q=troca+de+disjuntores+em+quadros+de+distribui%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi7sPnaqlrMAhUHfZAKHbdKB4AQ_AUICSgD&biw=1366&bih=659), Acesso em 28 abr. 2021.

## Estação meteorológica IOT de baixo custo autossustentável

## Self-sustaining low cost IOT weather station

---

**Amanda Genovez Lacerda**

Centro Universitário Uniredentor

<http://lattes.cnpq.br/4559088977713597>

**Emily Prudencio de Souza Rosa**

Centro Universitário Uniredentor

<http://lattes.cnpq.br/0795153066034388>

**Jhonatan da Silva Mazoque**

Centro Universitário Uniredentor

<https://orcid.org/0000-0003-0718-7026>

**Rafael Lima de Oliveira**

Centro Universitário Uniredentor

<http://lattes.cnpq.br/6212659806406513>

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.9

# Resumo

O presente capítulo trata-se de uma estação meteorológica que tem por objetivo ser construída com baixo custo e ser autônoma no quesito eletricidade. Visando a praticidade para a visualização das informações obtidas pela estação, foi-se implementado um sistema de armazenamento em nuvem com um banco de dados no FireBase, que é atualizado em tempo real com base nos dados obtidos por sensores de pressão atmosférica, temperatura, umidade e raios ultravioleta. Para que os dados possam ser analisados em tempo real em qualquer lugar, foi desenvolvida uma página HTML, que é um serviço disponibilizado na própria plataforma onde se encontra o banco de dados. Para seu funcionamento autônomo, neste projeto foi feito o dimensionamento de um sistema fotovoltaico no modelo off-grid, a fim de garantir seu pleno funcionamento 24 horas por dia, além do dimensionamento é apresentado também um orçamento para sua montagem prezando o menor gasto possível desde que atenda aos requisitos necessários de qualidade, segurança e funcionalidade.

**Palavras-chave:** estação meteorológica, sistema fotovoltaico off-grid, IoT.

# Abstract

This chapter is about a meteorological station that aims to be built at low cost and to be autonomous in terms of electricity. Aiming at the convenience of viewing the information provided by the station, a cloud storage system was implemented with a database in FireBase, which is updated in real time based on data obtained by atmospheric pressure, temperature, humidity and ultraviolet rays. So that the data can be boosted in real time anywhere, an HTML page was developed, which is a service available on the platform where the database is located. For its autonomous operation, in this project, the dimensioning of a photovoltaic system in the off-grid model was carried out, in order to guarantee its operation 24 hours a day. that meets the required quality, safety and functionality requirements.

**keywords:** weather station, off-grid photovoltaic system, IoT.

## INTRODUÇÃO

Devido a capacidade de avaliar por meio quantitativo diversos dados, não é de hoje que o homem mensura vários tipos de informações a fim de poder armazená-las, seja para conhecimento próprio ou até mesmo para dimensionamentos e comparações. Visto que a temperatura pode ser medida, utilizando-se aparelhos específicos, porém “diante da dificuldade de aquisição desses materiais, a criatividade é estimulada para a construção de equipamentos de baixo custo e de fácil manuseio” (MONTEIRO, 1991 *apud* HOPPE *et al.*,2015), então obteve-se a ideia do presente trabalho, a criação de uma estação meteorológica IoT de baixo custo e autossustentável.

Uma estação meteorológica se dá por um conjunto de equipamentos e sensores que coletam dados para análise do clima. Esses instrumentos são capazes de registrar a temperatura do local, velocidade e direção do vento, umidade do ar, radiação solar, chuva, pressão atmosférica entre outras variáveis (VILARINHO, 2009) “A disponibilidade de dados meteorológicos confiáveis é fundamental para quantificar os impactos na produtividade das culturas” (HOPPE *et al.*,2015).

Com a coleta desses dados pode-se analisar o clima em determinado local conforme o passar dos dias, possibilita-se a análise em determinado período a predominância de temperatura na área observada. Sendo possível assim fazer uma previsão para momentos futuros.

Segundo Finholdt *et al.* (2011), “Uma estação meteorológica automática é um sistema autônomo de mensuração e registro dos dados de fenômenos meteorológicos”, que não depende da interação humana para a coleta dos dados. Para uma maior praticidade pode-se conectá-la à internet, tornando-a assim uma estação meteorológica automática IoT. A sigla IoT deriva do termo em inglês Internet of Things, Internet das coisas, que é uma forma de conectar as informações em níveis mundiais, podendo controlá-las remotamente, permitindo acessá-las como provedores de serviços. (Santos *et al.*, 2016), ela vem crescendo seu emprego nos mais variados campos da vida humana. Para aumentar a praticidade da sua utilização, foi desenvolvida a computação em nuvem que vem para facilitar o seu uso, já que ela é a responsável por armazenar dados em servidores externos, livrando a memória dos dispositivos e proporcionando o acesso por qualquer aparelho conectado à internet.

O presente trabalho tem por objetivo principal a conexão de uma estação meteorológica a um banco de dados em nuvem, onde será possível disponibilizar as informações em tempo real aos usuários que estejam conectados. Objetiva-se ainda que esta estação meteorológica seja autônoma em termos de energia elétrica, para que isso seja possível será projetado um sistema de geração de energia fotovoltaica off-grid, pois dessa forma não dependerá de energização de alguma rede da concessionária.

## METODOLOGIA

### Estação Meteorológica

A estação meteorológica IoT de baixo custo utilizada no presente trabalho foi desenvolvida anteriormente por Fonseca e Mendonça (2019), ela conta com um microcontrolador e três

sensores, e mede a pressão atmosférica, a temperatura, a umidade e os raios ultravioletas.

Segundo Santos e Junior (2019), o microcontrolador é um equipamento de pequeno porte, que possibilita sua programação, controlando assim as ações de um sistema. Ele pode ser descrito como o cérebro de um sistema. Na figura 1 vê-se a ESP32 que foi o microcontrolador escolhido para integrar a estação meteorológica pois funciona numa baixa faixa de tensão, podendo funcionar até com pilhas, e possuir um preço acessível, fator importante já que se espera uma estação meteorológica de baixo custo (FONSECA; MENDONÇA, 2019).

Figura 1 – ESP32



Fonte: Santos e Junior (2019)

O BMP180 é um barômetro da marca Bosch, funciona usando a tecnologia piezoelectricidade, que consiste na vibração de um componente de acordo com a mudança de pressão no ambiente, gerando assim uma diferença de potencial proporcional a essa vibração que pode ser mensurada e convertida para determinar a pressão (FONSECA; MENDONÇA, 2019). A figura 2 mostra um sensor BMP180.

Figura 2 – Sensor BMP180

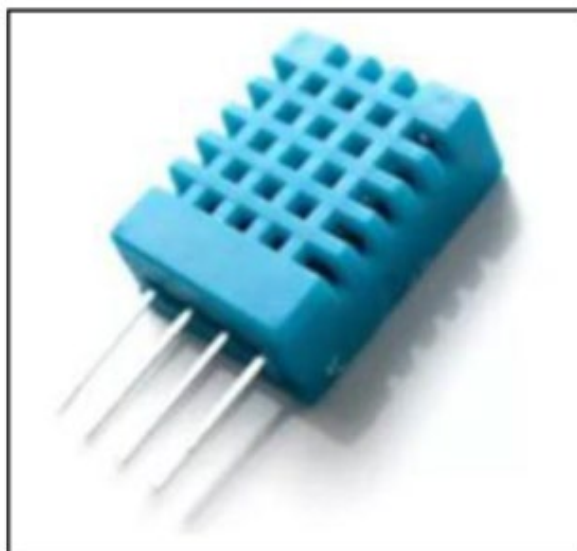


Fonte: Fonseca e Mendonça (2019)

O DHT11 é um sensor de temperatura e umidade do ar, que pode ser visto na figura 3, com precisão de 2°C para temperatura e de 5% para umidade. A medição dessas grandezas é feita através das mudanças que o material semiconductor, de que é feito, sofre. A faixa de valores que mede é de 0 a 50°C e de 20 a 90% (FONSECA; MENDONÇA, 2019).



Figura 3 – Sensor DHT11



Fonte: Fonseca e Mendonça (2019)

O sensor escolhido para a medição dos raios ultravioletas foi o UVM-30<sup>a</sup>, visto na figura 4, que possui uma lente que transmite as informações necessárias para a medição das ondas, é capaz de detectar ondas de 200 a 370nm de comprimento (FONSECA; MENDONÇA, 2019).

Figura 4 – Sensor UVM-30A



Fonte: Fonseca e Mendonça (2019)

## Plataforma FireBase

O FireBase é uma plataforma criada sobre a infraestrutura da google destinada para o desenvolvimento de aplicativos web ou mobile, de uma forma efetiva, rápida e simples. Ela oferece vários serviços, para o presente trabalho será utilizado o Realtime Database.

O Realtime Database é o serviço de banco de dados do FireBase, que é hospedado em nuvem, onde os dados são armazenados como JSON e sincronizados em tempo real com todos os clientes conectados junto com o recurso de otimização offline, logo que o dispositivo volta a ficar online o serviço Realtime Database atualiza os dados automaticamente.

## Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é aquela obtida pelo efeito fotovoltaico, que é a conversão da radiação solar em energia elétrica. O efeito fotovoltaico consiste no surgimento de uma diferença de potencial nos extremos de um material semicondutor, quando esse é exposto a radiação solar (RIBEIRO, 2018).

A energia solar pode ser considerada umas das mais promissoras, já que a sua fonte é limpa e renovável e a mesma não causa impactos ao meio ambiente, já que não utiliza combustíveis fósseis, que liberam gases do efeito estufa, nem gera calor em sua produção, não afetando assim o equilíbrio da biosfera (BRAGA, 2008).

Os sistemas fotovoltaicos são classificados em dois tipos: os sistemas on grid e os sistemas off grid.

O sistema solar on grid, também conhecido como sistema conectado à rede, é ligado à rede de transmissão de energia elétrica, sendo assim quando a produção dos módulos fotovoltaicos supera o consumo o excedente de energia elétrica é injetado na rede elétrica, e quando o consumo é maior que a produção do sistema a energia é retirada da rede. Quando a produção mensal supera o consumo, o usuário da rede fica com crédito com a concessionária de energia. Os equipamentos principais deste tipo de sistema são os módulos fotovoltaicos, responsáveis por converter a radiação solar em energia elétrica em corrente contínua, e os inversores, que transformam a corrente contínua em corrente alternada, seguindo a frequência e tensão da rede elétrica (BORTOLOTO, 2017).

O Sistema Off Grid ou isolado não se conecta à rede elétrica, sendo assim, é o único responsável pelo abastecimento dos aparelhos ligados a ele. Para que os aparelhos estejam ligados mesmo em momentos com baixa ou nenhuma radiação precisa-se de um banco de baterias, que irá armazenar a energia excedente nos momentos de alta radiação. Esse tipo de sistema costuma ser encontrado em locais onde a rede elétrica não está disponível ou para projetos específicos. Neste sistema, além dos módulos fotovoltaicos, necessita-se de um banco de baterias, e em alguns casos de controladores de carga e inversores (BORTOLOTO, 2017).

### Dimensionamento do sistema solar off grid

De modo a garantir seu funcionamento, será integrado ao projeto um sistema fotovoltaico off-grid, o que possibilitará sua atuação de forma independente da concessionária. Para o determinado projeto será utilizado um controlador de carga que conduzirá a energia excedente da radiação solar para as baterias que são utilizadas para o armazenamento da energia. Como a estação meteorológica possui somente equipamentos que usam corrente contínua não será necessário um inversor. Desse modo seu funcionamento pode ser de 24 horas, até mesmo em períodos nublados.

O primeiro dado importante para o dimensionado da energia solar é a irradiação solar local do lugar onde será implementada. A Figura 5 mostra a radiação solar na cidade de Itaperuna, RJ, local escolhido para a instalação da estação, de acordo com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB).

Figura 5 – Irradiação Solar em Itaperuna

Estação: Itaperuna  
Município: Itaperuna, RJ - BRASIL  
Latitude: 21,201° S  
Longitude: 41,849° O  
Distância do ponto de ref. (21,206389° S; 41,889722° O): 4,3 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m².dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Piano Horizontal	0° N	6,21	6,39	5,26	4,57	3,88	3,59	3,71	4,52	4,93	5,23	5,15	6,03	4,95	2,79
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	21° N	5,62	6,09	5,39	5,11	4,89	4,54	4,59	5,25	5,21	5,10	4,76	5,39	5,15	1,56
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	5,70	6,15	5,40	5,08	4,63	4,47	4,53	5,20	5,21	5,13	4,82	5,47	5,15	1,68
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	25° N	5,46	5,97	5,35	5,15	4,79	4,67	4,71	5,33	5,21	5,02	4,64	5,22	5,13	1,33

Fonte: CRESESB

O segundo passo é o levantamento da carga da qual será instalada, fazendo assim um somatório com a potência de cada equipamento. Como a estação meteorológica deverá ficar ligada o tempo todo o somatório das potências deve ser multiplicado por 24 horas, conforme equações 1 e 2:

$$P = U \cdot I \quad (1)$$

$$P_s = \sum P \cdot 24 \quad (2)$$

Onde:

P é a potência do equipamento;

U é a tensão do equipamento;

I é a corrente do equipamento;

$P_s$  é a potência total dos componentes no sistema solar.

Devido a exposição dos módulos fotovoltaicos ao tempo, deve-se considerar a perda de potência por sujeiras, portanto para isso divide-se o valor total da potência dos componentes pelo valor estimado para as perdas, obtendo-se a potência corrigida, conforme equação 3:

$$P_c = \frac{P_s}{pe} \quad (3)$$

Onde:

$P_c$  é a potência corrigida;

$P_s$  é a potência total dos componentes no sistema solar;

pe é o valor das perdas.

Tendo em vista os dados anteriores será possível determinar o número de módulos fotovoltaicos que serão utilizados. Esse cálculo é feito conforme equação 4, determinando primeiramente a potência produzida pelo sistema por dia, aqui a radiação solar do local será inserida:

$$P_T = \frac{P_c}{IS} \quad (4)$$

Onde:

$P_T$  é a potência total diária do sistema solar;

$P_c$  é a potência corrigida;

$IS$  é a radiação solar no local.

Se tratando de um sistema off grid será necessário acrescentar um controlador de carga ao sistema. Este equipamento é responsável por controlar a tensão que chega ao banco de baterias, impedindo uma sobrecarga ou descarga excessiva, aumentando assim a vida útil das baterias (LINS, 2018).

O controlador deve ser escolhido de maneira que a sua capacidade seja superior à corrente gerada pelos painéis solares e a potência dos aparelhos da saída, conforme equação 5. Além disso, sua tensão de saída deve ser compatível com a tensão das baterias. O arranjo dos painéis solares deve ser feito de maneira a respeitar a tensão do controlador de carga, sendo assim, se a tensão resultante do conjunto de módulos for superior a tensão do controlador de carga, estes módulos deverão ser conectados em paralelo (LINS, 2018).

$$I_{cd} = \frac{P_T}{V_{bat}} \quad (5)$$

Onde:

$I_{cd}$  é a corrente de saída do controlador;

$P_T$  é a potência total diária do sistema solar;

$V_{bat}$  é a tensão das baterias utilizadas.

Para o dimensionamento do banco de baterias considera-se a corrente do controlador de carga e as horas de sol pleno na área determinada para a instalação do sistema, conforme equação 6.

$$I_{bb} = I_{cd} \cdot H \quad (6)$$

Onde:

$I_{bb}$  é a corrente do banco de baterias;

$I_{cd}$  é a corrente de saída do controlador;

$H$  é a hora de sol pleno no local instalado.

Para um dimensionamento correto das baterias é recomendável considerar que elas não serão utilizadas até atingir sua capacidade máxima de descarga, pois assim pode-se estender sua durabilidade e funcionalidade. Para tal correção considera-se a profundidade de descarga máxima, conforme equação 7:

$$I_{bbc} = \frac{I_{bb}}{de} \quad (7)$$

Onde:

$I_{bbc}$  é a corrente corrigida do banco de baterias;

$I_{bb}$  é a corrente do banco de baterias;

$de$  é a descarga máxima da bateria.

## DESENVOLVIMENTO

Todas as informações geradas pelos sensores serão processadas e enviadas para o serviço de banco de dados do FireBase, o Realtime Database. Neste banco de dados as informações serão separadas em duas categorias. A primeira, ou seja, o armazenamento, é aquela onde todos os valores enviados estarão guardados e a segunda, o instantâneo, é aquela que guardará somente o último conjunto de dados recebido. A função armazenamento mantém os dados guardados sob a TAG “Registros” e a função instantâneo atualiza as informações sob a TAG “Status”, como constata-se na figura 6.

Figura 6 – Estrutura Realtime Database



Fonte: Autoria própria (2021)

Para o desenvolvimento e envio do código para o microcontrolador ESP32 foi utilizada a plataforma Arduino IDE. Todos os programas desenvolvidos para este microcontrolador devem conter as funções bases “void setup” e “void loop”. A primeira função realiza a inicialização do sistema, garantindo que as condições iniciais necessárias sejam configuradas, ou seja, definindo pinos e conexões necessárias para o correto funcionamento do projeto. A segunda função supracitada é a responsável por manter a execução dos comandos em loop infinito.

A figura 7 exibe a parte inicial do código onde foram incluídas as bibliotecas necessárias para o desenvolvimento do firmware do projeto. Aqui também são definidos os dados que permitem acessar o projeto no FireBase, ou seja, a definição do endereço da página e da autenticação do projeto para onde os valores mensurados serão enviados. As informações para conexão à rede WiFi, a qual proverá o acesso à internet, também devem ser inseridas nesta seção. Por fim, são adicionadas as definições das variáveis e dos pinos onde os sensores foram conectados.

Figura 7 – Parte I do Código da ESP32

```
#include <WiFi.h> //Lib WiFi
#define DHTPIN 23
#include <SimpleDHT.h> //Lib DHT
#include <IOXhop_FirebaseESP32.h> //Lib Firebase
#include <ArduinoJson.h> //Lib para a manipulação de Json
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>

#define FIREBASE_HOST [REDACTED]
// Autenticação (no caso não estamos usando)
#define FIREBASE_AUTH [REDACTED]
//Intervalo entre cada leitura do sensor
#define INTERVAL 20000
#define SSID [REDACTED]
#define PASSWORD [REDACTED]

Adafruit_BMP085 bmp;
SimpleDHT11 dht;
//Variáveis que vão guardar o valor da temperatura e umidade
float temperature, humidity;
uint32_t lastTimeRead = 0;

float sensorVoltage;
float sensorValue=0;
float Valorfinal;
```

Fonte: Autoria própria (2021)

A figura 8 expõe a função “void setup” que inicia com a configuração da taxa de transferência dos dados através de “serial.begin”, com isto é possível se comunicar com algum dispositivo, como um monitor serial. A próxima função presente, “setupwifi”, descreve os comandos para a conexão com a rede WiFi, enquanto não se faz a conexão pontos são exibidos na tela do monitor, assim que conectado escreve-se o nome da rede e o número do IP recebido.

Figura 8 – Parte II do Código da ESP32

```
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  //Inicializa a conexão com a rede WiFi
  setupWiFi();
  //Inicializa a lib do Firebase
  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
  if(!bmp.begin());
}

void setupWiFi()
{
  WiFi.disconnect();
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  //Tenta conectar à rede que possui este SSID e senha
  WiFi.begin(SSID, PASSWORD);
  Serial.println("");
  //Enquanto não estiver conectado à rede WiFi
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  //Se chegou aqui está conectado
  Serial.println("");
  Serial.print("Connected to ");
  Serial.println(SSID);
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

Fonte: Autoria própria (2021)



Na próxima etapa observa-se a função “void loop”, onde primeiro se espera o tempo necessário para cada nova leitura e, após este tempo, se inicia a leitura dos sensores. Após a leitura dos sensores, os valores obtidos são enviados para o Firebase através das funções `sendToFirebaseNewRegister` e `sendToFirebaseUpdateStatus`. Pode-se enxergar essa sequência na figura 9.

Figura 9 – Parte III do Código da ESP32

```
void loop()
{
  //Tempo em milissegundos desde o boot do esp
  unsigned long now = millis();
  //Se passou o intervalo desde a última leitura
  if(now - lastTimeRead > INTERVAL)
  {
    //Faz a leitura do sensor
    readSensor();
    //Envia para o Firebase

    sendToFirebaseNewRegister();
    sendToFirebaseUpdateStatus();

    //Marca quando ocorreu a última leitura
    lastTimeRead = now;
    //Realiza a leitura da temperatura e umidade
  }
}
```

Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 10 vê-se a função responsável por ler os valores enviados para o microcontrolador pelos sensores que compõe a estação meteorológica. Para a leitura do sensor de umidade e temperatura segue-se o formato determinado pela biblioteca do componente. A segunda parte mostra a leitura do sensor de raios UV, para este componente são feitas dez leituras seguidas por uma média para a correção do valor, dividindo o último valor por uma constante determinada pelo fabricante, e como o sensor UV fica dentro de uma caixa de acrílico precisa-se fazer mais uma correção, que é a multiplicação feita na linha de `Valorfinal`, tornando-se assim a leitura mais precisa.

Figura 10 – Parte IV do Código da ESP32

```
void readSensor()
{
  float t, h;
  //Coloca o valor lido da temperatura em t e da umidade em h
  int status = dht.read2(DHTPIN, &t, &h, NULL);
  //Se a leitura foi bem sucedida
  if (status == SimpleDHTerrSuccess) {
    //Os valores foram lidos corretamente, então é seguro colocar nas variáveis
    temperature = t;
    humidity = h;
  }

  for (int i=1; i<=10;i++){ sensorValue += analogRead(35);}
  sensorValue = sensorValue/10;
  sensorVoltage = sensorValue/4095*3.3;
  Valorfinal = (sensorVoltage*2.94611727416);
}
```

Fonte: Autoria própria (2021)

A função `sendToFirebaseNewRegister` envia os dados obtidos no void `readSensor` para o armazenamento criado no Realtime Database do Firebase, estes são os dados armazenados sob a tag “Registros”. Já a função `sendToFirebaseUpdateStatus` atualiza os valores da tag “Status” da estação meteorológica, onde fica armazenado somente o último valor lido pelos senso-

res, ou seja, o valor atual. Deste modo, a cada nova leitura o valor armazenado é apagado e substituído pela nova informação. Os arquivos enviados para o Firebase devem estar no formato JSON, por isto, nas duas funções há a criação de um arquivo deste formato com os números lidos nos sensores, conforme exibido na figura 11.

Figura 11 – Parte V do Código da ESP32

```
void sendToFirebaseNewRegister() {  
  
    StaticJsonBuffer<150> jsonBufferSensor;  
    StaticJsonBuffer<50> jsonBufferTimestamp;  
    JsonObject sensorData = jsonBufferSensor.createObject();  
    sensorData["Pressao"] = bmp.readPressure();  
    sensorData["Temperatura"] = temperature;  
    sensorData["Umidade"] = humidity;  
    sensorData["Uvm"] = Valorfinal;  
    JsonObject timestamp = jsonBufferTimestamp.createObject();  
    sensorData["timestamp"] = timestamp;  
    Firebase.push("/Registros", sensorData);  
    jsonBufferTimestamp.clear();  
    jsonBufferSensor.clear();  
}  
  
void sendToFirebaseUpdateStatus() {  
  
    StaticJsonBuffer<150> jsonBufferSensor;  
    JsonObject sensorData = jsonBufferSensor.createObject();  
    sensorData["Pressao"] = bmp.readPressure();  
    sensorData["Temperatura"] = temperature;  
    sensorData["Umidade"] = humidity;  
    sensorData["Uvm"] = Valorfinal;  
    Firebase.set("/Status", sensorData);  
    jsonBufferSensor.clear();  
}
```

Fonte: Autoria própria (2021)

Para o dimensionamento do sistema solar utilizou-se as equações descritas no item Dimensionamento do Sistema Solar Off Grid, deste trabalho e, iniciou-se considerando a potência total sendo apenas a do microcontrolador, visto que todos os demais componentes são interligados a ela. Utilizando a equação 1 e de acordo com o valor do regulador de tensão que a ESP32 já possui internamente, sendo este o modelo AMS1117 de 3,3 V e de corrente de saída máxima de 1 A, encontrou o valor de potência (P) sendo 3.3 W. Entretanto para cálculos deve-se encontrar  $P_s$ , conforme a equação 2, obtendo-se o valor de 79,2 Whd para todo o sistema solar.

Considerando a exposição dos módulos ao tempo, foram inclusas as perdas causadas por poeira e folhas, contendo um fator de perda de 80%. Esse valor é usado no cálculo para que aumente a estimativa do consumo e não haja problemas por incapacidade de geração. Seguindo a equação 3 e considerando os valores já calculados e determinados, encontra-se uma potência corrigida ( $P_c$ ) de 99 Whd. Na próxima etapa foi feito o dimensionamento do módulo fotovoltaico. Para isso precisou-se das horas de sol pleno, que é o valor estimado de tempo em um dia que o sol atuará de forma constante e mais eficaz.

Considerou-se o local para instalação da estação sendo Itaperuna, obtendo-se um período de 4,95 horas de sol pleno. Essa informação foi retirada do Site do CRESESB, conforme ilustrado na figura 5. Servindo-se da equação 4 a potência final do sistema solar ( $P_T$ ) será de 20 Wp. Com o valor máximo a ser gerado, pôde ser selecionado o módulo e sua quantidade. Para este projeto foi escolhido utilizar um módulo com potência de 20 Wp.

Em seguida foi dimensionado o controlador de carga, que é o componente que irá enviar a energia gerada pelos módulos para as baterias e equipamentos.

Considerando que ele será usado para uma tensão de 12V, que é o valor de tensão mais usual das baterias, foi calculado a corrente mínima necessária para seu funcionamento conforme a equação 5. Sendo assim a corrente mínima do controlador será de 1,67 A.

O modelo analisado para implementação no projeto é o Controlador de Carga Solar 30a 12e24v PWM LCD que possui saída USB de 5V, visto que a ESP32 suporta uma tensão de 4,5 a 9 V.

Figura 12 – Ligação do Controlador de Carga



Fonte: Mercado Livre

Por fim foi calculado o valor do banco de baterias necessário, considerando o custo-benefício, a bateria escolhida foi de 12 V. Conforme equação 6 a corrente de do banco de baterias ( $I_{bb}$ ) será de 8,25 Ah.

Sabendo-se que não é recomendável utilizar a bateria até o fim de sua capacidade de armazenamento, visando prezar por sua durabilidade, considerou-se usar apenas 60% de sua capacidade nominal, sendo essa sua profundidade de descarga. Substituindo valores na equação 7 chegou-se ao valor de 13,75 Ah de corrente corrigida do banco de baterias ( $I_{bbc}$ ).

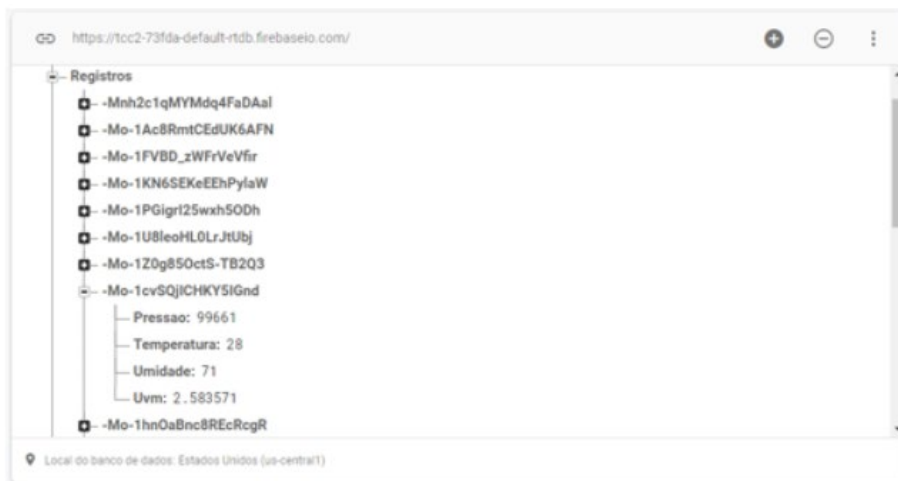
Com base nos valores calculados foi considerado utilizar 2 baterias de 12V ligadas em paralelo, sendo cada uma de 7A de corrente nominal, tendo-se assim um banco de baterias com capacidade de 12V - 14A.

Para esse dimensionamento não foi necessário utilizar inversor, visto que o próprio controlador de carga já possui saída USB de 5V.

## RESULTADOS

Viu-se que os dados recebidos pela estação meteorológica estão sendo enviados para a plataforma do Firebase. Para acesso das informações disponíveis na plataforma é necessário fazer um login em conta permitida para acesso do projeto da estação meteorológica. A figura 13, mostra a TAG “Registros” e as informações em uma das sub TAGs mostrando as leituras, todas seguem um mesmo padrão alterando somente os elementos coletados. Já na figura 18 visualiza-se o conteúdo da TAG Status.

Figura 13 – Pasta Registos



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 14 – Pasta Status



Fonte: Autoria própria (2021)

Os usuários podem acessar as informações da estação meteorológica IoT também através de uma página HTML através de um link. Os valores mostrados na página HTML serão os mesmos visualizados na TAG Status do bando de dados, ou seja, os dados da última leitura feita e sendo atualizados constantemente, se a estação meteorológica IoT estiver conectada a internet. Na figura 15 constata-se o layout da página HTML desenvolvida utilizando o conceito “Mobile First”.

Figura 15 – Página HTML  
Estação Meteorológica IOT



Fonte: Autoria própria (2021)

Como foi dito anteriormente nos objetivos específicos no quesito sistema fotovoltaico, a proposta do trabalho foi fazer o dimensionamento do sistema a fim de poder obter valores do custo para que o projeto se tornasse autônomo. Com as informações obtidas no decorrer do trabalho foi possível fazer uma pesquisa de valores, sendo assim conseguiu-se estipular um orçamento, conforme pode ser visto no quadro 1.

**Quadro 1 – Orçamento do Sistema Fotovoltaico**

QUANT.	ITEM	PREÇO
1 un.	Controlador de carga Solar 30a 12e24v PWM LCD	R\$ 52,00
1 un.	Painel solar fotovoltaico 20W	R\$ 129,00
2 un.	Baterias 12V- 7A	R\$ 140,00
5 m.	Cabo flexível 2,5mm	R\$ 10,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 331,00</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conexão da Estação Meteorológica de Baixo Custo a plataforma Firebase, no serviço de banco de dados em nuvem, se mostrou eficiente e necessária, já que com os dados em nuvem é possível que estudos sejam feitos com as informações geradas no decorrer do tempo. Além de ser possível observar as informações também em tempo real em qualquer lugar. Além disso a característica de ser de baixo custo foi mantida, visto que o valor para a aquisição de uma estação meteorológica pronta é em torno de R\$ 1.500,00 a R\$ 3.000,00.

O funcionamento do protótipo, da plataforma e da página foram satisfatórios, e todos os objetivos propostos foram atingidos.

O orçamento e dimensionamento para a autossuficiência energética do projeto se mostrou eficaz matematicamente, mantendo um padrão de baixo custo, mesmo utilizando componentes com mais benefícios e disponibilidade para implementação em locais mais afastados de rede elétrica.

## REFERÊNCIAS

BORTOLOTO, V. A. *et al.* Geração de Energia Solar On Grid e Off Grid. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 6., 2017, Botucatu. Anais ... Botucatu: Faculdade de Tecnologia de Botucatu, 2017.

BRAGA, R. P. Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em: 15 maio 2021.

FINHOLDT, G. *et al.* Desenvolvimento de uma Estação Meteorológica Automática para Manejo de Irrigação. REVENG, Viçosa, MG, v. 19, n. 4, p. 313-328, 2011.

FONSECA, F. T. P. da; MENDONÇA, H. G. Projeto e Implementação de Estação Meteorológica em IOT. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário

Redentor, Itaperuna, RJ, 2019.

HOPPE, I. L., IENSSE, A. C., SIMIONI, J. P. D., WOLLMANN, C. A., Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). Revista Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37, n. 1, p.132-137, 2015.

LINS, L. R. P. Dimensionamento de Sistema Fotovoltaico Off Grid para Escritório Móvel. 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2018.

MERCADO LIVRE. Controlador de Carga Solar 30ª 12e24v Pwm Lcd. Disponível em: <[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1115983692-controlador-de-carga-solar-30a-12e24v-pwm-lcd-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1115983692-controlador-de-carga-solar-30a-12e24v-pwm-lcd-_JM)>. Acesso em: 08 out. 2021

RIBEIRO, E. B. Energia Fotovoltaica - Estudo do funcionamento, instalação e sua viabilidade no Brasil. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2018.

SANTOS, B. S.; SILVA, L. A. M.; CELES, C. S. F. S.; NETO, J. B. B.; PERES, B. S.; VIEIRA, M. A. M.; VIEIRA, L. F. M.; GOUSSEVSKAI, O. N.; LOUREIRO A. A. F., Internet das Coisas: da Teoria à Prática. Trabalho acadêmico - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, 2016.

SANTOS, J. W.; JUNIOR, R. C. de L. Sistema de automatização residencial de baixo custo controlado pelo microcontrolador EPS32 e monitorado via smartphone. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Automação Industrial) - Departamento acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

VILARINHO, S. F. S. Influência da localização, nas medições efectuadas por uma estação meteorológica, no Campus de Gualtar. 2009. Tese (Mestrado em Física - Área de Especialização em Ensino) - Universidade do Minho, campus de Gualtar, Braga, Portugal, 2008.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi possível graças ao comprometimento do Orientador MSc. Rafael Lima de Oliveira, que nos auxiliou desde o início em todas as etapas da elaboração do presente trabalho. Agrademos também aos nossos familiares que nos apoiaram em diversos momentos para que pudéssemos concluir com afinco e dedicação nosso projeto.



## **Projeto de usina fotovoltaica com potência instalada de 12kwp**

## **Photovoltaic plant project with installed power of 12kwp**

---

*Felipe Arêdes Dalla Paula Rodrigues*

*Centro Universitário Uniredentor*

*Rafael Lima de Oliveira*

*Centro Universitário Uniredentor*

<http://lattes.cnpq.br/6212659806406513>

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.10

# Resumo

O desenvolvimento do sistema solar fotovoltaico tem se mostrado em todo o mundo uma excelente alternativa para geração mais eficiente de energia elétrica, para um momento em que nossa história passa por grandes avanços tecnológicos. Com o grande avanço no setor solar, é perceptível a redução direta nos impactos ambientais, consequentemente a dependência de outras fontes geradoras de energia se torna cada vez menor e, além disso, torna essa tecnologia atrativa não só do ponto de vista econômico bem como do ponto de vista estratégico. O progressivo aumento da demanda de energia no Brasil, em paralelo a recente crise energética causada pela falta das chuvas em um país tão dependente da matriz hídrica deixa evidente a extrema necessidade de adesão à geração distribuída de fontes renováveis. A energia fotovoltaica ao longo dos anos vem sendo incentivada por mudanças na legislação e financeira. Ainda que o principal obstáculo seja na parte financeira para instalação da tecnologia, a retribuição do investimento a médio prazo inclina-se a ser favorável e o volume de investimentos na área de desenvolvimento de sistemas de produção com baixo custo e maior eficiência energética.

**Palavras-chave:** energia fotovoltaica solar. matriz energética brasileira. Resolução Normativa ANEEL 482/2012. Resolução Normativa ANEEL 687/2015.

# Abstract

The development of the photovoltaic solar system has been shown worldwide to be an excellent alternative for more efficient generation of electrical energy, at a time when our history is undergoing major technological advances. With the great advance in the solar sector, the direct reduction in environmental impacts is noticeable, consequently the dependence on other sources of energy becomes less and less, making this technology attractive not only from an economic point of view, but also from a strategic point of view. The progressive increase in the demand for energy in Brazil, in parallel with the recent energy crisis caused by the lack of rain in a country so dependent on the water matrix, makes evident the extreme need to adhere to the distributed generation of renewable sources. Photovoltaic energy over the years has been encouraged by changes in legislation and finance. Although the main obstacle is in the financial part to install the technology, the return on investment in the medium term is inclined to be favorable and the volume of investments in the area of development of production systems with low cost and greater energy efficiency.

**Keywords:** solar photovoltaic energy. brazilian energy matrix. ANEEL Normative Resolution 482/2012. ANEEL Normative Resolution 687/2015.

## INTRODUÇÃO

No presente momento das grandes evoluções no mundo moderno, as pesquisas se justificam pela obrigação de uma transformação no padrão da matriz energética no país, sendo assim com a constante queda nas dependências de apenas uma matriz geradora, o que é positivo nos olhares estratégico contra crises energéticas. Como também, incentivar a adesão por parte de futuros consumidores de energia limpas por intermédio da geração distribuída. A grande mudança no cenário atual ajudaria para a redução no custo de produção de energia e na desaceleração do aquecimento global. Logo após a conclusão do projeto, a partir do momento em que será realizada a apresentação dos gráficos do rendimento energético do sistema fotovoltaico alcançar os resultados satisfatórios, verificando assim a eficácia do sistema.

## CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Conforme a NBR11704:2008, os sistemas fotovoltaicos são agrupados em duas categorias principais: isolado ou conectado à rede da concessionária. Fixados dentro dessas duas classificações os sistemas ainda se redividem dentre aqueles que atuam diante a energia fotovoltaica, chamado de sistema puro, e os que utilizam de outras fontes em paralelo, que são identificados como sistemas híbridos.

### Sistemas isolados (OFF GRID)

Os sistemas isolados precisam de bateria ou algum dispositivo para guardar a energia nos momentos em que não há geração. Esses sistemas usam inversores específicos e necessitam de controlador de carga específico (PINHO, 2019). O Sistema Isolado é mais oneroso do que os conectados à rede, pelos valores das baterias utilizadas e sua vida útil. Esse tipo de sistema é indicado para locais de difícil acesso que não tem ligação com a rede da concessionária, como mostrado na figura 1.

Figura 1 - Configuração de um sistema OFF GRID



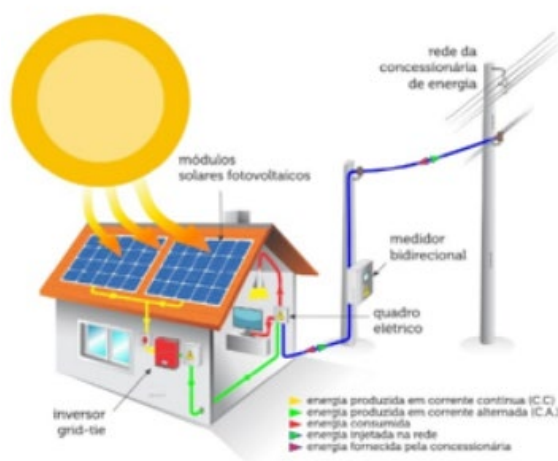
Fonte: ENERGYTEC, 2019

### Sistemas conectados à rede (ON GRID)

Os sistemas conectados à rede (SFCR), conhecidos como os sistemas on grid, são os sistemas que levam a energia gerada para cobrir o consumo da residência e o seu excedente

é injetado na rede da concessionária de energia elétrica, gerando assim os créditos para serem usados em horários no qual a geração não estiver sendo suprida. Os sistemas conectados à rede são distribuídos em dois segmentos: as grandes usinas com produção de energia centralizada, e os que se enquadram na geração distribuída, através da microgeração e minigeração, chamados também de geração descentralizada. De acordo com a figura 2, os sistemas on grid não precisam das baterias, o armazenamento da energia excedente se faz na rede da concessionária. Por isso, se faz necessário o uso de um medidor bidirecional, que registra toda energia injetada do gerador fotovoltaico na rede, ou seja, o excedente do sistema fotovoltaico e a energia da concessionária para a unidade consumidora (ANEEL, 2019).

**Figura 2 - Configuração de um sistema ON GRID**



Fonte: UNIVERSAL AUTOMAÇÃO, 2019.

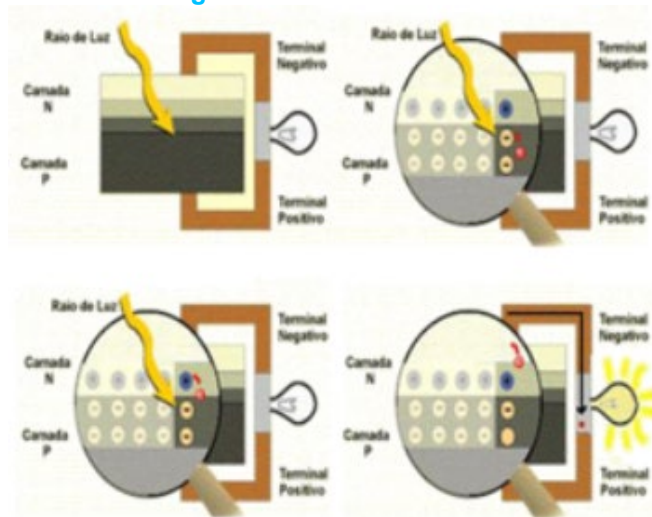
## Componentes de um sistema fotovoltaico (ON GRID)

### Módulos Fotovoltaicos (FV)

O material utilizado para produção de células solares é o semicondutor silício (Si) que possui 4 elétrons em sua camada de valência que se ligam no receptor fósforo (P) e aos elétrons dos átomos vizinhos formando uma rede cristalina.

Durante o processo de fabricação da camada n da célula FV ela é dopada com o elemento fósforo (P), um dopante doador n que armazena 5 elétrons em sua camada de valência. Esta se liga aos 4 elétrons da camada de valência do silício e permite que um elétron suscetível se mova com facilidade. No que diz respeito à camada p de silício, ela é dopada com boro (B), um dopante receptor de elétrons por possuir apenas 3 elétrons em sua camada de valência, de acordo com a figura 3.

Figura 3 - Efeito fotovoltaico



Fonte: CRESESB, 2019.

Assim apresentado na figura 5, o módulo FV é formado basicamente por:

- a) Moldura de Alumínio: É uma moldura de alumínio anodizada que tem a função de dar robustez e resistência mecânica ao módulo FV.
- b) Vidro Especial: Trata-se de um vidro temperado especial de 3,2mm ou 4mm de espessura e revestidos de uma substância anti-reflexiva.
- c) Encapsulante EVA: Finas camadas de filme Encapsulante próprios para módulos FV também chamado de EVA, que protegem as células contra envelhecimento por parte da exposição aos raios UV, umidade e alta temperatura.
- d) Backsheet: um filme branco composto de 3 camadas que age como isolante elétrico e protege os componentes internos do módulo.
- e) Células Fotovoltaicas: representam cerca de 60% do custo de um módulo FV, medem aproximadamente 185 microns de espessura e são bastante frágeis.
- f) Caixa de Junção: Caixa que recebe a conexão elétrica em série das células FV e o interliga aos conectores MC4 ou MC3 (PORTAL SOLAR, 2019).

Figura 4 - Componentes do módulo fotovoltaico.



Fonte: PORTA SOLAR, 2019.

## Especificações técnicas

A grande parte dos módulos no mercado proporcionam a garantia de 10 anos contra eventuais defeitos de fabricação e 25 anos de garantia contra perdas de eficiência maiores que uma porcentagem definida pelo fabricante. A figura 5, ilustra exemplo das especificações técnicas a serem avaliadas para a escolha do módulo FV.

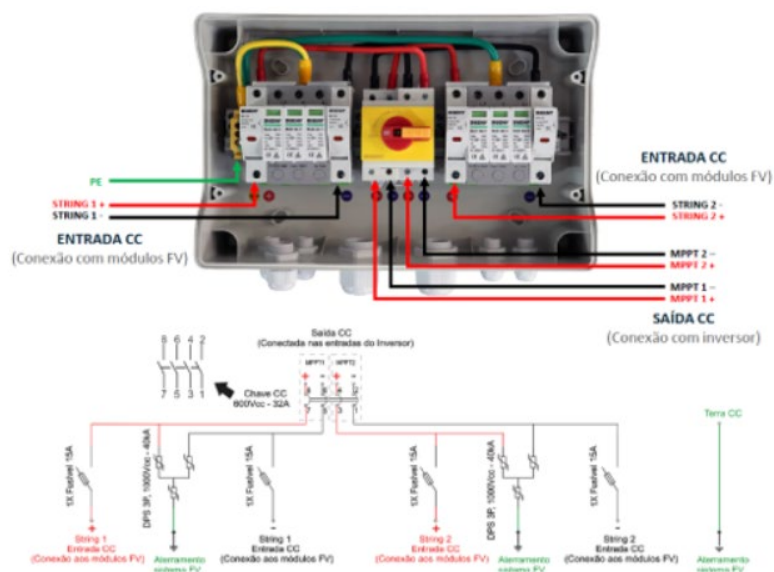
Figura 5: Especificações do módulo fotovoltaico JinKoSolar (2021)

ESPECIFICAÇÕES										
Tipo de módulo	JKM300M-72H		JKM350M-72H		JKM400M-72H		JKM450M-72H		JKM510M-72H	
	JKM300M-72H-V	JKM350M-72H-V	JKM350M-72H-V	JKM400M-72H-V	JKM400M-72H-V	JKM450M-72H-V	JKM450M-72H-V	JKM510M-72H-V	JKM510M-72H-V	
Potência Máxima (Pmax)	300Wp	354Wp	395Wp	290Wp	400Wp	302Wp	405Wp	300Wp	410Wp	310Wp
Tensão de potência máxima (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.6V	42.3V	40.0V
Corrente de potência máxima (Imp)	0.43A	7.54A	0.55A	7.60A	0.60A	7.65A	0.65A	7.72A	0.68A	7.78A
Tensão de circuito aberto (Voc)	49.2V	48.0V	49.0V	48.2V	49.8V	48.0V	50.1V	48.7V	50.4V	49.0V
Corrente de curto-circuito (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.46A	8.22A	10.60A	8.26A
Eficiência do módulo STC (%)	19.30%		19.62%		19.86%		20.12%		20.38%	
Temperatura de operação (°C)	-40°C ~ +85°C									
Tensão máxima do sistema	1000/1500VDC (IEC)									
Classificação máxima de fusíveis em série	25A									
Tolerância de potência	0 ~ +3%									
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0.35%/°C									
Coefficiente de temperatura de Voc	-0.29%/°C									
Coefficiente de temperatura de Isc	0.047%/°C									
Temperatura operacional nominal da célula (NOCT)	45±2°C									

## String box Corrente Contínua

A String Box é um quadro elétrico designado para a proteção do lado de CC do sistema fotovoltaico, a string possui componentes que protegem e impedem a propagação de surtos elétricos e curtos-circuitos, minimizando o risco de acidentes elétricos. A String Box é instalada perto do inversor, portanto, se os módulos permanecerem a uma distância maior que 10 metros do inversor, é necessária a instalação de uma String Box extra devido à queda de tensão proporcionada pelos condutores. Na figura 6 pode ser visto uma string Box CC de um String

Figura 6 - String Box CC PHB Solar (2021)





## Dispositivo de Proteção Contra Surtos Corrente Contínua (DPS)

O DPS de Corrente Contínua tem a funcionalidade de identificar sobre tensões transitórias e desviar as correntes de surto proveniente de descargas atmosféricas que possam atingir o sistema fotovoltaico e ser conduzido para o sistema de aterramento (VINTURINI, 2019). É regulamentado pela IEC 50539-11. Veja na figura 7 a ilustração de um DPS.

Figura 7 - DPS fotovoltaico



Fonte: NEGRINI, 2019.

## Chave Seccionadora CC

A chave seccionadora é encarregada pela interrupção da energia em CC gerada pelos módulos fotovoltaicos ao Inversor. A chave seccionadora também assegura a proteção contra sobretensão e sobrecorrente. É regulamentada pela norma IEC 60947-3 (online). Veja na figura 8 a imagem de uma Chave Seccionadora:

Figura 8 - Chave seccionadora

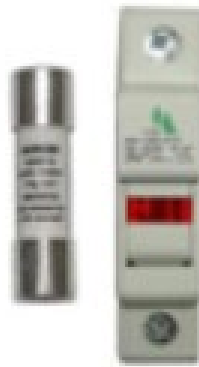


Fonte: NEGRINI, 2019.

## Fusíveis de Proteção CC

Os fusíveis são dispositivos que resguardam o sistema contra sobrecorrente (ANDRADE, 2019). Nos sistemas fotovoltaicos a capacidade desse tipo de equipamento exclusivo deve ser do tipo G, e são regulamentados por padrões internacionais da IEC 60269-6 e também por normas brasileiras como a NBR 16690. Confira na figura 9 a ilustração de um fusível de proteção CC.

Figura 9 - Fusível de proteção CC



Fonte: NEGRINI, 2019.

## Inversor Fotovoltaico

Após os módulos fotovoltaicos, o inversor solar é o equipamento mais importante do sistema fotovoltaico, pois ele é o responsável em transformar a energia gerada em CC para CA.

### Inversor On-Grid

Tais Inversores são planejados para desligarem rapidamente na circunstância da perda de energia na rede da concessionária. Esse desligamento é chamado de ilhamento. O inversor sincroniza com a frequência da rede dentro de um período estipulado pelo fabricante, e quando há qualquer diferença, imediatamente para seu funcionamento e assim evita curtos ou acidentes com prováveis operários da concessionária que irão executar a manutenção seja ela programada ou de emergência (PORTAL SOLAR, 2019). Na figura 10, tem-se ilustrado um Inversor Fotovoltaico On Grid.

Figura 10 - Inversos fotovoltaico On Grid



Fonte: PHB, 2019.

### Micro Inversor

O Micro Inversor é um modelo de Inversor On Grid com pequeno porte. A diferença dentre eles é que o micro inversor foi designado para trabalhar com um ou dois módulos individualmente, e não com string de vários módulos em grupamento como no Inversor On grid. Os

proveitos de utilizar o micro inversor em um sistema fotovoltaico é que se pode utilizar vários modelos e marcas de módulos em um arranjo, existe a possibilidade de utilizar sub-arranjos e orientações diferentes e também reduzirá as perdas com sombreamento (SOLIENS, 2019). Veja uma ilustração do micro inversor na figura 11.

Figura 11 - Micro inversor fotovoltaico

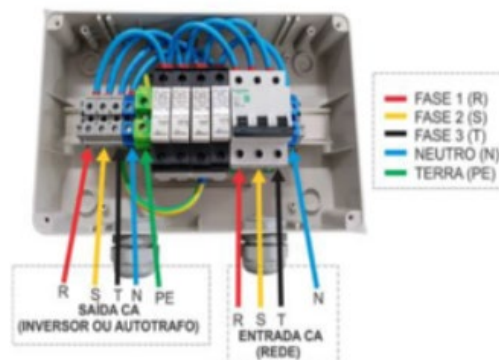


Fonte: ECORI SOLAR, 2019.

### Quadro de Distribuição de Corrente Alternada – QDCA

O quadro de distribuição da corrente alternada é um quadro de proteção da parte CA do sistema fotovoltaico, ele é constituído por um conjunto de dispositivos prontos para agir contra os distúrbios elétricos que podem ocorrer junto do inversor e a rede elétrica, como pode ser observado na figura 12 um QDCA (PHB, 2019).

Figura 12 - QDCA



Fonte: PHB, 2019.

### Disjuntor CA Curva C

O disjuntor é um dispositivo eletromecânico que protege a instalação elétrica quando uma corrente acima de seu valor nominal passa por ele. Basicamente, o disjuntor é um interruptor automático (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

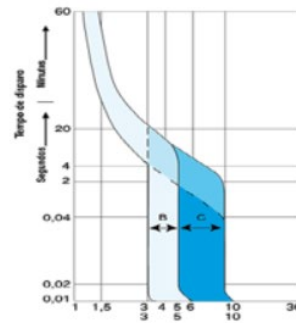
O disjuntor de classe C tem sua corrente de ruptura entre 5 e 10x de sua corrente nominal (MATTEDE, 2017). As figuras 13 e 14, respectivamente ilustram um modelo de disjuntor CA curva C e uma conferência entre curvas de disjuntores CA curvas C e B para melhor elucidação.

Figura 13 - Disjuntor curva C.



Fonte: SCHNEIDER, 2019.

Figura 14 - Curva C



Fonte: SCHNEIDER, 2019.

## Dispositivo de Proteção Contra Surtos CA – DPS

O DPS CA, em conformidade com o ilustrado na figura 15, é um dispositivo de proteção contra surtos elétricos e é padronizado pela norma 5410 e 5419. Eles se conectam em correlato com o circuito, deste modo um caminho de descarga para as correntes de sobre tensão e sobre corrente, causadas por descargas atmosféricas ou mal funcionamento dos equipamentos (SOL CENTRAL, 2019).

Figura 15 - DPS CA



Fonte: TRAMONTINA, 2019.

## Regulamentação

De acordo com o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), a geração solar fotovoltaica On-Grid é vista como um tipo de geração distribuída, possuindo por definição de geração distribuída, onde a fonte de energia está conectada próxima a unidade consumidora.

No Brasil a definição de geração distribuída encontra-se no artigo 14º do Decreto Lei nº 5.163/2004, atualizada pelo decreto 786/2017e diz que a geração distribuída é todo o tipo de produção de energia elétrica que tenha como fonte agentes concessionários, permissionários ou autorizados conectados diretamente no sistema elétrico do comprador, com exceção de geração de hidrelétricas com capacidade instalada superior à 30MW; termelétrica, mesmo quando sendo cogeração, com eficiência inferior à 75% (ZILLES, 2012).

## Resoluções Normativas

O Art.2º da Resolução Normativa nº482 DE 17 de abril de 2012 da ANEEL estabeleceu entre outros assuntos a definição de microgeração e minigeração, levando em consideração as contribuições recebidas na consulta pública nº 15/2010, realizadas do período do dia 10 de setembro à 9 de novembro de 2010 através de intercâmbio documental e as contribuições recebidas na Audiência Pública nº 42/2011, realizadas no período de 11 de agosto a 14 de outubro de 2011 (ANEEL, REN 482/2012). É admitido observar as definições abaixo na íntegra.

I - Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

II - Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2015, p. 1).

Hoje em dia essas definições estão vigorando no Art.2º da Resolução Normativa nº 687, entretanto sem sofrer qualquer modificação.

A REN 687/2015 surgiu para aprimorar a normatização de pontos importantíssimos contidos REN482/2012, porém sem invalidá-la, apenas revisá-la. De acordo com a tabela 1, é possível identificar como se comporta a tarifa atual de energia elétrica.

Composição atual da tarifa de energia elétrica

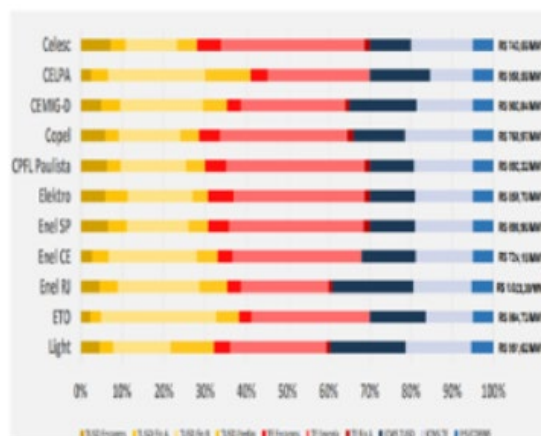
Tabela 1

COMPOSIÇÃO DA TARIFA ATUAL					
TUSD				TE	
TUSD FIO A	TUSD FIO B	ENCARGOS	PERDAS	ENERGIA	ENCARGOS E OUTROS

Fonte: GREENER,2019.

Na figura 16, é representado o gráfico da participação percentual (%) de cada componente na tarifa de energia elétrica na atualidade de algumas concessionárias do Brasil.

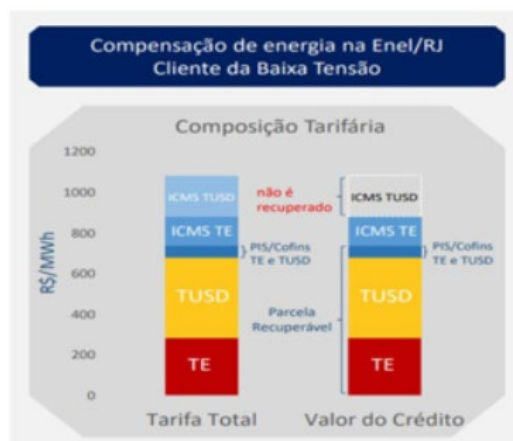
Figura 16 - Participação de componentes de cada distribuidora



Fonte: GREENER, 2019.

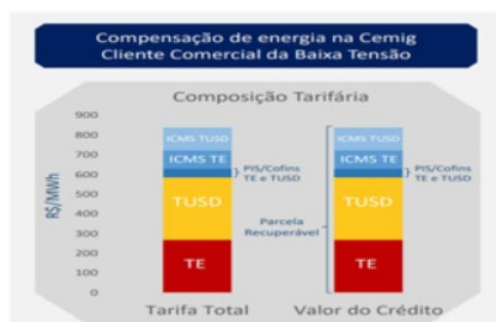
O CONFAZ (Conselho Nacional de Política Fazendária) determina que os estados adquiridos ao convênio 16/2015 podem ceder isenção do ICMS que incide na energia elétrica abastecida pela concessionária à unidade consumidora em cima dos créditos produzidos pela injeção de energia elétrica na rede. Entretanto o convênio 16/2015 apenas faz menção a REN 482/2012, dessa maneira acaba não isentando as modalidades efetivamente criadas com a REN 687/2015, além do texto não ser bem claro se a isenção do ICMS ocorrerá somente sobre TE ou sobre TE e TUSD, de acordo com as figuras 17 e 18 respectivamente, é interpretado por partes das concessionárias segundo o entendimento de cada uma delas (GREENER, 2019).

Figura 17 - Sistema de compensação Enel/RJ



Fonte: GREENER, 2019.

Figura 18 - Sistema de compensação Cemig/MG



FONTE: GREENER, 2019.

## Modalidades de Geração Distribuídas

Por entre o desenvolvimento e crescimento das diretrizes que regulamentam a GD no Brasil, foi exequível adotar diversas formas de uso dessa tecnologia, inserindo-a e arrumando-a para as diversas necessidades e assim assegurar o crescimento da tendência mundial.

Com a REN 482/2012 e após, por intermédio de suas alterações alcançando na criação da REN 687/2015, houve a possibilidade da adesão de diferentes formas de cogeração, aumentando assim as possibilidades na qual os investidores podem escolher de forma a melhor adequá-la as suas necessidades e condições.



## Empreendimentos de Múltiplas Unidades Consumidoras

Nesta modalidade existe a possibilidade da adesão da GD em condomínios verticais ou horizontais e vilas, onde a energia elétrica gerada pelo sistema e seus respectivos créditos individualizados são distribuídos de forma independente para as residências e as cargas das áreas de uso comum formam uma unidade consumidora distinta e de responsabilidade da administração do condomínio ou empreendimento com minigeração ou microgeração distribuída. As unidades consumidoras devem estar localizadas em uma mesma propriedade e sejam elas constituídas por um total superior a 3 UC's (ANEEL, 2015).

### Autoconsumo Remoto

A modalidade de autoconsumo remoto permite aos investidores em GD, com título de pessoa física ou jurídica e possuam a unidade de microgeração ou minigeração em local diferente da unidade consumidora, utilizar deste benefício. Essa unidade deve estar dentro da mesma área de concessão ou permissão da concessionária, sendo assim podendo utilizar os créditos da geração excedente de energia elétrica para abater o consumo de suas respectivas unidades consumidoras permanecendo a cargo do próprio cliente a decisão na gestão de créditos designados para abatimento de consumo em cada unidade definido pelo investidor (ANEEL, 2015).

## RESULTADOS

A seguir será apresentado o estudo de caso da instalação de uma usina fotovoltaica com potência de 12kWp.

O início do projeto é feito com a verificação da viabilidade técnica/econômica do cliente, realizando o levantamento de quantos kWh/mês o cliente consome e assim por meio de softwares especializados é realizado os cálculos do número de módulos fotovoltaicos que o cliente utilizará em sua residência, conforme apresentado na figura 19.

Figura 19: Consumo mensal / Geração mensal estimada

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CONSUMO MENSAL	1250	1235	1254	1995	1456	1345	1200	1135	1000	1300	1420	1145
GERAÇÃO MENSAL ESTIMADA	1536	1679	1478	1385	1270	1259	1282	1472	1450	1416	1270	1475

GERAÇÃO ANUAL	16972 kWh	
CONSUMO ANUAL	15135 kWh	
EXCEDENTE	1837 kWh	10,83%

Fonte: Autoria própria (2021)

**Figura 20 - Materiais escolhidos pelo cliente**

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	ILUSTRAÇÃO
Inversor PHB8500-MS PHB Solar - WIFI	1	
Módulos fotovoltaicos 530 Wp Jinko SOLAR	23	
Estruturas de fixação	Incluso	
Projeto de engenharia, consultoria e requerimento na concessionária de energia.	Incluso	
Instalação do sistema	Incluso	
<b>TOTAL</b>		<i>R\$60.000,00</i>

Fonte: Autoria própria (2021)

A princípio foi apresentada uma geração de 16972 kWh por ano com 23 módulos e um consumo de 15135 kWh por ano, representando assim uma “sobra” de 10,83% anual que será utilizada ao longo dos 25 anos. É de grande importância todo consumidor pensar de maneira crítica ao escolher o seu sistema fotovoltaico, afinal ele está sendo projetado para uma duração média de 25 anos. Na figura 20 observa-se quais foram os materiais escolhidos pra execução do sistema e o seu respectivo custo, enquanto a figura 21 apresenta a instalação parcial do sistema fotovoltaico.

**Figura 21 - Instalação do sistema fotovoltaico de 12kWp.**



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 22 - Retorno anual do investimento.



O retorno estimado do investimento será de apenas **4** anos.

Fonte: Autoria própria (2021)

O retorno financeiro ocorrerá em 4 anos, inclusive com saldo positivo no final deste ano, conforme a figura 22. Quanto maior for o investimento do cliente em adquirir os componentes do sistema solar em menos tempo ele se pagará. Ao final desse período toda energia gerada pelo sistema solar é lucro para o cliente, sendo que ele permanecerá pagando apenas a taxa mínima da concessionária de energia elétrica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em cada projeto e execução de um sistema fotovoltaico existe um desafio desde o planejamento até a execução da obra e neste não foi diferente. Entretanto, o resultado foi satisfatório e o sistema instalado, com potência de 12KWp, está gerando energia para o cliente final, abatendo assim todo o seu consumo e o excedente sendo injetado na rede e gerando créditos com validade de 60 meses para um consumo futuro.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). BIG - Banco de Informações de Geração. 2019. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 09 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. 2017. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/PRODISTM%C3%B3dulo3\\_Revis%C3%A3o7/ebfa9546-09c2-4fe5-a5a2-ac8430cbca99](http://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/PRODISTM%C3%B3dulo3_Revis%C3%A3o7/ebfa9546-09c2-4fe5-a5a2-ac8430cbca99)>. Acesso em: 22 mar. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 22

mar. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012: Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 0004/2018-SRD/SCG/SMA/AN

EEL.2018.p. 12. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/184851>

89/6+Modelo+de+AIR+-+SRD+-+Gera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida.pdf/769daa1c-51af-65e8-e4cf-24eba4f965c1>. Acesso em: 02 maio 2021.

AMBIENTE BRASIL. Histórico das Células Fotovoltaicas e a Evolução da Utilização de Energia Solar. Disponível em: <[https://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia\\_solar/historico\\_das\\_celulas\\_fotovoltaicas\\_e\\_a\\_evolucao\\_da\\_utilizacao\\_de\\_energia\\_solar.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/historico_das_celulas_fotovoltaicas_e_a_evolucao_da_utilizacao_de_energia_solar.html)>. Acesso em: 20 abr. 2021.

ANDRADE, Camila. O que é fusível e quais suas categorias. Disponível em: <<https://www.saladaeletrica.com.br/fusivel/>>. Acesso em: 30 maio 2021.

DE LIMA, G. M. Fontes alternativas de energia. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. p. 70-71.

ENEL. NORMA TÉCNICA NT-Br 010/2016 R-01: Conexão de Micro e Minigeração Distribuída ao Sistema Elétrico da AMPLA/COELCE. 2016. Disponível em: <[https://www.eneldistribuicao.com.br/rj/documentos/NT-BR-010\\_R-01.pdf](https://www.eneldistribuicao.com.br/rj/documentos/NT-BR-010_R-01.pdf)>. Acesso em: 03 maio 2021.

GREENER. Estudo Estratégico: Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída – Impacto das Alterações da RN 482. Disponível em: <<https://greener.greener.com.br/estudo-gd-1sem2019>>. Acesso em: 02 maio 2021.

GUIMARÃES, G. String Box- O que é e como funciona? Disponível em: <<https://>

[www.solarvoltenergia.com.br/blog/string-box-o-que-e-e-como-funciona/](http://www.solarvoltenergia.com.br/blog/string-box-o-que-e-e-como-funciona/)>. Acesso em: 23 maio 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE). O que é geração distribuída. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp?Cat=gd](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp?Cat=gd)>. Acesso em: 21 abr. 2021.

JINKO SOLAR. JKM325PP-72(Plus). Disponível em: <[https://www.jinkosolar.com/ftp/EN-Eagle+-325PP\(Plus\)-72\\_rev2015.pdf](https://www.jinkosolar.com/ftp/EN-Eagle+-325PP(Plus)-72_rev2015.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2021.

MATTEDE, H. Quais são e para que servem as curvas dos disjuntores? Mundo da Elétrica, 2017. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/quais-sao-e-para-que-servem-as-curvas-dos-disjuntores/>> Acesso em: 20 de maio 2021.

MAUAD, F. F.; *et al.* Energia Renovável no Brasil: Análise das Principais Fontes Energéticas Renováveis Brasileiras. São Carlos: EESC/USP, 2017. p. 285.

MUNDO DA ELÉTRICA. O que é um disjuntor e qual sua aplicação? Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-disjuntor-e-qual-sua-aplicacao/>>. Acesso em: 25 maio 2021.

- NASCIMENTO; *et al.* Fontes alternativas de energia elétrica: potencial brasileiro, economia e futuro. Disponível em: <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/viewFile/2391/1280>. Acesso em: 04 maio 2021.
- NASCIMENTO, R. L. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. 2017. Disponível em: <[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia\\_solar\\_limp.pdf?sequence=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 04 maio 2021.
- NEGRINI. Produtos energia Solar. Disponível em: <<http://negrini.com.br/category/energia-solar/>>. Acesso em: 23 maio 2021.
- NEOSOLAR. Energia solar fotovoltaica. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/neosolar-energia/fornecedores>>. Acesso em 02 maio 2021.
- PEREIRA, E. B. *et al.* Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2 ed. São José dos Campos: INPE, 2017. p.57.
- PHB SOLAR. Produtos. PHB. Disponível em: <<https://www.energiasolarphb.com.br/produtos.php>>. Acesso em: 22 maio 2021.
- PHB SOLAR. String Box Monofásico para Energia Solar. Disponível em: <<https://www.energiasolarphb.com.br/string-box-monofasico.php>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. (Eds.). Manual de Engenharia para Sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf). Acesso em: 11 abr. 2021.
- PORTAL SOLAR, Passo a passo da fabricação do painel solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/passa-a-passo-da-fabricacao-do-painel-solar.html>>. Acesso em: 09 maio 2021.
- PORTAL SOLAR. Inversor Grid Tie Portal Solar. 2017. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/inversor-grid-tie.html>>. Acesso em: 24 maio 2021.
- PORTAL SOLAR. Conceito de Net Metering: Geração própria de energia e banco de créditos. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/incentivos-a-energia-solar/conceito-de-net-metering-geracao-propria-de-energia-e-banco-de-creditos.html>>. Acesso em: 15 abril 2021.
- RUBIM, B. Tudo o que você precisa saber sobre a revisão da REN 482. 2018. Disponível em: <<http://www.ecorienergiasolar.com.br/artigo/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-revisao-da-ren-482->>. Acesso em: 02 maio 2021.
- SCHNEIDER. Produtos. Disponível em: <<https://www.se.com/br/pt/product/EZ9F33350/disjuntor-easy9-3p-50a-curva-c---3000a/?range=61949-disjuntor-easy9---3ka-e-6ka>>. Acesso em: 22 maio 2019
- SILVA, P. F. Breve história da energia solar – Silício. Disponível em: <<http://web.ist.utl.pt/palmira/solar2.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- SOL CENTRAL. DPS. Disponível em: <<http://www.solcentral.com.br/dps/>>. Acesso em: 01 junho 2020.
- SOUZA, R. Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica. Passari, Luiz Rafael. ed. Ribeirão Preto: [s.n.], 2016.

SOLIENS. Conheça o micro inversor solar. Disponível em: <<https://www.soliens.com.br/blog/curso-de-energia-solar/conheca-o-microinversor-solar/>> Acesso em: 27 maio 2020.

TRAMONTINA. Produtos. Disponível em: <<https://www.tramontina.com.br/p/57700041-527-dps-tr-dispositivo-de-protecao-contrasurtos-100ka-275v-2p>>. Acesso em: 26 maio 2021.

VINTURINI, Mateus. O que é DPS e como é usado nos sistemas fotovoltaicos. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/index.php/artigos/item/154-o-que-e-dps-como-utilizar-sistema-fv>>. Acesso em: 28 ago. 2020.

ZILLES, R. *et al.* Sistema Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.



## **Análise da eficiência através do PVsyst de seguidores solares em sistemas de geração fotovoltaica conectados à rede**

### **Efficiency analysis through PVsyst of solar trackers in grid-connected photovoltaic generation systems**

---

**Márcio Cândido Pereira**

*Centro Universitário Uniredentor*

**Rafael Lima de Oliveira**

*Centro Universitário Uniredentor*

<http://lattes.cnpq.br/6212659806406513>

DOI: 10.47573/aya.88580.2.48.11

# Resumo

A alta demanda energética e necessidade de descentralização das fontes de geração de energia requer que o desenvolvimento de tecnologias visando o aumento de desempenho de fontes renováveis também seja potencializado. O que corrobora com este entendimento é que a energia solar fotovoltaica possui grande oportunidade devido à sua facilidade de implementação e baixo impacto ambiental, inclusive em centros urbanos. A análise da eficiência de seguidores solares em sistemas fotovoltaicos conectados à rede permite que sejam aprimoradas as melhores técnicas e tecnologias disponíveis do mercado. Este artigo visa comparar matematicamente através da simulação em software específico e referências bibliográficas, quais são as vantagens na utilização de um sistema fotovoltaico com seguidores solares conectado à rede e quais devem ser as expectativas ao se adotar este tipo de tecnologia.

**Palavras-chave:** energia solar. seguidores solares. on-grid.

# Abstract

: The high energy demand and the need for decentralization of energy generation sources require that the development of technologies aimed at increasing the performance of renewable sources is also potentialized. What corroborates this understanding is that photovoltaic solar energy has a great opportunity due to its ease of implementation and low environmental impact, including in urban centers. The analysis of the efficiency of solar trackers in photovoltaic systems connected to the grid allows the improvement of the best techniques and technologies available on the market. This article aims to mathematically compare, through simulation in specific software and bibliographical references, what are the advantages of using a photovoltaic system with solar trackers connected to the grid and what the expectations should be when adopting this type of technology.

**keywords:** solar energy. solar tracker. on-grid.

## INTRODUÇÃO

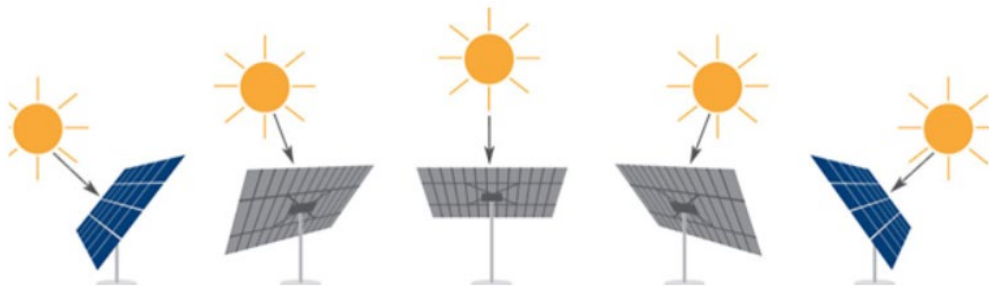
O desenvolvimento da humanidade, ao longo de muitos anos, garantiu melhores índices de conforto e longevidade devido a avanços na agricultura, na medicina, dentre outros. A partir destes, a densidade populacional no planeta vem aumentando e, com isso, também aumenta a procura por recursos energéticos, causando impactos ambientais que vêm sendo discutidos mundialmente, mediante a conscientização da gravidade da questão. Nesse sentido, a crescente preocupação com as questões ambientais e a conscientização mundial sobre a promoção do desenvolvimento em bases sustentáveis vêm estimulando a realização de pesquisas de desenvolvimento tecnológico que visam à incorporação dos efeitos da aprendizagem e a consequente redução dos custos de geração dessas tecnologias (FREITAS & DATHEIN, 2013).

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007).

Os sistemas de seguidores solares, também conhecidos como rastreadores ou trackers, têm como objetivo aumentar a captação da radiação solar pelo painel fotovoltaico ao procurar sempre manter o painel perpendicular à radiação solar incidente, proporcionando desta maneira, uma situação mais favorável para o aproveitamento da energia solar.

Com base nestas informações, entende-se que é necessário que sejam estabelecidos parâmetros matemáticos de quais são os ganhos de um sistema utilizando trackers, onde é possível verificar o funcionamento simplificado na figura 1. Para isso, este estudo aborda simulações através do PVsyst que é um dos softwares mais precisos atualmente no dimensionamento de grandes centros de geração solar fotovoltaica, a fim de validar quais são estes ganhos.

Figura 1 – Seguidor solar exemplificado



Fonte: CANAL SOLAR, 2016

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Módulo fotovoltaico

Em um sistema fotovoltaico os módulos são os elementos responsáveis pela conversão da radiação solar em eletricidade. A ABNT (NBR10899/TB-328) define o módulo fotovoltaico como sendo o “menor conjunto ambientalmente protegido de células solares interligadas, com o objetivo de gerar energia elétrica em corrente contínua”. O conjunto de células conectadas é encapsulado, de modo a oferecer proteção contra a intempérie (principalmente umidade) ao mesmo tempo em que possibilita um caminho ótico para a luz que chega até as mesmas. A maio-

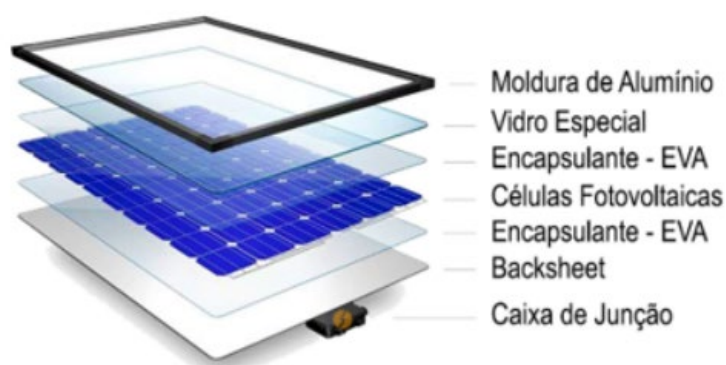
ria dos módulos contam ainda com uma moldura metálica que proporciona a necessária rigidez mecânica ao conjunto e facilita a fixação do módulo. (PRIEB, 2002).

### Módulo fotovoltaico monofacial

É um módulo que possui a construção das células fotovoltaicas em apenas uma face, permitindo que apenas a irradiação acima do mesmo seja capaz de exercer o efeito fotovoltaico.

Atualmente é menos utilizado em grandes sistemas fotovoltaicos, como as Usinas Centralizadas que participam do mercado livre de energia. Isto se deve ao fato de que o custo para implementação desta tecnologia em comparação aos módulos bifaciais não está tão distante, levando os projetistas e investidores a utilizarem a segunda opção. A figura 2 descreve as principais características construtivas deste tipo de módulo.

Figura 2 – Modelo construtivo de um módulo fotovoltaico monofacial

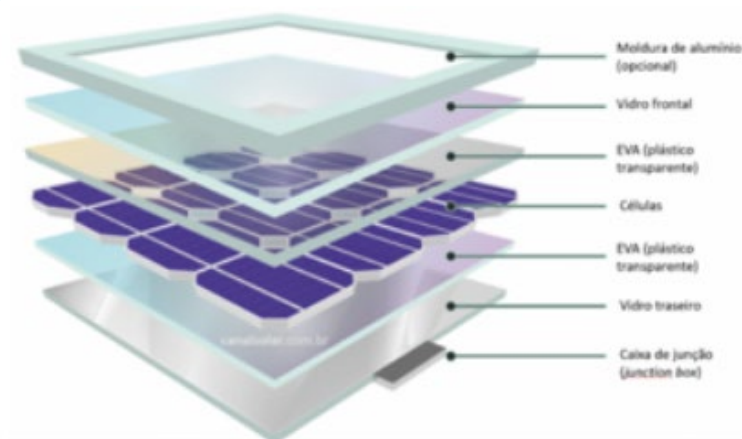


Fonte: CANAL SOLAR, 2016

### Módulo fotovoltaico bifacial

Como pode ser observado na figura 3, os painéis fotovoltaicos bifaciais possuem células fotovoltaicas com duas faces em vez de uma para absorver a energia solar radiante. Eles se utilizam do efeito do Albedo, onde a luz solar refletida do solo ou de alguma superfície é absorvida e a partir da qual o painel bifacial é capaz de oferecer um aumento de potência em sua saída. Sob condições de teste padrão (STC), painéis bifaciais podem gerar 30% a mais de energia, fazendo uso de sua superfície traseira. (PORTAL SOLAR, 2016).

Figura 3 – Modelo construtivo de um módulo fotovoltaico bifacial



Fonte: CANAL SOLAR, 2019

## Inversor solar

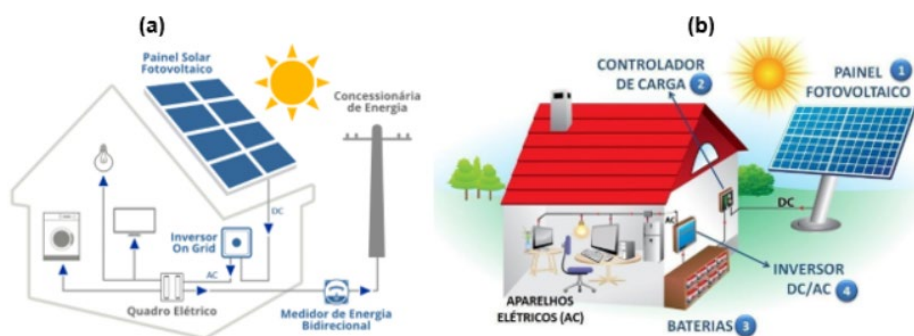
O inversor solar é o equipamento usado para converter a energia gerada pelos painéis solares, de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), possibilitando o uso da energia elétrica gerada pela energia solar fotovoltaica. (PORTAL SOLAR, 2016)

Enquanto os módulos fotovoltaicos são responsáveis pela captação da energia do sol e conversão em energia elétrica em corrente contínua, os inversores são responsáveis por converter esta energia em corrente alternada para que possa ser transmitida, distribuída e utilizada pela maioria dos equipamentos.

## Tipos de inversores

Atualmente existem 3 tipos de inversores solares fotovoltaicos, utilizados para cada tipo de situação.

Figura 4 - Esquema de ligação inversor fotovoltaico on-grid (a) e off-grid(b)



Fonte: CASA SOLAR, 2019

## Inversores on-grid

São os inversores que se conectam diretamente à rede de distribuição, sem a possibilidade de armazenamento da energia que eventualmente seja excedente durante a geração, conforme demonstra a figura 4a.

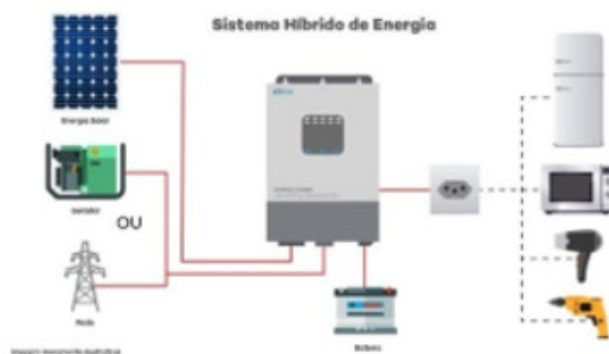
## Inversores off-grid

São inversores que não possuem qualquer ligação com a rede de distribuição, onde toda a energia gerada e excedente passa pelo armazenamento em baterias para posterior utilização, como é mostrado na figura 4b.

## Inversores híbridos

Como um sistema on-grid comum, este é capaz de injetar a energia excedente na rede de distribuição da concessionária. Todavia, é possível também armazenar a energia gerada em bancos de baterias, como mostra a figura 5, a fim de suprir a necessidade da unidade consumidora em momentos em que a concessionária não está disponível para tal, como por exemplo em casos de falta de energia durante a noite, onde não há geração por parte dos painéis fotovoltaicos.

Figura 5 – Esquema de ligação inversor fotovoltaico OFF-GRID



Fonte: NEO SOLAR, 2018

## Estruturas de fixação

### Estrutura fixa

Como o próprio nome já diz, estruturas fixas para usinas fotovoltaicas são aquelas que mantêm os módulos limitados a apenas um ângulo de inclinação e um azimuth. As principais aplicações para este tipo de solução são os sistemas de telhado e pequenas usinas de solo, onde não é indicado ou financeiramente atraente implementar um sistema fotovoltaico com tracker. A figura 6 mostra um exemplo de estrutura fixa de solo do tipo monoposte.

Figura 6 - Estrutura fixa concretada para usinas de solo



Fonte: Autoria própria, 2020

### Estrutura tracker

Sistemas com seguidores solares geram mais energia do que os sistemas fixos. Isto ocorre devido ao aumento da exposição direta aos raios solares, onde esse ganho pode alcançar valores de 10 a 25%. De certa forma e com as devidas características, faz sentido dizer que um sistema com seguidor solar que aumenta em 25% a produção de energia é semelhante a um sistema fixo 25% maior (contém mais painéis fotovoltaicos). A figura 7 demonstra a aplicação em uma usina de geração distribuída.



Figura 7 - Estrutura tracker 1 eixo para usinas de solo



Fonte: SOLSTÍCIO ENERGIA, 2019

## METODOLOGIA DA PESQUISA

### Problemática

Com o intuito de validar os dados sobre os ganhos de produção de energia pelos sistemas com rastreadores, esta pesquisa visou simular através do software PVsyst quais são as variáveis que são alteradas quando dois sistemas idênticos, apenas com estruturas de fixação diferentes e instalados em diversas regiões do Brasil, são comparados. Para isto, inicialmente foi simulado um sistema para a cidade de Niquelândia, município de Goiás no Brasil por estar localizada em uma região central do país. Os dados das condições e equipamentos implementados para todas as análises são especificados na figura 8 e tabelas de 1 a 5.

Tabela 1 – Localização utilizada para simulação

Item	Descrição
Cidade	Niquelândia
Estado	Goiás
País	Brasil
Latitude	-14,33° S
Longitude	-48,35° O
Albedo	20%
Fuso horário	UTC-3
Dados meteorológicos	METEONORM

Fonte: Parâmetros de simulação adotados pelo projetista, 2021

**Figura 8 - Localização de Niquelândia – Goiás – Brasil**



Fonte: OpenStreetMap, 2021

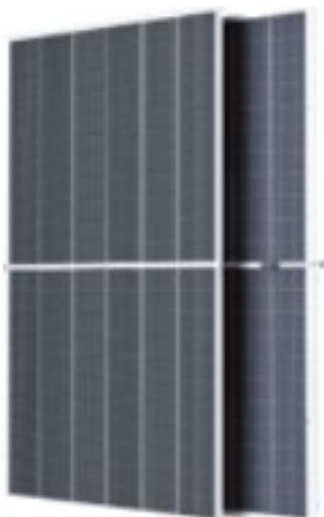
**Tabela 2 – Características dos módulos TRINA TSM-660DEG21C.20**

Item	Valor	Parâmetro
Potência	660	Wp
Faces sensíveis	2	uni
Largura	1,30	m
Altura	2,38	m
Número de células	132	Uni.
Sup. bruta módulo	3,11	m <sup>2</sup>
Sup. sensível módulo	2,91	m <sup>2</sup>
Temperatura referência	25	°C
Irradiância GRef	1000	W/m <sup>2</sup>
Vco	45,9	V
Vmpp	37,6	V
Pmpp	661,9	W
Efic_mod.	21,3	%
Efic_cel.	22,7	%
Impp	17,62	A
Isc	18,45	A
Impp	17,35	A
Coef. Temp.	-0,34	%/°C
Quantidade	1856	Uni.
Pot. CC total	1225	kWp

Fonte: Datasheet do equipamento, 2020

A figura 9 apresenta visualmente as características do módulo fotovoltaico adotado para as simulações.

Figura 9 - Módulo fotovoltaico bifacial TRINA-660Wp



Fonte: Datasheet do equipamento, 2020

Tabela 3 – Características dos Inversores SUNGROW SG125HV\_IEC auto efficiency

Item	Valor	Parâmetro
Modo de operação	MPPT	tecnologia
Conexão	ON-GRID	tecnologia
Vmin CC	860	V
Vmax CC	1550	V
Vmax x grupo CC	1550	V
Tensão rede CA	600	V
Frequência op.	50/60	Hz
Pnom DC	125	kW
Pmáx DC	150	kW
Pnom AC	125	kW
Pmáx AC	125	kW
Inom AC	120	A
Imáx AC	120	A
Eficiência máxima	98,9	%
Eficiência méd. UE	98,7	%
Quantidade	8	Uni.
Pot. CA total	1000	kW
FDI	1,25	%

Fonte: Datasheet do equipamento, 2017

A figura 10 apresenta visualmente as características do inversor solar adotado para as simulações.

Figura 10 - Inversor solar MPPT SUNGROW 125kW



Fonte: Datasheet do equipamento, 2017

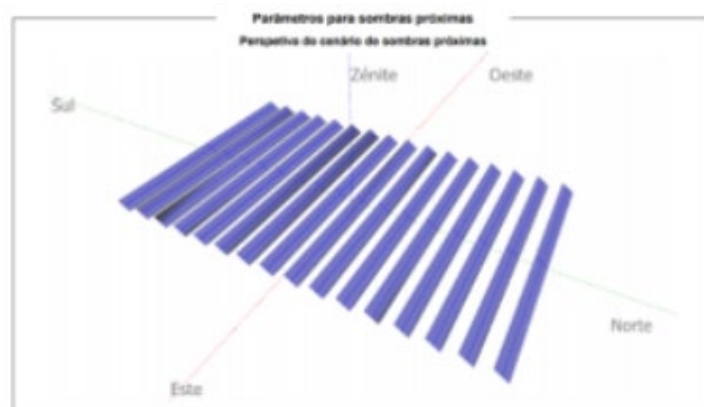
A tabela 4 descreve todas as características implementadas para a simulação das estruturas fixas de solo. A figura 11 apresenta a simulação 3D do layout adotado.

Tabela 4 – Características das estruturas fixas de solo genéricas

Item	Característica
Plano das células	Fixo
Inclinação	14°
Eixo	L-O
Azimute	0°
Altura acima solo	1,5m
Pitch	8m
Largura shed.	4,85m
GCR	59,9%
Sombra estrutura	5%
Mismatch	1%

Fonte: Parâmetros de simulação adotados pelo projetista, 2021

Figura 11 - Disposição em 3D das estruturas fixas



Fonte: Autoria própria, 2021

A tabela 5 sintetiza todas as características do sistema de tracker implementado na simulação.

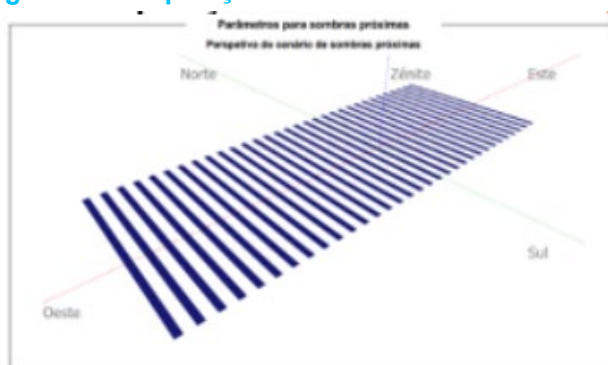
**Tabela 5 – Características das estruturas tracker genéricas**

Item	Característica
Plano das células	Variável
Inclinação	-60°/+60°
Eixo	N-S
Azimute	-90/90°
Altura acima solo	1,5m
Pitch	6m
Largura shed.	2,40m
GCR	40,1%
Sombra estrutura	5%
Mismatch	1%

Fonte: Parâmetros de simulação adotados pelo projetista, 2021

De forma análoga a estrutura fixa, foi produzido um modelo em 3D também para as simulações das estruturas tracker. A figura 12 demonstra como foi montado o arranjo.

**Figura 12 - Disposição em 3D das estruturas tracker**



Fonte: Autoria própria, 2021

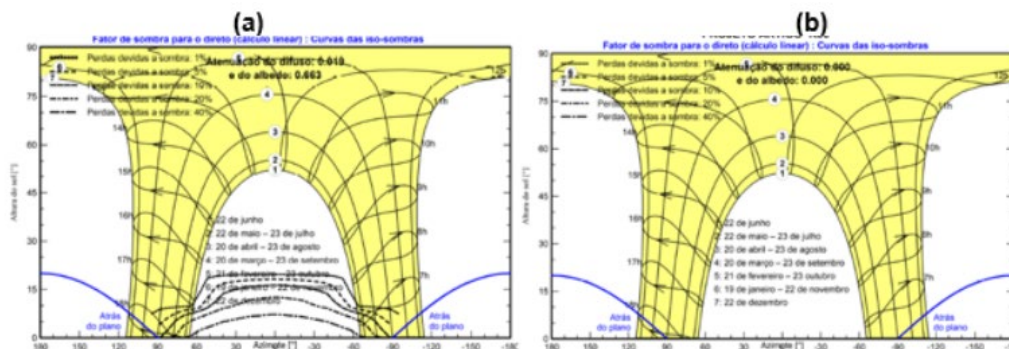
## Simulação local

### Sombreamento

Para que fosse feita a análise de geração e demais parâmetros pertinentes ao estudo comparativo entre as estruturas utilizadas, foram inseridos todos os dados mencionados na problemática.

Como a principal característica de um sistema com trackers é o não sombreamento dos módulos em qualquer período do dia, o comparativo da figura 13 é importante para que se perceba a diferença através do mapa de sombras mútuas, ou seja, aquelas geradas pelas próprias estruturas do SFV à frente de uma mesa.

Figura 13 - Curvas das iso-sombras (sombreamento mútuo) dos diferentes sistemas



Fonte: Autoria própria, 2021

Como pode ser percebido, nota-se que na figura 13a (SFV fixo), há sombreamento mútuo das estruturas ao longo do dia, principalmente durante o inverno. Por outro lado, a figura 13b (SFV tracker), demonstra o comportamento de um sistema utilizando estruturas de tracker, onde em nenhuma parte do dia ou do ano há sombreamento nos painéis fotovoltaicos.

### Dados principais

O software PVsyst foi capaz de gerar um resumo geral de todos os dados principais da simulação. Os quadros comparativos seguem nas figuras 14 e 15.

Figura 14 - Resultados principais da simulação para estrutura fixa

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR rácio
Janeiro	178.9	93.51	23.79	168.4	166.1	191.0	185.7	0.900
Fevereiro	155.1	76.67	23.74	151.1	147.9	169.0	164.2	0.887
Março	164.9	87.89	23.54	167.8	162.4	187.1	181.9	0.885
Abril	159.8	57.48	23.08	172.2	165.5	187.6	179.2	0.850
Maio	162.8	46.11	21.98	186.2	184.8	211.4	205.4	0.901
Junho	156.2	32.92	20.32	185.0	182.0	210.1	204.1	0.901
Julho	169.6	32.41	20.43	198.9	193.7	222.7	216.4	0.888
Agosto	194.1	33.04	22.09	218.0	210.2	237.1	230.4	0.863
Setembro	187.2	65.23	23.89	196.8	195.2	218.4	212.3	0.881
Outubro	185.9	81.43	24.96	184.1	180.3	204.4	198.7	0.881
Novembro	164.4	83.38	23.37	155.5	150.4	174.9	170.0	0.892
Dezembro	173.9	91.17	23.67	161.8	154.6	180.9	169.5	0.855
Ano	2052.7	781.25	22.90	2145.8	2093.2	2304.7	2317.8	0.882

Fonte: Autoria própria, 2021

Figura 15 - Resultados principais da simulação para estrutura tracker

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR rácio
Janeiro	178.9	93.51	23.79	212.7	212.9	228.0	221.5	0.850
Fevereiro	155.1	76.67	23.74	186.4	184.8	199.3	193.5	0.847
Março	164.9	87.89	23.54	200.3	196.6	215.9	209.8	0.855
Abril	159.8	57.48	23.08	204.2	198.3	218.5	208.6	0.834
Maio	162.8	46.11	21.98	211.2	211.4	240.8	233.9	0.904
Junho	156.2	32.92	20.32	205.6	203.8	235.4	228.7	0.908
Julho	169.6	32.41	20.43	225.1	220.9	253.8	246.7	0.895
Agosto	194.1	33.04	22.09	259.7	252.2	284.8	278.8	0.870
Setembro	187.2	65.23	23.89	239.3	239.5	262.7	255.2	0.871
Outubro	185.9	81.43	24.96	233.7	231.6	251.5	244.4	0.854
Novembro	164.4	83.38	23.37	199.8	196.0	215.1	209.0	0.854
Dezembro	173.9	91.17	23.67	211.0	204.8	222.3	208.1	0.805
Ano	2052.7	781.25	22.90	2588.9	2552.8	2828.0	2736.1	0.863

Fonte: Autoria própria, 2021

Ao ser efetuada a análise dos quadros, na coluna “E-grid” é possível observar a diferença da geração entre os sistemas ao longo do ano. Neste sentido, quando é feita a operação de diferença entre energia injetada na rede, obtém-se a tabela 6.



**Tabela 6 – Diferença de geração entre sistema fixo e tracker**

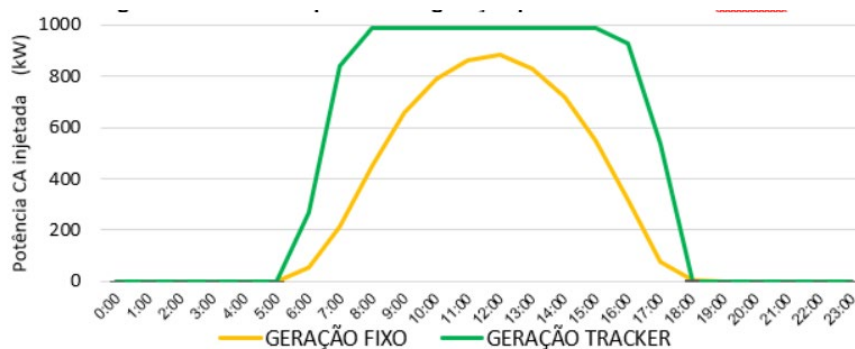
Item	Valor	Unidade
Geração (P50) fixo (1º ano)	2.317,8	MWh
Geração (P50) tracker (1º ano)	2.716,1	MWh
Diferença	418,3	MWh
Diferença %	17,2	%

Fonte: Autoria própria, 2021

Através da simples observação dos valores mencionados na tabela 6, é possível identificar um ganho de 17,2% em valores de geração utilizando-se o mesmo sistema gerador, com a única diferença da implementação das estruturas de tracker.

De maneira complementar, foi realizada uma análise comparativa da geração de dois sistemas em um mesmo dia do ano, próximo ao solstício de verão. Desta forma, obteve-se o gráfico descrito na figura 16.

**Figura 16 - Curva comparativa de geração para sistema fixo X tracker**



Fonte: Autoria própria, 2021

Para que fosse obtida a curva de geração diária, foi inserido no software que as curvas calculadas deveriam ser no dia 26/12, um dia que apresentava céu totalmente livre de nuvens, dentro do banco de dados METEONORM, utilizado em todos os cálculos.

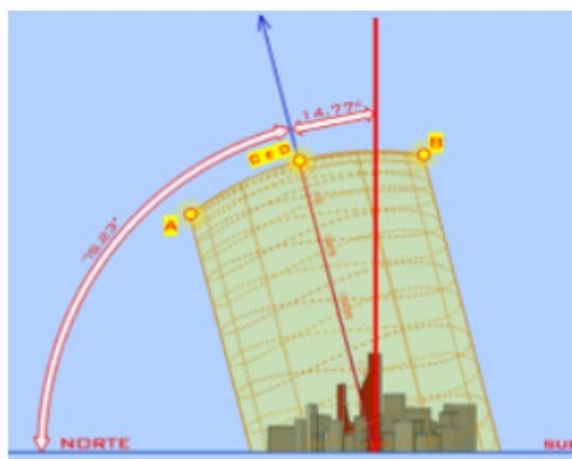
Nota-se que o sistema tracker consegue iniciar a geração de energia em potência quase nominal muito antes de um sistema fixo. Além disso, no início e ao final do dia a geração de energia com um sistema fixo cai drasticamente devido à alta diferença entre o ângulo perpendicular da face do módulo em relação ao sol e também devido às sombras mútuas geradas pelo próprio SFV.

## Simulação nacional

Para que fosse possível estabelecer a fidelidade das informações quanto aos ganhos de um sistema tracker, foi elaborada uma simulação com um total de 68 cidades pelo Brasil. O critério inicial para a escolha das cidades foi justamente a latitude dos locais para que fossem obtidas correlações entre esta variável e a geração através deste tipo de tecnologia. Todos os parâmetros e equipamentos do sistema fotovoltaico foram mantidos conforme o item 3.1 deste artigo, alterando-se apenas os locais de instalação e o ângulo dos módulos nas estruturas fixas, que deve ser igual à latitude. A figura 17 exemplifica o motivo pelo qual é recomendada a utiliza-

ção do mesmo ângulo de latitude para o SFV fixo, o valor medido refere-se à Niquelândia – GO, que possui latitude aproximada de 14°.

**Figura 17: Variação do ângulo do sol em relação ao norte durante o ano**



Fonte: Autoria própria, 2021

Os pontos estabelecidos na figura 17 referem-se aos 4 marcos anuais dos valores extremos e intermediários da trajetória do sol. O ponto “A” refere-se à altura do sol para a localidade escolhida durante o SOLSTÍCIO DE INVERNO. Ou seja, o ponto mínimo da variação durante o ano. Já o ponto “B” demonstra o ângulo do sol no SOLSTÍCIO DE VERÃO, ou seja, o momento onde a altura do sol às 12:00 é a maior do ano em relação ao norte. Para os pontos “C” e “D” nota-se a média entre os extremos, que são denominados EQUINÓCIOS, marcos que tem o papel de sinalizar o início do outono e primavera. Instalar o SFV com o mesmo ângulo da latitude representa posicionar as faces dos módulos exatamente perpendiculares aos pontos “C” e “D”. Dessa forma, o sistema consegue captar de maneira regular a irradiação tanto no extremo do verão, quanto no extremo do inverno.

## Cidades simuladas

A tabela 6 demonstra quais foram as cidades escolhidas e todos os valores mais relevantes obtidos através das simulações.

**Tabela 6 – Dados obtidos através das simulações**

Cidade	Estado	Latitude (DD)	Longitude (DD)	Índice solarimétrico anual (kWh/m <sup>2</sup> )	Geração SFV fixo (kWh/ano) ano1	Geração SFV tracker (kWh/ano) ano1	Ganho %	PR Fixo	PR Tracker
ALTINHO	PE	-8.488720°	-36.059359°	1928	2085396	2443028	17,15%	87,82%	83,53%
ANAJÁS	PA	-0.986348°	-49.940877°	1753	1892460	2195454	16,01%	88,03%	84,39%
APIAÍ	SP	-24.512709°	-48.845513°	1676	1929653	2175965	12,76%	87,31%	84,99%
BALISA	AP	-0.474824°	-52.475725°	1872	2017164	2355080	16,75%	88,01%	84,01%
BALNEÁRIO CAMBORIÚ	SC	-26.996801°	-48.635492°	1664	1922312	2184664	13,65%	87,88%	86,25%
BALSAS	MA	-7.526359°	-46.050558°	1951	2107985	2475991	17,46%	86,80%	83,47%
BARREIRAS	BA	-12.047180°	-45.071734°	2100	2311860	2736914	18,39%	87,32%	83,83%
BARROQUINHA	CE	-3.024976°	-41.132901°	2014	2166836	2594676	19,74%	87,64%	84,57%
BELA VISTA DO PIAUÍ	PI	-7.971285°	-41.871703°	2053	2209823	2649575	19,90%	86,72%	83,31%
BELÉM	PA	-1.446472°	-48.482710°	1875	2031435	2396080	17,95%	88,29%	85,03%
BELO HORIZONTE	MG	-19.939542°	-43.948658°	1933	2204964	2561075	16,15%	87,43%	84,92%
BOM JESUS DE GOIÁS	GO	-18.213474°	-49.735540°	2022	2283354	2672343	17,04%	87,10%	84,25%
CAÇAPAVA DO SUL	RS	-30.512556°	-53.488564°	1777	2058475	2401026	16,64%	86,40%	85,27%
CAETITE	BA	-14.063570°	-42.490108°	2149	2353527	2805078	19,19%	86,63%	83,11%
CAMPO DO TENENTE	PR	-25.985790°	-49.683404°	1752	2031608	2320227	14,21%	87,34%	85,24%

CAMPO FORMOSO	BA	-10.502376°	-40.320186°	2015	2201897	2597608	17,97%	88,05%	84,08%
CAMPO GRANDE	MS	-20.462519°	-54.614878°	1998	2257043	2643869	17,14%	86,65%	84,22%
CANARANA	MT	-13.540441°	-52.273480°	2043	2262707	2675652	18,25%	86,94%	84,23%
COLATINA	ES	-19.537399°	-40.627398°	1762	1976863	2279627	15,32%	87,85%	85,20%
COXIM	MS	-18.502548°	-54.748158°	2037	2283761	2689317	17,76%	86,83%	84,48%
CUIABÁ	MT	-15.580758°	-56.083288°	2055	2277764	2687759	18,00%	86,84%	84,05%
CURITIBA	PR	-25.501999°	-49.262112°	1709	1962540	2237614	14,02%	86,99%	84,66%
CURRAL ALTO	RS	-33.000000°	-52.864852°	1725	2010234	2354390	17,12%	85,94%	86,69%
ESTRELA	RS	-29.493180°	-51.952150°	1751	2036971	2353522	15,54%	87,01%	86,35%
FLORES DA CUNHA	RS	-29.029505°	-51.186472°	1820	2097007	2427635	15,77%	86,15%	84,37%
FORTALEZA	CE	-3.788585°	-38.520305°	1989	2150130	2545899	18,41%	88,05%	84,73%
GUARANTÁ DO NORTE	MT	-9.952955°	-54.910083°	2020	2188218	2582562	18,02%	86,30%	83,34%
IMBUÍA	SC	-27.491271°	-49.423160°	1666	1913019	2192096	14,59%	87,21%	85,05%
ITAMARAJU	BA	-17.031613°	-39.533373°	1777	1969415	2270249	15,28%	87,73%	84,50%
ITATIRA	CE	-4.530187°	-39.624499°	1948	2097448	2472886	17,90%	87,59%	83,36%
JANUÁRIA	MG	-15.482424°	-44.368925°	2076	2318848	2736910	18,03%	87,43%	84,46%
JARAGUÁ DO SUL	SC	-26.502562°	-49.096424°	1677	1942237	2200871	13,32%	88,03%	86,43%
JENIPAÚBA	MA	-2.074462°	-44.546538°	1894	2046330	2397306	17,15%	88,09%	84,91%
JUÍNA	MT	-11.421909°	-58.768707°	2053	2262683	2672578	18,12%	87,52%	84,47%
LAGES	SC	-27.816403°	-50.320607°	1787	2072703	2394455	15,52%	86,98%	85,29%
LEOPOLDINA	MG	-21.515203°	-42.630761°	1926	2190814	2541175	15,99%	87,49%	85,29%
MACAPÁ	AP	0.000000°	-51.072140°	1837	1977912	2312204	16,90%	87,96%	84,66%
MARAGOGI	AL	-9.000000°	-35.218613°	1925	2098454	2476903	18,03%	88,37%	84,93%
MIRANORTE	TO	-9.513345°	-48.586521°	1945	2111168	2490559	17,97%	86,41%	83,38%
MONÇÃO	MA	-3.489577°	-45.251171°	1855	2006716	2340638	16,64%	87,91%	84,56%
MOSSORÓ	RN	-5.165455°	-37.354921°	2056	2183269	2606534	19,39%	86,32%	83,08%
MOSTARDAS	RS	-31.104647°	-50.917529°	1788	2073313	2431053	17,25%	86,67%	86,34%
MURIAÉ	MG	-21.126296°	-42.394594°	1935	2207594	2566317	16,25%	87,74%	85,74%
NIQUELÂNDIA	GO	-14.472582°	-48.458753°	2053	2317517	2736486	18,08%	88,11%	85,85%
PETROPOLIS	RJ	-22.510881°	-43.176394°	1743	1977161	2252955	13,95%	87,25%	84,21%
PINHEIRO MACHADO	RS	-31.582186°	-53.377372°	1752	2036851	2366780	16,20%	86,13%	85,61%
PONTA GROSSA	PR	-25.051897°	-50.163247°	1852	2143437	2467246	15,11%	87,11%	84,94%
PORTO ALEGRE	RS	-29.994614°	-51.171123°	1744	2023144	2333948	15,36%	86,93%	86,04%
RIO DE JANEIRO	RJ	-23.013009°	-43.320558°	1781	2029988	2325476	14,56%	87,68%	85,41%
RIO GRANDE	RS	-32.039412°	-52.101602°	1733	2018385	2344804	16,17%	86,36%	86,31%
RONDONÓPOLIS	MT	-16.457242°	-54.628876°	2024	2247546	2638718	17,40%	86,59%	84,04%
SALVADOR	BA	-13.001553°	-38.493081°	1921	2097630	2467322	17,62%	87,90%	84,28%
SANTA RITA DE CÁSSIA	BA	-10.999223°	-44.513493°	2085	2290194	2716171	18,60%	87,53%	84,03%
SANTA VITÓRIA DO PALMAR	RS	-33.500000°	-53.355099°	1721	2003845	2350031	17,28%	85,75%	86,56%
SANTOS	SP	-23.959185°	-46.336899°	1934	1987345	2456998	23,63%	87,39%	84,34%
SÃO CARLOS	SP	-22.024444°	-47.891061°	1736	2013392	2289589	13,72%	88,55%	86,46%
SÃO JOÃO DOS PATOS	MA	-6.494939°	-43.702122°	1944	2190757	2603006	18,82%	88,88%	85,18%
SÃO PAULO	SP	-23.522216°	-46.575205°	1939	2041014	2445187	19,80%	86,11%	83,30%
ST. AMARO DO MARANHÃO	MA	-2.502837°	-43.251821°	1796	1997738	2377464	19,01%	89,53%	85,22%
TAGUATINGA	TO	-12.410476°	-46.436421°	2043	2263871	2664411	17,69%	87,61%	84,29%
TAIM	RS	-32.500000°	-52.581920°	1717	2011154	2344777	16,59%	86,36%	87,00%
TAUÁ	CE	-5.999983°	-40.297701°	1986	2134777	2534861	18,74%	87,16%	83,29%
TEIXEIRA DE FREITAS	BA	-17.545103°	-39.737416°	1778	1966757	2273712	15,61%	87,71%	84,39%
TERESINA	PI	-5.137212°	-42.742102°	2003	2146982	2553034	18,91%	86,86%	83,85%
UBERLÂNDIA	MG	-18.923500°	-48.241455°	2036	2305550	2701415	17,17%	87,07%	84,24%
VACARIA	RS	-28.501317°	-50.934438°	1873	2167629	2520568	16,28%	86,55%	84,52%
VALPARAÍSO DE GOIÁS	GO	-16.074217°	-47.990097°	2032	2265486	2652349	17,08%	86,65%	83,36%
XINGUARA	PA	-7.099681°	-49.942733°	1920	2076237	2457601	18,37%	86,82%	83,72%

Fonte: Autoria própria, 2021

## Análise estatística

A figura 18 exemplifica quais foram as localidades que de maneira interativa foram inseridas no POWER BI para uma análise refinada dos pontos selecionados.

Figura 18 - Distribuição dos pontos simulados no Brasil



Fonte: Autoria própria, 2021

Com base nos dados contidos na tabela 6 foi possível estabelecer alguns parâmetros estatísticos para que fosse possível uma melhor interpretação dos resultados. A tabela 7 traz a análise estatística destes dados.

Tabela 7 – Análise estatística

Parâmetro	Índice solarimétrico anual (kWh/m <sup>2</sup> )	Geração Tracker (kWh/ano)	Ganho Tracker X fixo %	PR Fixo	PR Tracker
Média	1893,14	360029,05	17,01%	87,27%	84,70%
Erro padrão	16,00528426	6236,169577	0,23%	0,09%	0,12%
Mediana	1923	361684	17,15%	87,28%	84,51%
Desvio padrão	131,9829551	51424,77173	0,018577044	0,007422616	0,009863101
Curtose	-1,269686723	-0,643612639	1,465225024	0,137937019	-0,474159618
Assimetria	-0,092232187	-0,25336401	0,216130196	0,310783763	0,443270002
Intervalo	485	223341	10,86%	0,0378	0,0392
Mínimo	1664	246312	12,76%	85,75%	83,08%
Máximo	2149	469653	23,63%	89,53%	87,00%
Amostra	68	68	68	68	68

Fonte: Autoria própria, 2021

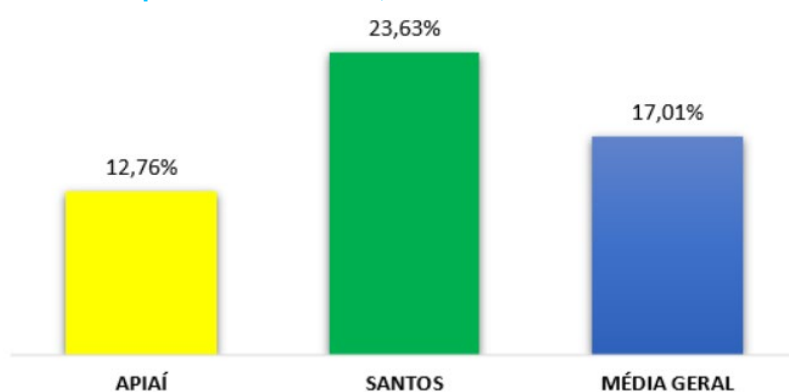
## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao serem observadas as tabelas 6 e 7 foi possível estruturar algumas considerações importantes sobre o uso de SFV fixos e SFV trackers.

Em todos os casos onde foi implementado o sistema tracker, invariavelmente obteve-se o ganho de produção de energia ao longo do ano. A figura 19 apresenta os valores máximos e

mínimos obtidos durante os estudos.

Figura 19 - Ganho percentual mínimo, máximo e médio da amostra simulada



Fonte: Autorial própria, 2021

É importante ressaltar que todos os valores foram simulados com base em um único tipo de sistema, com módulos e inversores limitados. A depender da tecnologia e dos equipamentos utilizados, existe a possibilidade da variação dos percentuais de ganho entre relação aos modelos neste artigo aplicados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim das análises, é possível afirmar que a utilização de estruturas tracker em usinas de solo pode ser o diferencial necessário para que sejam viabilizados grandes projetos. Com a economia da quantidade de módulos necessários para que obtenha a mesma geração de energia, o CAPEX e OPEX são beneficiados em grande escala.

É notável que existem diversas variáveis dentro do contexto de rendimento de uma UFV com trackers. Entretanto, também é matematicamente improvável que as expectativas quanto ao seu uso sejam quebradas. Esta afirmativa é ancorada em casos de UFVs já instaladas ao longo do país com tecnologias semelhantes às que foram implementadas neste estudo. Além é claro da amostra significativa de simulações nos mais diversos locais onde foi possível observar um comportamento semelhante entre as partes.

A base de dados contida neste estudo poderá, tão logo seja necessário, fazer parte de análises econômicas entre investidores e projetistas de UFVs de modo que a estatística envolvida seja fator determinante para a tomada de decisões quanto à implementação de projetos nas mais diversas localidades.

Sendo assim, este estudo também é um convite às partes interessadas na implementação de empreendimentos desta classe para que sejam acrescidos ao estudo estatístico dados reais em relação às localidades descritas, de modo a revalidar todos os cálculos e parâmetros presentes nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BRAGA, Renata. Energia solar fotovoltaica: Fundamentos e aplicações. 2008. Disponível em: < <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001103.pdf>>. Acesso em 19 nov. 2021.
- CANAL SOLAR. Entenda os módulos solares bifaciais. 2019. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/entenda-os-modulos-solares-bifaciais/>>. Acesso em 19 nov. 2021.
- ELÉTRICA RACIONAL. Geração de Tensão e Corrente Alternada Trifásica. 2020. Disponível em: < <https://eletricaracional.com/geracao-de-tensao-e-corrente-alternada-trifasica/> >. Acesso em 19 nov. 2021.
- ESPAÇO IEEE. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. 2014. Disponível em: < <http://www.ieee.org.br/wp-content/uploads/2014/05/energia-solar-fotovoltaica-terceira-geracao.pdf>>. Acesso em 19 nov. 2021.
- FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Revista Nexos Econômicos, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.
- IMHOFF, J. (2007) "Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos", Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.
- MINHA CASA SOLAR. Inversor Solar: Tudo o que você precisa saber está aqui. 2019. Disponível em: < <http://blog.minhacasasolar.com.br/inversor-solar-tudo-o-que-voce-precisa-saber-esta-aqui/>>. Acesso em 19 nov. 2021.
- OCA SOLAR ENERGIA. Sistema fotovoltaico híbrido entenda o que é. 2021. Disponível em: < <https://www.ocaenergia.com/blog/energia-solar/sistema-fotovoltaico-hibrido-entenda-o-que-e/> >. Acesso em 19 nov. 2021.
- PRIEB, C.(2002) “Desenvolvimento de um sistema de ensaio de módulos fotovoltaicos”, Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS.
- PORTAL SOLAR. Passo a passo da fabricação do painel solar. 2018. Disponível em: < <https://www.portalsolar.com.br/passa-a-passo-da-fabricacao-do-painel-solar.html> >. Acesso em 19 nov. 2021.
- PORTAL SOLAR. Seguidor solar - tracker: vantagens e desvantagens parte 1. 2016. Disponível em: < <https://s3.us-east-2.amazonaws.com/legacy.portalsolar.com.br/Content/EditorImages/images/Seguidor-Solar-Rastreador-Solar-tracker.jpg> >. Acesso em 19 nov. 2021.
- PVSYST USER GUIDE. Manual de instruções PVsyst. 2021. Disponível em: < <https://www.pvsyst.com/help/>>. Acesso em 19 nov. 2021.
- SOLSISTÍCIO ENERGIA. Tecnologias: tudo sobre os seguidores solares. 2019. Disponível em: < <https://www.solsticioenergia.com/2019/10/23/trackers-seguidores-solares/> >. Acesso em 19 nov. 2021.
- SUNPATH3D. Plugin para análise de sombreamentos. 2021. Disponível em: < <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>>. Acesso em 19 nov. 2021.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.” (Francisco Cândido Xavier)



## **O impacto da covid-19 no sistema de obras públicas**

---

**Orlando Prudêncio de Souza Filho**

*Instituto de Ensino Superior FUCAPI (CESF), Manaus-Am*

**Reuel dos Santos Bandeira**

*Instituto de Ensino Superior FUCAPI (CESF), Manaus-Am*

**Matheus Gomes Gato**

*Instituto de Ensino Superior FUCAPI (CESF), Manaus-Am*

**Welligton Charles Costa Sousa**

*Instituto de Ensino Superior FUCAPI (CESF), Manaus-Am*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.12](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.12)

# Resumo

A indústria da construção e a engenharia civil contribuem amplamente para o Produto Interno Bruto – PIB do Brasil, principalmente as obras ligadas ao poder público, como reforma e construção de escolas e postos médicos, construção, recuperação e restauração de ruas, avenidas e estradas, construção de habitações populares, etc. O bloqueio devido à pandemia COVID-19 fez com que todos os escritórios de projeto de engenharia civil e projetos de construção em andamento encerrassem abruptamente todos os trabalhos de construção no local e convertessem em trabalho doméstico para os engenheiros de projeto. Este estudo estatístico visa encontrar a percepção das empresas de construção civil no Brasil sobre como elas enfrentaram esse bloqueio, os resultados que esperam e como veem o futuro da indústria de construção civil a partir da COVID-19. Para tanto, foi realizado um estudo transversal baseado em um questionário online aplicado pelas empresas de construção civil na cidade de Manaus. Os resultados mostram que as empresas de construção civil passaram a permitir que seus engenheiros trabalhassem em casa com eficiência razoável, enquanto os engenheiros civis do canteiro de obras não acreditam que, após o encerramento do bloqueio, os trabalhadores da construção aderirão ao distanciamento social e ao uso de equipamentos de proteção individual essenciais.

**Palavras-chave:** COVID -19. engenharia civil. indústria da construção. equipamento de proteção individual.

# Abstract

The construction industry and civil engineering contribute largely to the Gross Domestic Product - GDP of Brazil, mainly the works linked to the public power, such as renovation and construction of schools and medical posts, construction, recovery and restoration of streets, avenues and roads, construction of popular housing, etc. The blockade due to the COVID-19 pandemic caused all civil engineering design offices and construction projects in progress to abruptly end all construction work on site and convert into domestic work for design engineers. This statistical study aims to find the perception of civil construction companies in Brazil about how they faced this block, the results they expect and how they see the future of the construction industry from COVID-19. To this end, a cross-sectional study was carried out based on an online questionnaire applied by the construction companies in the city of Manaus. The results show that the construction companies have started to allow their engineers to work at home with reasonable efficiency, while the civil engineers at the construction site do not believe that, after the end of the blockade, construction workers will adhere to social distance and the use of essential personal protective equipment.

**Keywords:** COVID -19. civil engineering. construction industry. individual protection equipment.

## INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a doença por coronavírus de 2019 (COVID-19) como uma pandemia após a disseminação desse novo vírus pelo mundo (WALENSKY e DEL RIO, 2020).

A disseminação da COVID-19 representa um desafio sem precedentes com consequências econômicas imprevisíveis. A indústria da construção, principal pilar da economia nacional de vários países, também enfrenta um desafio único devido à disseminação da COVID-19 nesses países e ao consequente efeito econômico de um bloqueio nacional (WALENSKY E DEL RIO, 2020).

Bill Gates indicou em seu artigo recente, os líderes têm duas responsabilidades igualmente importantes em qualquer crise; para resolver o problema imediato e evitar que aconteça novamente.

Sem dúvida, o setor da construção tem um papel fundamental a desempenhar na salvação da economia nacional do Brasil, especialmente no Estado do Amazonas após o controle da disseminação da COVID-19. Assim, o objetivo deste estudo é investigar o efeito desta pandemia no sistema de obras públicas através da percepção das consequências econômicas e jurídicas de longo prazo a partir da visão das empresas que trabalham com o poder público (KARIN *et al.*, 2020).

Desta forma, uma enorme pressão ocorreu no sistema de governança pública, desafiando os governos locais a cumprir seus papéis como provedores de serviços públicos essenciais. As reduções na ajuda estadual e federal, o aumento dos custos de saúde por conta da pandemia da COVID-19 e as restrições legais à capacidade dos governos locais de arrecadar impostos aumentados criam pressões fiscais para os governos locais que tentam manter ou melhorar a qualidade e o nível dos serviços necessários (WALENSKY e DEL RIO, 2020).

À medida que aumenta a pressão, os funcionários públicos locais são solicitados a considerar opções alternativas de prestação de serviços em um esforço para reduzir custos ou evitar aumentos de custos. Além das pressões, a natureza abrangente dos problemas de política local cria um incentivo adicional para os governos locais considerarem alternativas para a prestação de serviços autônoma e direta em tempos de pandemia da COVID-19 (KARIN *et al.*, 2020).

A fragmentação jurisdicional extensiva é freqüentemente vista como problemática para o gerenciamento eficaz de várias questões locais diferentes. Questões ambientais, crime, desenvolvimento econômico e muitos outros problemas transcendem cada vez mais as fronteiras das jurisdições políticas, criando a necessidade de ação coletiva por parte dos governos locais (BARROS, 2020).

As funções de obras públicas exemplificam a natureza transjurisdicional dos serviços públicos locais, visto que estradas e linhas troncam para serviços vitais como água e esgoto geralmente se estendem por vários limites do governo local. Os acordos intergovernamentais representam uma forma de prestação de serviços alternativa que os governos locais podem usar para manter os custos dos serviços, minimizar os efeitos colaterais da COVID-19 e gerenciar a infraestrutura que abrange fronteiras (WALENSKY e DEL RIO, 2020).

Esses acordos se tornaram uma ferramenta comum para a prestação de serviços cooperativos, conforme evidenciado pelo fato de que a maioria das cidades no Estado do Amazonas é parte de pelo menos um desses acordos. Os acordos de serviços interlocais podem ter maior apelo para funcionários do governo local do que alternativas porque são instrumentos de política altamente flexíveis (KARIN *et al.*, 2020).

Esses acordos, sejam eles estabelecidos como contratos por escrito ou, são muito menos permanentes do que a consolidação funcional ou a formação especial da cidade, fornecendo aos funcionários do governo local a flexibilidade para renegociar os termos ou cancelar quando as circunstâncias justificarem tal decisão em tempos de pandemia, já que o governo federal decretou Estado de calamidade Pública no território nacional, desde março de 2020 (BARROS, 2020).

Existem poucos estudos empíricos examinando por que os governos locais cooperam para os serviços públicos. A pesquisa sobre esse tópico ainda não produziu um consenso sobre as motivações para o uso desses acordos, os fatores contextuais que preveem seu uso ou os tipos de serviços cobertos, principalmente em tempos de pandemia da COVID-19 (COSTA, 2020).

## Referenciais teóricos

### As compras públicas na pandemia da COVID-19

O Brasil percebeu que havia contagiado seu território quase repentinamente, quando um avião provindo da China trouxe pessoas contaminadas pela COVID-19 e mesmo isoladas mostravam os sintomas de uma gripe aparente, com febre alta e crise respiratória. Neste caso, a equipe médica e demais pessoas presentes no atendimento não usavam proteção contra a infecção, tornando-se, por sua vez, difusores involuntários (FREITAS, 2020).

Após a reconstrução dos contatos dos pacientes, as autoridades sanitárias certificaram o aparecimento do surto, assumindo assim que o vírus era agora endêmico. Depois de muito pouco tempo, ocorreram circunstâncias que tornaram a situação difícil de gerir: a infecção alastrou-se para além das expectativas, ultrapassando a zona inicial, envolvendo todo o país e os hospitais entraram em situação de stress (FREITAS, 2020).

Além disso, surgiu um conflito, inclusive político, de competências entre as autoridades regionais e estaduais e o governo nacional, causando tensões na gestão da emergência sanitária. A partir daí é possível analisar como a fragmentação da regulação normativa e administrativa da emergência frustrou a tentativa de implantação de medidas efetivas e 'draconianas' em contraposição à circulação exponencial do contágio (FREITAS, 2020).

A Constituição do Brasil permite as limitações previstas na lei em geral por razões de saúde ou segurança. Neste caso, estas razões são comprovadas pela evolução da situação epidemiológica, o carácter particularmente generalizado da epidemia de COVID-19, pelo que foi necessário tomar medidas para combater e conter a propagação do referido vírus (BRASIL, 1988).

Neste sentido, o papel central desempenhado pelos Decretos dos governos estaduais e prefeituras municipais, expedidos a partir de fevereiro de 2020 impuseram limites a diversos direitos garantidos constitucionalmente, como, por exemplo, a liberdade de circulação, entrada e saída, reunião, atividade empresarial nos locais considerados fonte de contágio (FREITAS, 2020).

A segunda medida tomada pelos governos estaduais e prefeituras municipais assume particular interesse, porque por meio dele, as instituições públicas tomam para si um poder ilimitado, através do uso de fontes secundárias, como se pôde verificar no desenrolar da epidemia que estabeleceu que As autoridades competentes, na forma prevista na lei, podem adotar medidas adicionais para conter e gerir a emergência, de forma a prevenir a propagação da epidemia de COVID -19, mesmo fora dos casos referidos na lei de licitações. Esta regra reveste-se de uma importância significativa porque representaria a base jurídica para a adoção das medidas de execução úteis para fazer face à propagação do contágio. É uma cláusula bastante ampla, beirando a imprecisão, aparentemente sólida e facilmente explorada nas intenções de quem a instituiu (ATTIE, 2018).

Entretanto, em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde – OMS declarou que a epidemia de COVID-19 uma emergência de saúde pública de importância internacional; desde então os Governos estaduais e municipais do Brasil emitiram decretos-leis, atos de governança pública, que estabeleceu um bloqueio parcial, embora muito extenso, das atividades econômicas e do direito de circular em toda no Brasil. No entanto, esta última parte da legislação tinha uma formação muito peculiar e, na opinião do redator, não inteiramente aceitável (RAMOS, 2020).

Outra medida tomada de forma imediata ao lado da medida de isolamento social foi à decretação do estado de calamidade pública. A doutrina brasileira da segunda metade do século XIX sobre o Estado de Direito já circulava nas várias culturas jurídicas do velho e do novo continente, oferecendo uma gama de diferentes reflexões doutrinárias, devido às diferentes experiências políticas dos Estados, e pontos de chegada comuns para a nova concepção do estado (BADIER, 2010).

O Estado, de fato, passou a ser pensado na experiência brasileira como um Estado centralizador, pouco representativo (senão da classe burguesa) e com uma finalidade nova e precisa: alcançar a unidade estatal da república nascente (CAMPOS, 2009).

Nesse panorama, a abordagem das forças políticas da época deveria, portanto, criar leis que dessem vida a instituições uniformes para todas as áreas do território nacional, garantindo apenas uma autonomia mínima a nível local através da reorganização das províncias. No entanto, quando uma tragédia engolfou uma área do estado-nação, o legislador, limitou-se a escassas medidas modificativas, em caráter temporário, da tributação dos locais atingidos pelo desastre, nascendo assim o estado de calamidade pública (DI PIETRO, 2006).

Com a lei de licitações de 1993 essa prerrogativa é um direito do gestor público para dinamizar o processo de compras público tão necessário quando se está sob o domínio de uma calamidade pública. Foi uma resposta imediata do poder público de governadores e prefeitos para enfrentar esta crise (DI PIETRO, 2006).

Em resumo, os esforços iniciais dos governadores e prefeitos para estimular a economia foram realizados com uma solução de política neoliberal baseada no mercado em mente, além de evitar a burocracia legal. Os governadores e prefeitos agiram de forma decisiva no interesse de sua população para apoiar famílias e empresas e lidar com as consequências econômicas significativas da COVID-19 (FREITAS, 2020).

Assim a pandemia COVID-19 apresenta um enorme desafio para os governos em todo

o mundo - desde o fornecimento de apoio financeiro aos cidadãos e ajuda a empresas em dificuldades até o fortalecimento dos serviços de saúde de primeira linha. Também requer um nível sem precedentes de colaboração entre as nações - desde a corrida por uma vacina até o aprendizado de como testar e rastrear. Uma das maiores lições é que a capacidade do estado de administrar uma crise dessa proporção depende dos investimentos cumulativos que um estado fez em sua capacidade de governar, fazer e administrar (RAMOS, 2020).

Embora a crise seja grave para todos, é especialmente um desafio para os países que ignoraram os investimentos necessários no que se pode chamar de "capacidades dinâmicas do setor público". No mundo pré-COVID-19, os governos estavam cada vez mais voltando sua atenção para como enfrentar 'grandes desafios' ou 'questões perversas', como mudanças climáticas, desafios demográficos e a promoção da saúde e do bem-estar (BARROSO, 2020).

Por trás desses desafios estão as dificuldades de gerar um crescimento sustentável e inclusivo. Os formuladores de políticas dedicam cada vez mais suas atenções não apenas à taxa de crescimento econômico, mas também à sua direção (MAZZUCATO e PEREZ, 2015).

Durante as pandemias, os governos devem responder às emergências organizando respostas rápidas e mobilizando recursos. A governança eficaz requer capacidades e recursos para agilidade e resiliência. Infelizmente, isso não está faltando apenas na realidade, mas também na teoria sobre o governo (DUTRA, 2013).

A capacidade do setor público é normalmente definida como o conjunto de habilidades, capacidades e recursos necessários para desempenhar funções de política, desde a prestação de serviços públicos até a concepção e implementação de políticas (FUGITA, 2007).

A revisão mais abrangente da literatura sobre dinâmicas capacidades no setor público até o momento mostra que as estruturas existentes se concentram em fontes exógenas de dinamismo. Da mesma forma, a abordagem empreendedora para estratégia e liderança em organizações do setor público tende a se concentrar na importância de líderes individuais e equipes na condução de iniciativas estratégicas (LIMA, 2019).

Assim, as capacidades associadas ao setor público tendem a ser estreitas e focadas na estabilidade (ou seja, continuidade, transparência, previsibilidade de serviços e intervenções) (MAGALHÃES, 2014).

(No entanto, embora haja uma rica literatura sobre capacidades dinâmicas no nível da empresa), pouca atenção tem sido dada à origem do nível equivalente de capacidade do setor público e sua evolução dinâmica ao longo do tempo. Em vez disso, ao longo dos anos, a ideia de que o setor público deveria, na melhor das hipóteses, consertar as falhas do mercado e buscar o mesmo nível de eficiência no setor privado se consolidou. Uma abordagem associada à eficiência estática e fixação não justifica o investimento nas capacidades internas para co-criar valor (MAZZUCATO, 2018a).

Esse tipo de pensamento foi influenciado principalmente pela teoria da escolha pública e pelo desenvolvimento da nova gestão pública, ou nova administração pública, nas escolas de negócios. A nova gestão pública, que ganhou impulso na década de 1980, basicamente argumentou que os governos deveriam adotar estratégias do setor privado para maximizar o valor no setor público. Várias estratégias estavam no topo da lista do voa gestão pública. Um deles foi à



introdução de algo equivalente à motivação do lucro no setor público para melhorar o desempenho - por exemplo, metas de eficiência (MELLO, 2004).

Um exemplo desse tipo de pensamento foi à legislação do Reino Unido em 1990 para criar um mercado interno no Serviço Nacional de Saúde (SNS), segundo o qual o estado tornou-se um comprador em vez de um prestador de serviços de saúde e fornecedores externos podiam concorrer à fornecedora do SNS para fornecer certos serviços como parte da nova gestão pública. E foi essa nova gestão pública que foi testada agora no Brasil e no mundo a partir da Pandemia da COVID-19. No Brasil foi isso que se fez quando da decretação do estado de calamidade pública: aliar a capacidade dos serviços públicos às necessidades dos cidadãos, já que os serviços públicos têm sido um alvo frequente das reformas da nova gestão pública, em particular os cuidados de saúde, uma vez que é frequentemente um grande ramo do setor público que gera custos com certas semelhanças com os serviços privados, por ex. produção de serviços individualizados e certo escopo de padronização e monitoramento quantitativo da produção (OLIVEIRA e FILHO, 2006); (FREITAS, 2020).

No entanto, não há evidências de que tais reformas tenham levado a melhores resultados. Em vez disso, eles levaram a uma visão mais transacional dos serviços públicos que se concentra na facilidade e eficiência da entrega, em vez de satisfazer necessidades substantivas ou desenvolver capacidades humanas. O Reino Unido foi um precursor na implementação da nova gestão no setor público. No Brasil triplicaram-se os gastos, apesar das promessas de sucessivos ministros e secretários de saúde de reduzir esses gastos (DI PIETRO, 2006).

A crise do COVID-19 foi usada como uma ocasião para terceirizar ainda mais as tarefas básicas de saúde pública para empresas privadas, aumentando a probabilidade de o setor público aprender apenas lições limitadas e se tornar mais dependente do setor privado para emergências futuras (BARROSO, 2020).

A fim de (re) construir as capacidades do setor público para atender a demandas provocadas pela COVID-19, a Lei nº 8.666/1993 teorizar o setor público de uma nova perspectiva: o governo está moldando ativamente os mercados em vez de simplesmente consertar falhas. Tais estruturas fundamentais são importantes, pois constituem a realidade política dentro da qual os políticos e funcionários públicos atuam. As estruturas teóricas atuais para a capacidade do setor público são derivadas da teoria econômica neoclássica, em particular da teoria microeconômica e da economia do bem-estar, enfatizando como os indivíduos encontram soluções ótimas por meio dos mercados (DI PIETRO, 2006).

Os governos têm um papel a desempenhar se, e somente se, for comprovado que os mercados não entregam os resultados ideais e precisam de "conserto". Na prática, tais estruturas assumem a forma de ferramentas analíticas de políticas específicas, como análises estáticas de custo-benefício, que avaliam os benefícios e custos monetizados. Os custos (incluindo os custos de falha potencial do governo) são geralmente definidos por seu custo de oportunidade; ou seja, o valor que reflete o melhor uso alternativo a que um bem ou serviço pode ser feito (incluindo uma opção de não fazer nada / business as usual), com todo o resto (incluindo todos os outros preços) assumido igual, e com preços de mercado geralmente o ponto de partida para a análise (DI PIETRO, 2006).

Tais estruturas políticas visam principalmente prevenir falhas governamentais onerosas;

por sua própria natureza, eles não podem nos dizer muito sobre a criação e modelagem proativa de mercado; nem como e que tipo de capacidades os governos devem construir (DI PIETRO, 2020).

## A Lei nº 8.666/1993 com fundamento no interesse público

A Lei de Licitações nascem com fundamento no interesse público. E qual é o interesse público? Gastos compatíveis com a ética, a moral e, fundamentalmente com as necessidades da população (DI PIETRO, 2006).

Ela nasce a partir de um modelo de compromisso administrativo do poder executivo, de instituições de direito público e de organizações que mantêm convênios com o Estado com a sociedade, onde devem prevalecer à legalidade, a supremacia do interesse público, a impessoalidade, a presunção da legitimidade ou de veracidade, a especialidade, o controle ou tutela, a autotutela, a hierarquia, a continuidade do serviço público, a publicidade, a moralidade administrativa, a razoabilidade e a motivação, todos os princípios do regime jurídico administrativo, contidos na Constituição Federal de 1988 (PIRES, 2014).

Então de todos estes princípios do regime jurídicos administrativos contidos na Constituição de 1988, é importante destacar a questão do interesse público como fundamentação da Lei nº 8.666/93. Sobre o interesse público, diz Di Pietro (2006, p. 59):

Esse princípio, também chamado e princípio da finalidade pública, estão presentes tanto no momento da elaboração da lei como no momento de sua execução em concreto pela administração pública. Ele inspira o legislador e vincula a autoridade administrativa em toda a sua atuação [...]. No que diz respeito a sua influência na elaboração da lei, é oportuno lembrar que uma das distinções que se costuma fazer entre o direito privado (e que vem desde o direito romano) leva em conta o interesse que se tem em vista proteger; o direito privado contém normas de interesse individual e, o direito público, normas de interesse público.

Como se pode observar nos dizeres da renomada autora de direito administrativo, qualquer lei de direito público deve ser elaborada e executada com a finalidade pública, ou seja, com objetivos claramente descritos de proteção do interesse público, ou seja, como diz Mello (2004: p. 11) “significa interesse da coletividade”. Desta forma, fica evidente que qualquer lei deve resguardar o interesse público e, em última instância, as administrações públicas, da qual o controle de gastos públicos é instrumento essencial, tem o propósito de induzir mudanças culturais que façam com o Estado e todas as entidades de interesse social dele dependentes ou a lei vinculada que construam e mantenham níveis elevados de: efetividade: atingindo resultados sociais aspirados pela sociedade inclusive oferecendo-lhe serviços de interesse social compatíveis com suas necessidades em extensão, qualidade e preços; eficácia: comprometendo-se política e institucionalmente com um competente planejamento e com o cumprimento responsável da sua execução; eficiência: usando com economia, zelo e dedicação os bens e recursos públicos.

Diante dessas premissas diz Di Pietro (2006, p. 60): “É o interesse público que incube o Estado de tutelar. É, pois, no âmbito do direito público, em especial do direito constitucional e administrativo, que o princípio do interesse público tem a sua sede principal”. Neste sentido, Magalhães (2008, p. 33) observa com propriedade que a solidez e a flexibilidade do interesse público, nos âmbitos do direito público, do direito constitucional e do direito administrativo dependem de:

- Ter como alvo a resolução dos principais problemas que afetam a sociedade;
- partir da definição da atual missão do Estado no enfrentamento dos problemas da sociedade;
- pautar sua atuação política por diretrizes e valores claro e socialmente justo;
- estudar a viabilidade dos planos governamentais em três níveis: o econômico, o político e o organizacional ou institucional.

Assim, o interesse público está resguardado e sua execução de integrar-se com o planejamento e a execução dos objetivos, metas, programas, operações e ações. Desta forma a Lei 8.666/93 foi elaborada resguardando as seguintes premissas, segundo Mello (2004, p. 56):

(1ª) o principal alvo foi contribuir com a viabilidade de uma execução eficaz dos programas e ações, com o eficiente uso dos recursos públicos e com a lisura com que os atos públicos são praticados;

(2ª) sua função de fiscal de atos públicos teve a intenção de contribuir, a partir de sua provação, para a possível correção de desvios, em tempo e da forma adequada, cabendo ao controle dos gastos públicos, por meio dos Tribunais de Conta e do Poder Legislativo, contribuir para o aperfeiçoamento do planejamento e da execução;

(3ª) Criar um sistema de controle governamental, avaliando o desempenho das instituições do Estado e das que fizerem uso dos recursos públicos;

(4ª) Este controle, com vistas ao interesse público deve ter as seguintes qualidades: ser analítica e detectar causas e efeitos das ações de execução dos programas (não apenas seus resultados); seus instrumentos de controle devem ser compatíveis com a cultura organizacional e servir de diálogo com os agentes executores; deve legitimar suas ações positivas; seus auditores e conselheiros não podem ter interesses pessoais na execução das ações.

Desta forma, Marçal Justen Filho (2005) *apud* Fugita (2007, p. 1) observa:

A supremacia do interesse público significa sua superioridade sobre os demais interesses existentes na sociedade. Os interesses privados não podem prevalecer sobre o interesse público. A indisponibilidade indica a impossibilidade de sacrifício ou transigência quanto ao interesse público, e é em decorrência de sua supremacia.

Assim, como se pode observar uma Lei não pode, de forma alguma, resguardar interesses privados, mas acima de tudo o interesse público, já que esse tem supremacia sobre qualquer interesse privado como afirma Fugita (2007, p. 1) “sempre que houver conflito entre um interesse individual e um interesse coletivo deve prevalecer o interesse público”.

Com isso, pode-se afirmar que a elaboração da Lei nº 8.666/93 resguardou acima de tudo o interesse público, buscado resguardar em suas nuances as questões morais e éticas no trato da coisa pública (FUGITA, 2007).

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo é uma investigação transversal que se baseou em um questionário online autoaplicável. O estudo incluiu empresas de construção civil que mantiveram algum tipo de contrato com poder público no Estado do Amazonas, nos últimos 10 anos. A coleta de dados ocorreu entre 16 de junho e 21 de junho de 2020, período em que 20 empresas preencheram o questionário.

O questionário foi elaborado usando o Google Forms, um meio eletrônico gratuito oferecido pelo Google, que tem a capacidade de coletar voluntariamente informações por meio do questionário elaborado. O questionário foi dividido em quatro seções. A primeira seção foi à seção de demografia, que coletou idade, gênero, área de trabalho, o efeito do COVID-19 no trabalho e no estilo de vida dos engenheiros das empresas. Com base em seu campo de trabalho, eles preenchem a seção de trabalhadores de escritório ou a seção de trabalhadores de campo.

A seção final foi preenchida pelas empresas, que indagaram sobre sua percepção das implicações econômicas e jurídicas de longo prazo da pandemia de COVID-19 na indústria de construção e engenharia civil. Nenhuma informação de identificação foi coletada ao longo do questionário, e os dados coletados foram usados exclusivamente para análise estatística.

O Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corp., Redmond, WA, EUA) foi usado para registro de dados e análise estatística. Estatísticas descritivas foram realizadas sobre os dados coletados. A idade foi apresentada como média  $\pm$  desvio padrão, enquanto as variáveis categóricas foram todas apresentadas como número (porcentagem) [n (%)].

## RESULTADOS

Ao todo, 60 engenheiros civis estavam matriculados neste estudo, dos quais 34 (56,7%) trabalhavam em escritório, enquanto 26 (43,3%) trabalhavam em campo. Dos 60 engenheiros, 58 (96%) indicaram que seu trabalho foi afetado pelo COVID-19, e os mesmos 58 (96%) tiveram seu estilo de vida afetado pela pandemia conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1. Dados demográficos.**

Características		Valores*
Era	Intervalo	37.8 $\pm$ 9.9
Gênero	Masculino Feminino	48 (80.7%) 12 (19.3%)
Campo de trabalho	Trabalho de escritório Trabalho de campo	34 (56,7%) 26 (43,35)
Trabalho afetado pela pandemia COVID-19 **		58 (96%)
Estilo de vida afetado pela pandemia de COVID-19 **		58 (96%)

\* Valores são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão em (%).

\*\* COVID-19: doença por coronavírus 2019.

Foi investigado ainda mais o efeito do COVID-19 nos 34 engenheiros que trabalham em escritórios, dos quais 30 (83,5%) continuam trabalhando em casa devido ao bloqueio. A maioria dos engenheiros não notou nenhuma mudança em sua produtividade durante a pandemia (47,1%), enquanto 31,8% reclamaram de diminuição da produtividade. Por outro lado, apenas 21,2% tiveram aumento de produtividade durante o surto. Curiosamente, 51,8% acreditam que trabalhar em casa substituirá o trabalho de escritório em algum momento, conforme mostra a Tabela 2.

**Tabela 2 - O efeito da pandemia de COVID-19 em engenheiros civis que trabalham em escritórios (n = 34).**

Características		Valores*
A empresa adotou trabalhar em casa durante o bloqueio		28 (83,5%)
Sua produtividade durante a pandemia	Aumentada	7 (21,2%)
	Diminuiu	11 (31,8%)
	Permaneceu o mesmo	16 (47,1%)
Acredito que trabalhar em casa substituirá o trabalho de escritório		17 (51,8%)

\* Valores são apresentados como n (%).

Ao analisar o efeito do trabalho de campo dos engenheiros civis, apenas 24,6% acreditam que os equipamentos de proteção individual (EPIs) para o controle da infecção pelo COVID-19 estarão totalmente disponíveis em seu canteiro de obras. Apenas 20% dos engenheiros que trabalham em campo acreditam que o distanciamento social é aplicável em seu ambiente de trabalho, enquanto apenas 12,3% acreditam que os trabalhadores aderirão às medidas de segurança e à política de controle de infecção caso sejam implementadas, conforme mostrado na Tabela 3.

**Tabela 3. O efeito da pandemia de COVID-19 em engenheiros civis que trabalham em campo (n = 26)**

Características	Valores*
Após o encerramento do bloqueio, PPE ** para O controle de infecção COVID-19 *** estará totalmente disponível em seu local de trabalho	6 (24,6%)
Aplicabilidade para implicar totalmente o distanciamento social em seu local de trabalho	5 (20,0%)
Os trabalhadores cumprirão as medidas de segurança e a política de controle de infecção	3 (12,3%)
Preocupado com a segurança do trabalho de campo durante a pandemia	22 (87,7%)
Trabalhadores estrangeiros em sua instituição retornaram ao seu país devido à pandemia de COVID-19	0 (0,0%)
Trabalhadores locais estão disponíveis para substituir trabalhadores estrangeiros em viagem	26 (100,0%)
Os trabalhadores locais são totalmente treinados e têm experiência para substituir esses trabalhadores	6 (24,2%)

\* Valores são apresentados como n (%).

\*\* EPI: Equipamento de Proteção Individual

\*\*\* COVID-19: doença de coronavírus 2019

Foi também investigado a percepção das empresas de construção civil sobre os efeitos de longo prazo da pandemia de COVID-19 nas obras públicas. Notavelmente, 39,3% acreditam que algumas empresas serão obrigadas a dispensar trabalhadores como consequência. As implicações jurídicas devido a atrasos nas obras são preocupações de 31,3% das empresas, sendo que apenas 40,7% sabem da presença de um troço para imprevistos como causa aceitável para atrasos nas suas contratações. O efeito financeiro negativo é esperado por 76,7%, e 60,7% estão cientes da presença de ajuda financeira para empresas afetadas negativamente pela pandemia COVID-19 na cidade de Manaus.

**Tabela 4 - Implicações de longo prazo da pandemia de COVID-19 na indústria de engenharia civil e construção (n = 20).**

<b>Características</b>	<b>Valores*</b>
Acho que nossas empresas serão obrigadas a dispensar trabalhadores	8 (39,3%)
Acredito que haverá implicações legais para atrasos em projetos em andamento e planejados	7 (31,3%)
Os contratos da empresa incluíam uma seção para eventos imprevistos como uma causa aceitável para atrasos	8 (40,7%)
A empresas espera um efeito financeiro negativo devido ao bloqueio	15 (76,7%)
A empresa está ciente da disponibilidade de ajuda financeira para empresas afetadas negativamente pela pandemia COVID-19 ** no Brasil	12 (60,7%)

\* Valores são apresentados como n (%).

\*\* COVID-19: doença por coronavírus 2019.

## DISCUSSÃO

Não há dúvida de que a maioria das empresas da indústria da construção continuará sofrendo os impactos da pandemia COVID-19 em seu setor. Até onde se sabe, este é o primeiro estudo a investigar o impacto do COVID-19 nas empresas de construção civil na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil (WALENSKY e DEL RIO, 2020).

A maioria das empresas e seus engenheiros teve seu trabalho afetado pela pandemia. Inquestionavelmente, os custos econômicos de aplicação de um bloqueio são enormes, embora esse bloqueio tenha sido essencial para controlar a propagação do COVID-19, diminuindo o número de casos críticos e, eventualmente, reduzindo o número de casos de mortalidade, pelo menos até mês de dezembro de 2020. Isso evidencia a importância de desenvolver um plano multidisciplinar integrado para o período pós-lockdown, levando em consideração todos os setores, incluindo a indústria da construção (KARIN *et al.*, 2020)

Trabalhar em casa substituiu o trabalho de escritório na maioria das instituições durante esta pandemia. A maioria dos engenheiros que trabalham em escritório (47,1%) não notou alteração em sua produtividade no estudo atual, 21,2% tiveram aumento de produtividade, enquanto 31,8% reclamaram de diminuição de produtividade. A produtividade e a satisfação no trabalho para aqueles que trabalham em casa variaram significativamente na literatura. Isso pode ser atribuído ao efeito multifatorial de fatores organizacionais, de trabalho, individuais e domésticos na produtividade e na satisfação geral desses funcionários (BARROS, 2020).

Portanto, recomendam-se estudos futuros que investiguem os efeitos desses fatores a fim de se poderem fazer recomendações para o trabalho em casa, o que acabará ajudando no aumento da produtividade e satisfação desses engenheiros (COSTA, 2020).

A aplicabilidade do distanciamento social, melhoria das medidas sanitárias e fornecimento de EPI para trabalhadores e engenheiros durante a pandemia ainda é pouco estudada, especialmente com a preocupante falta de EPI adequado para profissionais de saúde de linha de frente em países desenvolvidos (MCKIBBIN, 2020).

Além disso, com a disponibilidade variável de ferramentas de segurança nos canteiros de obras e a disponibilidade limitada de alguns EPIs, garantir a disponibilidade de todos os EPIs essenciais e ferramentas de segurança de construção, bem como a aplicação de uma política de



controle de infecção deve ser essencial em todos os Canteiros de obras no Estado do Amazonas, especialmente em Manaus (KARIN *et al.*, 2020)

Apenas 40,7% dos engenheiros do presente estudo tinham conhecimento da presença de um trecho para imprevistos, denominado como Atraso de Força Maior em diversos documentos legais, como causa aceitável para atrasos em seus contratos. É importante ressaltar que, com cada contrato mencionando a cláusula de Força Maior de forma diferente, a aplicabilidade da cláusula sob a atual pandemia COVID-19 dependerá da forma como foi redigida em seus contratos (KARIN *et al.*, 2020).

A pandemia de COVID-19 pode levar a consequências socioeconômicas imprevisíveis, afetando a indústria da construção em todo o mundo. Vários estudos propõem que uma possível depressão econômica pode seguir esta pandemia, para a qual os setores de construção e engenharia precisam fazer planos futuros para controlar esta indesejável consequência econômica (BARROS, 2020); (COSTA, 2020); (MCKIBBIN, 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lei nº 8.666/1993 como todas as leis em qualquer lugar do mundo tem como objetivo estabelecer normas e procedimentos que devem ser seguidos por todos com a clara finalidade de proteção legal para possíveis irregularidades que estão sendo cometidas que afetam a moral e a ética. No campo da administração pública a elaboração desta lei deve como finalidade coibir irregularidades, dentro dos princípios da legalidade e do interesse público, contido em qualquer ordenamento jurídico como um princípio basilar do Estado Democrático de Direito. É da essência de qualquer lei subordinar-se à Constituição e fundar-se na legalidade democrática. Regulamentou o art. 37, XXI da Constituição Federal incluindo a preparação, análise e interpretação dos fatos financeiros e números para o uso da administração pública, envolvendo uma avaliação desses dados em relação aos objetivos e métodos como um todo.

As trajetórias contrastantes da resposta COVID-19 no Brasil, apontam para lições importantes para o futuro. Longe de se reduzir ao papel de ser, na melhor das hipóteses, um fixador de mercado e, na pior, um terceirizador, os governos deveriam investir na construção de seus músculos em áreas críticas, como capacidade de adaptação e aprendizagem; capacidade de alinhar os serviços públicos às necessidades dos cidadãos; capacidade de governar sistemas de produção resilientes; e capacidade de governar dados e plataformas digitais.

Um amplo conjunto de capacidades pode ser rapidamente ativado em tempos de experimentação forçada induzida por crises e transformada em experimentação intencional para fins de recuperação de longo prazo por meio de uma abordagem orientada a desafios, ou seja, parcerias público-privadas destinadas a resolver problemas sociais importantes, desde os relacionados à saúde até os relacionados ao clima ou à exclusão digital.

Em conclusão, a pandemia COVID-19 é uma crise de saúde, econômica e social que afetou todos os segmentos da população e todos os setores econômicos. Uma vez que a indústria da construção é essencial tributário e um dos principais pilares da economia, ações devem ser tomadas para controlar o efeito desta pandemia neste setor chave da economia.

## REFERÊNCIAS

- ATTIE, W. Auditoria. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- BADIER, P. A. de. O Estado Democrático de Direito e a sociedade civil. São Paulo: Summus, 2010.
- BARROS, K. A. D. O padrão de adesão aos equipamentos de proteção individual (EPI) em canteiros de obras de pequeno e médio porte. *Revista Internacional de Pesquisa e Tecnologia de Engenharia*. 2020; 13 (2): 339-44.
- BARROSO, R. M. J. Governança Pública na COVID-19. Artigo, 2020. Informações governamentais trimestrais, 36 (4), 10.1016 / j.giq. 2020.101409.
- BRASIL. Lei nº 8.666/1993. São Paulo: RT, 1993.
- CAMPOS, F. B. Estado e sociedade civil no Brasil. São Paulo: Unicamp, 2009. (Dissertação de Mestrado). Disponível em <http://www.unicamp.com.br> Acesso em 05 de nov de 2020.
- COSTA, R. H. C. O surgimento de uma nova doença por coronavírus (SARS-CoV-2) e sua propensão neuroinvasiva podem afetar em pacientes com COVID-19. *Journal of medical virology*. 2020.
- DI PIETRO, M. S. Z. Direito administrativo. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- DUTRA, T. de O. de M. O serviço público na Constituição de 1988. São Paulo: USP, 2013. (Tese de Doutorado).
- FREITAS, D. B. de S. Coronacionalismo brasileiro? Um ponto quente que governa uma crise pandêmica, *Revista de Administração Pública*, 10.1111/puar. 13242. Artigo gratuito PMC. PubMed CrossRef, 2020.
- FUGITA, C. O princípio da supremacia do interesse público sobre o interesse privado e suas consequências. Artigo. 2007. Disponível em [www.direitonet.com.br](http://www.direitonet.com.br) Acesso em 05 de nov de 2020.
- GATES, B. Respondendo a Covid-19 - uma pandemia que ocorre uma vez no século? *O novo jornal inglês de medicina*. 2020.
- KARIN, O.; FREITAS, Y. M.; MILO, T.; SOUZA, P. D. Estratégias de saída cíclica adaptativa do bloqueio para suprimir COVID-19 e permitir a atividade econômica. 2020. 68(3\_suppl):1223-34.
- LIMA, L. A. S. Fundamentos do controle: ferramenta para administradores. São Paulo: Summus, 2019.
- MAGALHÃES, E. de L. D. A Constituição de 1988 e o Estado brasileiro. São Paulo: USP, 2014. (Tese de Doutorado). Disponível em [http://www.usp.com.br/porto\\_pdf](http://www.usp.com.br/porto_pdf). Acesso em 05 de nov de 2020.
- MAZZUCATO, M. O estado empreendedor. *Debunking Public vs Private Sector Myths*, London, Anthem Press, 2020.
- MAZZUCATO, M.; PEREZ, C. Inovação como política de crescimento. Fagerberg J., Laestadius S. e Martin B. (eds), *The Triple Challenge: Europe in a New Age*, Oxford: Oxford University Press; SPRU working paper version (2014), <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=2014-13-swps-mazzucato-perez.pdf&site=25> Acesso em 25 de dez de 2020.

MCKIBBIN, F. R. Os impactos macroeconômicos globais do COVID-19: Sete cenários. 2020.

OLIVEIRA, A. M.; FILHO, L. M. de O. Curso básico de auditoria. São Paulo: Ed. Atlas, 2006.

PIRES, J. M. O agente público na Constituição de 1988: o princípio da eficiência. São Paulo: Atlas, 2004. 204. p.

RAMOS. S. L. Como o Brasil vem lidando com o coronavírus. Artigo, 2020. Financial Times, disponível em <https://www.ft.com/content/cc1f650a-91c0-4e1f-b990-ee8ceb5339ea> Acesso em 25 de dez de 2020.

WALENSKY, R. P.; DEL RIO, C. Da Mitigação à Contenção da Pandemia COVID-19: Colocando o Gênio SARS-CoV-2 de volta na garrafa. Jama. 2020.

MELLO, C.A.B. Curso de direito administrativo. 17. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

# Associativismo e cooperativismo urbano: etapas do processo da gestão contratual com Associações e Cooperativas no uso de bem imóvel público pertencente ao Estado do Maranhão

**Fábio Lavrador Silva**

*Magistério do 2o Grau; Técnico em Aquicultura pelo Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Ifma Campus São Luis - Maracanã; Bacharel em Teologia pela Faculdade de Teologia Hokemãh - Fateh (2016); Graduado em Licenciatura em Pedagogia pelo Centro de Estudos Bet Hakam Conveniado com a Faculdade de Teologia Hokemãh - Fateh; Graduando em Licenciatura em Ciências Agrárias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Ifma Campus São Luis - Maracanã; Curso de Especialização com acesso ao Mestrado em Teologia pela Fatin - Faculdade de Teologia Integrada, Linha de Pesquisa Exegese Bíblica.*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.13](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.13)

# Resumo

O objetivo primordial do trabalho é mostrar as etapas do processo administrativo sobre a cessão de uso de bem imóvel público por parte das associações sem fins lucrativos que se constitui de um mecanismo importante para um bom funcionamento que o Governo do Estado do Maranhão tem se colocado à disposição no atendimento a essas instituições que são carentes de apoio acolhedor, se constituindo como acolhedor. Essas etapas segue um passo a passo até se chegar à conclusão que finaliza o andamento do processo administrativo. As Associações e a Cooperativa são privilegiadas porque, acolhidas pelo Governo do Estado estão desenvolvendo suas funções na sociedade. Como normativas o artigo apresenta as fundamentações bases que estabelecem as regras a serem obedecidas por meio de Leis Federais, Decreto Estadual e Normas Internas que são obedecidas sob regime contratual. Os métodos utilizados estão respaldados justamente em todo o processo de gestão contratual, que abrangem a regulamentação, normalização e normatização estabelecidos nos termos de cessão de uso de bens imóveis pertencentes ao Governo do Estado. As etapas da gestão desse processo administrativo contratual entre o Governo do Estado do Maranhão e as instituições no uso de bens imóveis públicos patrimoniais apresentam resultados importantes que são de acolhimento dessas instituições, agregando valores importantes para o associativismo urbano, atualmente o Estado possui cerca de 13 (treze) Associações e 01 (Cooperativa) com contratos firmados por meio de Termo de Cessão de Uso de Bem Imóvel de Natureza Gratuita, onde serão apresentadas as respectivas instituições ao longo do trabalho.

**Palavras-chave:** associativismo. cooperativismo. processo de gestão. bem imóvel e contrato.

# Abstract

The main objective of the work is to show the stages of the administrative process on the assignment of use of public property by non-profit associations, which constitutes an important mechanism for a good functioning that the Government of the State of Maranhão has placed itself to the willingness to assist these institutions that lack welcoming support, constituting welcoming. These steps follow a step by step until reaching the conclusion that finalizes the progress of the administrative process. Associations and Cooperatives are privileged because, welcomed by the State Government, they are developing their functions in society. As normative, the article presents the basic foundations that establish the rules to be obeyed through Federal Laws, State Decree and Internal Norms that are obeyed under the contractual regime. The methods used are supported precisely in the entire contractual management process, which cover the regulation, standardization and standardization established in the terms of assignment of use of real estate belonging to the State Government. The steps in the management of this contractual administrative process between the Government of the State of Maranhão and the institutions in the use of public real estate assets have important results that are welcomed by these institutions, adding important values for urban associations, currently the State has about 13 (thirteen) Associations and 01 (Cooperative) with contracts signed through a Term of Assignment of Use of Free Property, where the respective institutions will be presented throughout the work.

**Keywords:** associativism. cooperatives. management process. property and contract.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta todas as etapas de como se dá o processo da gestão dos contratos por meio de cessão de uso de bem imóvel pertencente ao patrimônio público da esfera estadual, uso este por parte de Associações sem fins lucrativos, que vai desde as instruções contidas no checklist (cópias de documentações da associação), solicitação, formalização do processo administrativo, legislações, elaboração do contrato, até a publicação no Diário Oficial do Estado do Maranhão.

Tratando-se da questão de participação do processo referente ao associativismo urbano, vale destacar o que (MARQUES e SOUZA, 2018, págs.107-108) descrevem,

O planejamento urbano é um campo multidisciplinar que busca entender a cidade através de seus processos sociais (muitas vezes conflituosos) e formular ações que possam solucionar os problemas urbanos para construção de uma cidade mais igualitária e acessível a todos os seus moradores. O seu instrumento básico é o Plano Diretor, instrumento técnico e legal, segundo a Resolução n.º 34/2005 do Conselho Nacional das Cidades, que deve conter no mínimo: ações e medidas para assegurar o cumprimento das funções sociais da cidade e da função social da propriedade urbana; objetivos, temas prioritários e estratégias para o desenvolvimento da cidade e para a reorganização territorial do município; e instrumentos da política urbana previstos pelo artigo 42 do Estatuto da Cidade de 2001.

No contexto do trabalho, os contratos por meio de cessão de uso de bens imóveis públicos têm sido importantes para o seguimento associativo, que busca uma melhor condição de funcionamento e desempenho de suas atividades em geral e na melhoria de condições de trabalhos em um ambiente seguro, podendo abrigar toda a sua diretoria para as reuniões de resoluções que vierem a surgir.

O objetivo primordial do trabalho é mostrar as etapas do processo administrativo sobre a cessão de uso de bem imóvel público por parte das associações sem fins lucrativos que se constitui de um mecanismo importante para um bom funcionamento que o Governo do Estado do Maranhão tem se colocado à disposição no atendimento a essas instituições que são carentes de um apoio acolhedor e que se constitui como acolhedor. Nessa perspectiva procurou-se entender como o Governo do Estado do Maranhão compreende a realidade que as associações vivem, com o propósito de acomodá-las em seus bens imóveis na perspectiva de oferecer melhores condições de trabalhos.

Na questão metodológica o trabalho tem respaldo nas etapas do processo administrativo por meio de documentos legislativos, bem como nas suas atribuições por parte dos setores específicos da gestão pública.

A conjectura principal entre as associações e o Governo do Estado do Maranhão se integra numa alternativa de confronto das realidades oriundas da necessidade habitacional do associativismo, servindo como análise desse estudo na busca da importância das etapas do processo da gestão contratual de formato administrativamente importante como instrumento de legitimidade e representatividade para o associativismo que manifestam interesses.

Acredita-se que as etapas da gestão desse processo administrativo contratual entre o Governo do Estado do Maranhão e as Associações no uso de bens imóveis públicos patrimoniais apresentam resultados importantes que, inicialmente e propositalmente são de acolhimento dessas instituições, agregando valores importantes para o associativismo urbano, atualmente



o estado possui cerca de 10 (dez) Associações com contratos firmados por meio de Termo de Cessão de Uso de Bem Imóvel de Natureza Gratuita, onde serão apresentadas as respectivas instituições ao longo do trabalho.

## GESTÃO DAS ETAPAS DO PROCESSO CONTRATUAL

Para se conhecer a gestão das etapas de um processo contratual é necessário primeiro se ter conhecimento em geral do que vem a ser um contrato ou uma gestão de contratos que vai desde a sua elaboração até a execução final, bem como as suas análises e seu desempenho na operacionalização de mitigação dos riscos financeiros, bem como a maneira em como será gerenciado, analisado e executado, isso mostra como se define e qualifica esse processo de gestão pública.

Essas etapas definirão a sucessão de um contrato, onde são apresentados para as instituições o “checklist” emitido pelo poder público, que lista toda a documentação necessária que as Associações deverão apresentar, reunindo e protocolando-as, esses referidos documentos compreendem, conforme tabela 1 abaixo:

Tabela 1 (CHECKLIST)	
DOCUMENTOS NECESSÁRIOS PARA CESSÃO DE USO IMÓVEL PERTENCENTE AO GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO.	
<b>DO TITULAR:</b>	<b>DA ENTIDADE:</b>
1 - Ofício solicitando a renovação do contrato (endereçado para a (o) Secretária (o) da Pasta da SECRETARIA DE ESTADO DA GESTÃO, PATRIMÔNIO E ASSISTÊNCIA DOS SERVIDORES – SEGEP); 2 - Cópia de Documento pessoal; 3 - Cópia de Comprovante de Residência.	1 - Cópia da Ata de Assembleia Geral de Constituição; 2 - Cópia do Regimento; 3 - Cópia do Estatuto; 4 - Cópia da Relação de nomes da Diretoria Executiva; 5 - Certidão de Regularidade do FGTS – CRF; 6 - Certidão de Distribuição para Fins Gerais; 7 - Comprovante de Inscrição e de Situação Cadastral; 8 - Certidão Negativa de Dívida Ativa (Federal, Estadual e Municipal); 9 - Projeto Básico das Ações da Instituição (fotos, etc.).

Fonte: Arquivos da SEGEP/SAMOP/SGP/SGCIP

Vale lembrar que os referidos documentos listados e solicitados pelo setor público fazem parte do processo de abertura e execução da formalização das entidades sem fins lucrativos, ou melhor, ao associativismo. Quanto ao item 9 (DA ENTIDADE) normalmente as instituições não dispõem de Projeto Básico, ficando a cargo da Supervisão da Gestão de Contratos de Imóveis Próprios – SGCIP da SGP/SAMOP/SEGEP do Governo do Estado do Maranhão providenciar tal documento para facilitar o atendimento e gestão da etapa do processo contratual.

A partir de então, o processo é formalizado dando entrada da documentação no Protocolo e encaminhado para o gabinete do(a) Secretário(a) ocupante da pasta da Secretaria de Gestão, Patrimônio e Assistência dos Servidores – SEGEP, órgão pertencente ao Governo do Estado do Maranhão, sendo que o mesmo despachado para a Secretaria- Adjunta de Gestão e Patrimônio – SAMOP, subordinada à SEGEP.

Na sequência o processo já formalizado é despachado para a Superintendência de Gestão Patrimonial – SGP e encaminhado para a Supervisão de Gestão de Contratos de Imóveis Próprios – SGCIP que, depois de recebido é despachado ainda para a Supervisão de Gestão

do Patrimônio Imobiliário – SGPI instituída por uma equipe técnica (Engenheiros e Arquitetos), aonde os mesmos vão até o imóvel solicitado pela Associação para ocupação.

A SGCIP faz a vistoria no imóvel e apresenta o relatório técnico, fotográfico e planta baixa do imóvel se inviabilizam ou não, dependendo das condições físicas o referido imóvel, objeto solicitado pela Associação.

Posteriormente a SGPI reúne toda a documentação técnica e devolve o processo para a SGCIP que analisa os autos e dar o Parecer se há ou não a possibilidade de atendimento ao pleito. A partir de então, o capítulo seguinte apresenta demais passos da etapa da gestão contratual.

## AS LEGISLAÇÕES BASES DA GESTÃO DE ETAPA CONTRATUAL

Nas elaborações de quaisquer contratos as regras devem estar bem claras, referentes aos dados do contratante e contratado, bem como do objeto e do prazo, dando clareza a todas as cláusulas existentes no contrato.

De acordo com informações encontradas em (JURIDOC, 2016), destaca-se algumas razões pelas quais se precisa de um processo eficaz de contratos, apresentando o seguinte:

o processo de gerenciamento de contratos – entregas, prazos e termos e condições do contrato – garante a satisfação do cliente; o gerenciamento de contratos afeta muitas áreas dentro de uma organização e pode influenciar de forma significativa em seu orçamento, operações, atendimento ao cliente e imagem pública e a responsabilidade e a transparência da gestão de contratos são cada vez mais necessárias para atender aos padrões regulatórios e de conformidade.

Essa eficácia justamente depende também de uma boa legislação que molda o contrato para que se faça uma gestão eficaz na tramitação e elaboração do contrato ou do Termo de Cessão de Uso de Bem Imóvel de Natureza Gratuita.

No âmbito geral e estadual podemos destacar algumas leis bases que são estabelecidas para a etapa da gestão contratual com as Associações, temos a Lei Federal nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o Decreto Estadual nº 8.513, de 08 de março de 1982 e a Lei no 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), estas legislações que são acompanhadas e fundamentadas para a elaboração do Termo de Cessão de Uso de Bem Imóvel de Natureza Gratuita.

Após análise do processo e dado o Parecer da SGCIP, com base e fundamentação na legislação apresenta, encaminha-se o processo para a Secretaria-Adjunta de Assuntos Jurídicos – SAJUR/SEGEP, solicitando que seja elaborado o Termo de Cessão de Uso de Bem Imóvel de Natureza Não Onerosa para habitação da referida Associação com prazo sugerido e direito à renovação desse contrato.

A SAJUR/SEGEP elabora a minuta e os contratos e solicita à SGCIP a presença do respectivo presidente da Associação para assinatura do contrato que posteriormente é encaminhado para o Diário Oficial do Estado do Maranhão – DOEMA (Publicação de Terceiros). Concluído a publicação o processo é devolvido para a SGCIP que entra em contato novamente com o Presidente da Associação para adquirir o seu contrato (via original).

## TIPOS DE ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS FIRMADAS CONTRATUALMENTE COM O GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO

O Governo do Estado do Maranhão vem implantando vários projetos voltados para as diversas áreas de classes sociais de habitação no centro histórico com intuito de tornar o local habitável, trabalhando na recuperação de vários prédios patrimoniais, onde a população tem se servido de maneira.

A Secretaria de Estado da Gestão, Patrimônio e Assistência dos Servidores – SEGEP tem realizado um papel importantíssimo na questão da gestão contratual com diversas Associações e Cooperativas ao longo dos anos atendendo esses seguimentos com destreza e simpatia estabelecendo normas e padrões regimentais de sua atuação no Governo do Estado do Maranhão.

A gestão patrimonial tem sido importante ao longo dos anos, justamente nessa fase contextual que o mundo tem enfrentado, mesmo assim, o Governo não tem medido esforços para atender e manter um elo entre as entidades tanto Associativismo quanto o Cooperativismo para se apossar de bens imóveis por meio de Termo de Cessão de Uso de Imóvel de Natureza Não Onerosa, cabe observar que (MORAES, 2021, p. 611) diz o seguinte:

Conforme discorre o artigo 102 do Código Civil que os bens públicos, móveis ou imóveis, não estão sujeitos a usucapião, eis que existe a imprescritibilidade das pretensões a eles referentes, confirmando determinação que já constava dos artigos. 183, § 3.º, e 191, parágrafo único, Constituição Cidadã, quanto aos bens imóveis. A expressão contida no dispositivo legal engloba tanto os bens de uso comum do povo como os de uso especial e dominicais.

Nesse caso, ninguém poderá adquirir um bem imóvel público, enquanto guardarem as condições estabelecidas em Leis.

Nas próximas linhas apresentaremos as Associações e alguma Cooperativa que englobam e que fazem parte desse processo de gestão contratual entre o Governo do Estado do Maranhão por meio da SEGEP e as Entidades sem fins lucrativos, conforme segue na tabela 2 na próxima página, que é composta por 14 (quatorze) instituições, sendo 13 (quinze) ASSOCIAÇÕES e 01 (uma) COOPERATIVA.

Nas análises vistas na tabela 2, se observa que, das 14 (quatorze) instituições, 08 (oito) estão com prazo de vigência vencidos e 06 (seis) ainda vigentes, observando que entre elas existem 02 (duas) Associações que o prazo de vigência é por tempo INDETERMINADO, conforme se vê na tabela 2.

SECRETARIA DE ESTADO DA GESTÃO, PATRIMÔNIO E ASSISTÊNCIA DOS SERVIDORES - SEGEI	
SECRETARIA ADJUNTA DE GESTÃO, MODERNIZAÇÃO E PATRIMÔNIO - SAMOP	
SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO PATRIMONIAL - SGP	
SUPERVISÃO DE GESTÃO DE CONTRATOS DE IMÓVEIS PRÓPRIOS - SGCIP	

**CONTROLE DE IMÓVEIS PRÓPRIOS CEDIDOS PARA ASSOCIAÇÕES A TÍTULO GRATUITO**

Nº	CATEGORIA	MODALIDADE E	PROCESSO	INSTITUIÇÃO/ CESSIONÁRIO/ PERMISSSIONÁRIO	ENDEREÇO	CEDENTE	VIGÊNCIA INÍCIO	VIGÊNCIA FINAL	TEMPO (ANO)	SITUAÇÃO DO CONTRATO
1	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO BOAS NOVAS	Prédio Situado na Rua da China, s/nº, Qd. 49 - Anjo da Guarda - S. Luís/MA	SEPLAN	28/04/2008	28/04/2012	4	VENCIDO
2	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO DOS DELEGADOS DA POLÍCIA CIVIL DO MA - ADEPOL/MA	Rua da Palma, nº 322 - Projeto Revier - centro - São Luís-MA	SEAPS	10/05/1990	07/05/2002	12	VENCIDO
3	SALA	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO CARLOS UBIALI	Rua do Gáz China, nº 66 - Centro - São Luís-MA	SEPLAN	26/09/2011	26/09/2013	2	VENCIDO
4	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO DOS IDOSOS DO BAIRRO DO ANJO DA GUARDA	Av. Odylo Costa Filho, nº 04 - Anjo da Guarda - São Luís-MA	SEAPS	01/12/2008	30/11/2013	5	VENCIDO
5	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO DOS AMIGOS DO PARQUE DA JUÇARA	Estrada da Vitória, nº, 161 B - Alegria - Maracanã - S. Luís/MA	SEAPS	02/01/2007	03/07/2022	16	VIGENTE
6	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO DOS FERROVIÁRIOS APOSENTADOS E PENSIONISTAS DO ESTADO DO MARANHÃO	Rua da Palma, nº 337 - sala 02 e 03 - Centro Histórico - São Luís-MA	SEPLAN	31/03/2006	30/08/2008	2	VENCIDO
7	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	279214/2019	ASSOCIAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL DE IMPERATRIZ/MA	Rua Amazonas, Lotes 01 a 05, 08 a 10 da quadra 1, do Loteamento Oswaldo Cruz, Rua Amazonas - Imperatriz-MA	SEGEP	18/02/2020	18/02/2040	20	VIGENTE
8	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO MARANHENSE EM DEFESA DOS ANIMAIS - AMADA	Av. Casemiro Jr., s/n - bairro Anil - São Luís-MA	SEGEP	28/05/2012	-	INDETERMINADO	VIGENTE
9	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO DOS FEIRANTES E TRABALHADORES NO COMÉRCIO DA PRAIA GRANDE - ASFETCOPAG	Prédio Mercado do Peixe, Rua da Estrada, nº 148 - centro - S. Luís-MA	GEMOR	27/11/2000	27/11/2005	5	VENCIDO
10	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO CULTURAL FRANCO BRASILEIRA/ALIANÇA FRANCESA DE SÃO LUÍS	Rua do Gáz, nº 139 - Praia Grande - S. Luís-MA	SEGEP	16/12/2015	16/12/2020	5	VENCIDO
11	SALA	CESSÃO GRATUITA	-	ASSOCIAÇÃO CENTRO CULTURAL DE CAPOEIRA	Av. João Gualberto, nº 52 C - Praia Grande - Centro - S. Luís-MA	SEAPS	09/03/2009	09/03/2014	5	VENCIDO
12	PREDIO	CESSÃO GRATUITA	235621/2018	ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA LOTEAMENTO PRESIDENTE VARGAS-ASCOPREV/Func. Escola Vereador Raimundo Romoaldo e Jardim de Infância Nova Esperança	Rua 04, quadra 158, nº 60, Mambão - Praço do Lumiar/MA	SEDUC	10/02/2020	10/02/2025	5	VIGENTE
13	SALA	CESSÃO GRATUITA	2187/2012	Associação Maranhense em Defesa da Natureza-SOMADENA	Rua João Gualberto, 49, Centro Histórico	SEPLAN	22/05/2013	-	INDETERMINADO	VIGENTE
14	PREDIO	PERMISSÃO GRATUITA	255462/2019	COOFEVI-COOPERATIVA DOS FEIRANTES DO VINHAIS - LTDA	Avenida 03, s/nº Vinhaís - São Luís - MA	SEGEP	28/10/2020	28/10/2030	10	VIGENTE

Fonte: SEGEI/SAMOP/SGP/SGCIP - Em: 01/09/2020

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentar as etapas desse processo de gestão contratual com as instituições não tem sido tarefa fácil, requer uma equipe tanto no setor da gestão propriamente dito, quanto no setor técnico de engenharia, devido ter que montar todo o quebra-cabeça que são as peças que irão compor o processo de solicitação de cessão de uso de bem imóvel público de natureza não onerosa para uso da administração tanto do associativismo quanto do cooperativismo.

Vimos que os resultados são importantes porque tem atendido muitas instituições, ficando às vezes algumas em fase de aguardo da disponibilidade de um imóvel que poderá ser desocupado por qualquer outra entidade, até mesmo as estaduais, municipais e federais, todas elas usufruem também de contratos com o Governo do Estado do Maranhão por meio de cessão de uso.

Acreditamos que o resultado que se pode verificar no trabalho é de que essas associações e a cooperativa ambas tem sido beneficiadas, e que os contratos que não estão mais vigentes, já foram feitas as devidas notificações que serão entregues para as instituições se apresentarem com suas novas documentações para renovação dos referidos contratos, com prazos estabelecidos por meio de regimentos internos da SEGEP.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que o associativismo e o cooperativismo são instituições que tem sido privilegiada pelo Governo do Estado do Maranhão, pelo mesmo adotá-las dando oportunidade de se organizarem de maneira adequada.

Essas etapas que sofre o processo de gestão contratual são importantes, porque se observa que tem contribuído de forma expressiva às instituições em geral como alternativa de melhorar as suas condições de trabalho.

Todavia, o presente artigo almejou apontar as etapas desse processo e mostrar como se pode construir e realizar sonhos através de ações da gestão pública que tem realizado um papel importante para agregar valores, valorizando o cooperativismo e o associativismo estabelecido no Maranhão.

## REFERÊNCIAS

MARQUES, Verônica Teixeira; SOUZA, Perci Coelho de (orgs.). Direitos humanos na democracia contemporânea velhos e novos embates [recurso eletrônico]. Rio de Janeiro: Bonecker, 2018. 237p.: 2.250 kbytes, v. 2. 1ed. E-book. Disponível em: <https://www.juridoc.com.br/blog/gestao-de-contratos/10668-o-que-e-gestao-de-contratos/#:~:text=O%20processo%20de%20gerenciamento%20de%20contratos%20%E2%80%93%20entregas%2C%20prazos%20e%20termos,ao%20cliente%20e%20imagem%20p%C3%ABlica>. Acesso em: 22 set. 2021.

JURIDOC. 07 Mar Gestão de contratos: o que é, etapas do processo [+benefícios]. Postado às 17:55h em Gestão de Contratos por Juridoc. Disponível em: <https://www.juridoc.com.br/blog/gestao-de-contratos/10668-o-que-e-gestao-de-contratos/>. Acesso em: 22 set. 2021.



MORAES, Renato Alencar de. Revista Ibero-Amer de Humanidades, Ciências e Educação-REASE. A GESTÃO PATRIMONIAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.7, n. 4. Abr. 2021. ISSN -2675 –3375. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/991/472>. Acesso em: 22 set. 2021.

Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. LEI Nº 8.666, DE 21 DE JUNHO DE 1993. “Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.” Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm). Acesso em 22 set. 2021.

Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. LEI Nº LEI No. 10.406, DE 10 DE JANEIRO DE 2002. “Institui o Código Civil .” Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm). Acesso em 22 set. 2021.

SECRETARIA DE TRANSPARÊNCIA E CONTROLE. DECRETO ESTADUAL Nº 8.513 DE 08 DE MARÇO DE 1982. Área de Interesse: Administração de Material e Patrimônio. Órgão: GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. “Dispõe sobre o Sistema de Patrimônio e dá outras providências.” Disponível em: <https://stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=1024>. Acesso em: 22 set. 2021.



# Análise de sinais e sistemas

---

**Paulo Henrique Castro Costa**

*Universidade CEUMA, Departamento de Educação, São Luís, MA, Brasil.*

**Ricardo Santos Silva**

*Universidade CEUMA, Departamento de Educação, São Luís, MA, Brasil.*

**Vicente Carlos Silva e Silva**

*Universidade CEUMA, Departamento de Educação, São Luís, MA, Brasil.*

**Rodolfo Ricardo Rocha Schiemann**

*Universidade CEUMA, Departamento de Educação, São Luís, MA, Brasil.*

**Jonathan Araújo Queiroz**

*Doutor em Engenharia Elétrica, graduado em Matemática, atua na área de matemática computacional, Professor da Universidade CEUMA*

*Universidade CEUMA, Departamento de Educação, São Luís, MA, Brasil.*

DOI: [10.47573/aya.88580.2.48.14](https://doi.org/10.47573/aya.88580.2.48.14)

# Resumo

Nesta disciplina curso de graduação em engenharia da computação, o processamento desses sinais, sejam analógicos ou digitais, despertará o interesse das pessoas. O tipo de processamento que pode ser executado depende muito do tipo de sinal. Por exemplo, na análise do aquecimento global na Terra, o objetivo é extrair informações dos registros de temperatura média medidos ao longo dos anos para detectar tendências. Dentro desse contexto, o presente artigo busca através da revisão bibliográfica abordar a análise de sinais e sistemas. O método de revisão bibliográfico permite incluir pesquisas experimentais e não experimentais, obtendo a combinação de dados empíricos e teóricos que podem direcionar à definição de conceitos, identificação de lacunas nas áreas de estudos, revisão de teorias e análise metodológica dos estudos sobre um determinado tópico. Este método exige recursos, conhecimentos e habilidades para o seu desenvolvimento.

**Palavras-chave:** análise. sistemas. sinais.

# Abstract

In this subject of the undergraduate computation engineering course, processing these signals, whether analogue or digital, will arouse people's interest. The type of processing that can be performed depends very much on the type of signal. For example, in analyzing global warming on Earth, the aim is to extract information from average temperature records measured over the years to detect trends. Within this context, this article seeks, through a literature review, to approach the analysis of signals and systems. The literature review method allows for the inclusion of experimental and non-experimental research, obtaining a combination of empirical and theoretical data that can lead to the definition of concepts, identification of gaps in the areas of study, review of theories and methodological analysis of studies on a given topic. This method requires resources, knowledge and skills for its development.

**Keywords:** analysis. systems. signals.

## INTRODUÇÃO

Na vida diária, quase sempre encontramos sinais. Os sinais geralmente contêm informações sobre certos fenômenos ou eventos. Quando fazemos uma ligação, o som é um sinal acústico, que é convertido em sinal elétrico pelo microfone. Por exemplo, este sinal elétrico é transmitido por um sistema de satélite e recebido do outro lado da terra, e então convertido de volta para um sinal de voz (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).

Quando alguém faz um teste de eletrocardiograma, o resultado mostra que a atividade elétrica do coração é um sinal e, quando analisado, mostra a condição cardíaca do paciente. A taxa de inflação mensal para todo o ano também pode ser usada como um indicador. A energia elétrica alocada ao domicílio é um sinal sinusoidal com certa amplitude e frequência (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

Nesta e em outras disciplinas do curso de graduação em engenharia da computação, o processamento desses sinais, sejam analógicos ou digitais, despertará o interesse das pessoas. O tipo de processamento que pode ser executado depende muito do tipo de sinal. Por exemplo, na análise do aquecimento global na Terra, o objetivo é extrair informações dos registros de temperatura média medidos ao longo dos anos para detectar tendências (DULLERUD; PAGANINI, 2013).

Dentro desse contexto, o presente artigo busca através da revisão bibliográfica abordar a análise de sinais e sistemas.

O tipo do estudo é uma revisão bibliográfica, pesquisas do tipo tem o objetivo primordial à exposição dos atributos de determinado fenômeno ou afirmação entre suas variáveis (GIL, 2018). Assim, recomenda-se que apresente características do tipo: analisar a atmosfera como fonte direta dos dados e o pesquisador como um instrumento interruptor; não agenciar o uso de artifícios e métodos estatísticos, tendo como apreensão maior a interpretação de fenômenos e a imputação de resultados, o método deve ser o foco principal para a abordagem e não o resultado ou o fruto, a apreciação dos dados deve ser atingida de forma intuitiva e indutivamente através do pesquisador (GIL, 2018).

O método de revisão bibliográfico permite incluir pesquisas experimentais e não experimentais, obtendo a combinação de dados empíricos e teóricos que podem direcionar à definição de conceitos, identificação de lacunas nas áreas de estudos, revisão de teorias e análise metodológica dos estudos sobre um determinado tópico. Este método exige recursos, conhecimentos e habilidades para o seu desenvolvimento (GIL, 2018).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Sinais de tempo contínuo e discreto

Na dinâmica matemática, o tempo discreto e o tempo contínuo são duas estruturas alternativas para modelar variáveis que evoluem ao longo do tempo. O tempo discreto vê os valores das variáveis como ocorrendo em "pontos no tempo" distintos e separados ou, de forma equivalente, como inalterados ao longo de cada região diferente de zero do tempo ("período de

tempo") - isto é, o tempo é visto como uma variável discreta (KELES *et al.*, 2017). Assim, uma variável não temporal salta de um valor para outro à medida que o tempo passa de um período de tempo para o seguinte. Esta visão do tempo corresponde a um relógio digital que dá uma leitura fixa de 10:37 por um tempo, e então salta para uma nova leitura fixa de 10:38, etc. Neste quadro, cada variável de interesse é medida uma vez em cada período de tempo. O número de medições entre quaisquer dois períodos de tempo é finito. As medições são normalmente feitas em valores inteiros sequenciais da variável "tempo" (PERES; OLIVEIRA, 2017).

Um sinal discreto ou sinal de tempo discreto é uma série de tempo que consiste em uma sequência de quantidades. Ao contrário de um sinal de tempo contínuo, um sinal de tempo discreto não é função de um argumento contínuo; entretanto, pode ter sido obtido por amostragem de um sinal de tempo contínuo. Quando um sinal de tempo discreto é obtido por amostragem de uma sequência em tempos uniformemente espaçados, ele tem uma taxa de amostragem associada (PHILLIPS; NAGLE, 2017).

Os sinais de tempo discreto podem ter várias origens, mas geralmente podem ser classificados em um de dois grupos: Ao adquirir valores de um sinal analógico em taxa constante ou variável. Este processo é chamado de amostragem; Observando um processo de tempo inerentemente discreto, como o valor de pico semanal de um indicador econômico específico (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).

Em contraste, o tempo contínuo vê as variáveis como tendo um valor específico por apenas um período de tempo infinitesimalmente curto. Entre quaisquer dois pontos no tempo, há um número infinito de outros pontos no tempo. A variável "tempo" abrange toda a linha de número real ou, dependendo do contexto, algum subconjunto dela, como os reais não negativos. Assim, o tempo é visto como uma variável contínua (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

Um sinal contínuo ou um sinal de tempo contínuo é uma quantidade variável (um sinal) cujo domínio, que geralmente é o tempo, é um contínuo (por exemplo, um intervalo conectado de reais). Ou seja, o domínio da função é um conjunto incontável. A função em si não precisa ser contínua. Para contrastar, um sinal de tempo discreto tem um domínio contável, como os números naturais (DULLERUD; PAGANINI, 2013). Um sinal de amplitude e tempo contínuos é conhecido como sinal de tempo contínuo ou sinal analógico. Este (um sinal) terá algum valor a cada instante do tempo. Os sinais elétricos derivados em proporção com as grandezas físicas como temperatura, pressão, som etc. são geralmente sinais contínuos. Outros exemplos de sinais contínuos são onda senoidal, onda cosseno, onda triangular, etc (KELES *et al.*, 2017).

O sinal é definido em um domínio, que pode ou não ser finito, e há um mapeamento funcional do domínio para o valor do sinal. A continuidade da variável de tempo, em conexão com a lei da densidade dos números reais, significa que o valor do sinal pode ser encontrado em qualquer ponto arbitrário no tempo (PERES; OLIVEIRA, 2017).

Em muitas disciplinas, a convenção é que um sinal contínuo deve sempre ter um valor finito, o que faz mais sentido no caso de sinais físicos. Para alguns fins, singularidades infinitas são aceitáveis, desde que o sinal seja integrável em qualquer intervalo finito. Qualquer sinal analógico é contínuo por natureza. Os sinais de tempo discreto, usados no processamento digital de sinais, podem ser obtidos por amostragem e quantização de sinais contínuos. O sinal contínuo também pode ser definido em uma variável independente diferente do tempo. Outra variável

independente muito comum é o espaço e é particularmente útil no processamento de imagens , onde duas dimensões espaciais são usadas (PHILLIPS; NAGLE, 2017).

O tempo discreto é frequentemente empregado quando medidas empíricas estão envolvidas, porque normalmente só é possível medir as variáveis sequencialmente. Por exemplo, embora a atividade econômica realmente ocorra de forma contínua, não havendo nenhum momento em que a economia esteja totalmente paralisada, só é possível medir a atividade econômica de forma discreta. Por esse motivo, dados publicados sobre, por exemplo, produto interno bruto mostrarão uma sequência de valores trimestrais (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).

Quando se tenta explicar empiricamente tais variáveis em termos de outras variáveis e / ou seus próprios valores anteriores, usa-se séries temporais ou métodos de regressão em que as variáveis são indexadas com um subscrito indicando o período de tempo em que a observação ocorreu. Além disso, quando um pesquisador tenta desenvolver uma teoria para explicar o que é observado em tempo discreto, muitas vezes a própria teoria é expressa em tempo discreto para facilitar o desenvolvimento de uma série temporal ou modelo de regressão (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

Por outro lado, muitas vezes é mais matematicamente tratável construir modelos teóricos em tempo contínuo e, frequentemente, em áreas como a física, uma descrição exata requer o uso de tempo contínuo. Em um contexto de tempo contínuo, o valor de uma variável  $y$  em um ponto não especificado no tempo é denotado como  $y(t)$  (DULLERUD; PAGANINI, 2013).

O tempo discreto faz uso de equações de diferença, também conhecidas como relações de recorrência. Uma variável medida em tempo discreto pode ser plotada como uma função degrau , em que cada período de tempo recebe uma região no eixo horizontal do mesmo comprimento que qualquer outro período de tempo, e a variável medida é plotada como uma altura que permanece constante durante todo a região do período de tempo. Nesta técnica gráfica, o gráfico aparece como uma sequência de etapas horizontais. Alternativamente, cada período de tempo pode ser visto como um ponto destacado no tempo, geralmente em um valor inteiro no eixo horizontal, e a variável medida é plotada como uma altura acima desse ponto do eixo do tempo (KELES *et al.*, 2017).

Nesta técnica, o gráfico aparece como um conjunto de pontos. Os valores de uma variável medida em tempo contínuo são plotados como uma função contínua , uma vez que o domínio do tempo é considerado todo o eixo real ou pelo menos alguma parte conectada dele (PERES; OLIVEIRA, 2017).

## Transformação da variável independente

As transformações são usadas para apresentar dados em uma escala diferente. A natureza de uma transformação determina como a escala da variável não transformada será afetada. Em aplicações de modelagem e estatísticas, as transformações são frequentemente usadas para melhorar a compatibilidade dos dados com as suposições subjacentes a um processo de modelagem, para linearizar a relação entre duas variáveis cuja relação é não linear ou para modificar a faixa de valores de uma variável. As transformações podem ser feitas para variáveis dependentes, variáveis independentes ou ambas (PHILLIPS; NAGLE, 2017). Embora as transformações possam resultar na melhoria de uma suposição de modelagem específica, como linearidade ou

homoscedasticidade, muitas vezes podem resultar na violação de outras. Portanto, as transformações devem ser usadas de forma iterativa, com verificação contínua de outras suposições de modelagem à medida que as transformações são feitas. É possível que uma melhoria em uma suposição de modelagem provocada por uma transformação possa resultar em uma violação mais séria de outro requisito de suposição do modelo (ANTHONY, R. N.; GOVINDARAJAN, 2018).

Outra dificuldade surge quando a resposta ou variável dependente  $Y$  é transformada. Nesses casos, um modelo resulta que é uma expressão estatística da variável dependente em uma forma que não era de interesse principal na investigação inicial, como o log de  $Y$ , a raiz quadrada de  $Y$  ou o inverso de  $Y$ . Em modelos estatísticos, as comparações devem sempre ser feitas na escala original não transformada de  $Y$ . Essas comparações se estendem às estatísticas de ajuste e aos exercícios de validação de modelo (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

As transformações não refletem apenas suposições sobre a relação subjacente entre as variáveis, mas também a estrutura de erro subjacente do modelo. Por exemplo, as transformações exponenciais implicam uma estrutura de erro multiplicativa do modelo subjacente, e não uma estrutura de erro aditiva que é assumida na regressão linear (DULLERUD; PAGANINI, 2013).

Por exemplo, quando a função subjacente  $Y = a \exp bX + e$  é suspeita, uma transformação de log dará  $\ln(Y) = \ln(a \exp bX + e) = \ln[(a \exp bX) (1 + e / a \exp bX)] = \ln(a) + bX + \ln(1 + e / a \exp bX)$ . Embora o modelo seja realmente linear, o termo de erro claramente não é aquele especificado na regressão de mínimos quadrados ordinários. Na verdade, o termo de erro é uma função de  $X$ ,  $a$  e  $b$ , portanto, é multiplicativo. A conclusão desse resultado é que os termos de erro devem sempre ser verificados após as transformações serem feitas no modelo para garantir que eles ainda sejam compatíveis com as suposições de modelagem, que geralmente são normalidade e homoscedasticidade (constante) (KELES *et al.*, 2017).

As transformações em uma variável dependente mudarão a distribuição dos termos de erro em um modelo. Assim, a incompatibilidade de erros de modelo com uma distribuição assumida pode às vezes ser remediada com transformações da variável dependente (PERES; OLIVEIRA, 2017).

As não linearidades entre a variável dependente e uma variável independente muitas vezes podem ser linearizadas transformando a variável independente. As transformações em uma variável independente geralmente não alteram a distribuição dos termos de erro. Quando uma relação entre uma variável dependente e independente requer transformações extensas para atender aos requisitos de linearidade e distribuição de erro, frequentemente existem métodos alternativos para estimar os parâmetros da relação, a saber, regressão não linear e modelos de regressão generalizados (PHILLIPS; NAGLE, 2017).

Os intervalos de confiança calculados nas variáveis transformadas precisam ser calculados pela transformação de volta às unidades originais de interesse. Os modelos podem e devem ser comparados apenas nas unidades originais da variável dependente, e não nas unidades transformadas. Assim, os testes de previsão de qualidade de ajuste e similares devem ser calculados usando as unidades originais (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).



## Funções impulso unitário e degrau unitário

Além dos sinais senoidais e exponenciais discutidos na aula anterior, outros sinais básicos importantes são o passo da unidade e o impulso da unidade. Nesta aula, discutimos esses sinais e, em seguida, procedemos a uma discussão de sistemas, primeiro em geral e depois em termos de várias classes de sistemas definidos por propriedades específicas do sistema. O passo unitário, tanto para tempo contínuo quanto discreto, é zero para tempo negativo e unidade para tempo positivo. No tempo discreto, o passo unitário é uma sequência bem definida, enquanto no tempo contínuo há a complicação matemática de uma descontinuidade na origem. Uma distinção semelhante se aplica ao impulso unitário (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

No tempo discreto, o impulso unitário é simplesmente uma sequência zero, exceto em  $n = 0$ , onde é a unidade. Em tempo contínuo, ele se comporta um tanto mal matematicamente, sendo de altura infinita e largura zero, mas tendo uma área finita. O passo da unidade e o impulso da unidade estão intimamente relacionados. Em tempo discreto, o impulso unitário é a primeira diferença do passo unitário, e o passo unitário é a soma corrente do impulso unitário. Correspondentemente, em tempo contínuo, o impulso unitário é a derivada do passo unitário e o passo unitário é a integral de execução do impulso (DULLERUD; PAGANINI, 2013).

O fato de ser uma primeira diferença e uma soma contínua que relaciona o passo e o impulso em tempo discreto e uma derivada e integral contínua que os relaciona em tempo contínuo não deve ser mal interpretado para significar que uma primeira diferença é uma boa "representação" de uma derivada ou que uma soma corrente é uma boa "representação" de uma integral corrente. Em vez disso, para esta situação particular, essas operações desempenham papéis correspondentes em tempo contínuo e em tempo discreto (KELES *et al.*, 2017).

Como indicado acima, há uma variedade de dificuldades matemáticas com o passo unitário de tempo contínuo e impulso unitário que não tentamos abordar cuidadosamente nestas aulas. Este tópico é tratado formalmente matematicamente por meio do uso do que chamamos de funções generalizadas, que é um nível de formalismo muito além do que exigimos para nossos propósitos. A ideia essencial, entretanto, é que o aspecto importante dessas funções, em particular do impulso, não é qual é seu valor em cada instante de tempo, mas como ele se comporta sob integração (PERES; OLIVEIRA, 2017).

Em sua forma mais geral, os sistemas são difíceis de lidar analiticamente porque não têm propriedades particulares para explorar. Em outras palavras, os sistemas gerais são simplesmente gerais demais. Definimos, discutimos e ilustramos uma série de propriedades do sistema que consideraremos úteis para referir-se e explorar à medida que as aulas prosseguem, entre elas memória, invertibilidade, causalidade, estabilidade, invariância no tempo e linearidade. Os dois últimos, linearidade e invariância no tempo, tornam-se particularmente significativos a partir deste ponto (PHILLIPS; NAGLE, 2017).

De forma surpreendente, como veremos, o simples fato de saber que um sistema é linear e invariante no tempo nos proporciona uma gama incrivelmente poderosa de ferramentas para analisá-lo e representá-lo. Embora nem todos os sistemas tenham essas propriedades, muitos têm, e aqueles que têm são geralmente mais fáceis de entender e implementar. Consequentemente, tanto os sistemas de tempo contínuo quanto os de tempo discreto que são lineares e variantes no tempo tornam-se extremamente significativos no projeto, implementação e análise

de sistema em uma ampla gama de aplicações (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).

## Propriedades básicas de um sistema

Um sistema com memória tem saídas que dependem de entradas anteriores (ou futuras).

- Exemplo de um sistema com memória:

$$y(t) = x(t - \pi)$$

- Exemplo de sistema sem memória:

$$y(t) = x(t)$$

Um sistema invertível é aquele em que existe uma correlação um-para-um entre entradas e saídas.

- Exemplo de um sistema invertível :

$$y(t) = x(t)$$

- Exemplo de um sistema não invertível :

$$y(t) = |x(t)|$$

No segundo exemplo, tanto  $x(t) = -3$  e  $x(t) = 3$  produzem o mesmo resultado.

Um sistema causal tem saídas que dependem apenas das entradas atuais e / ou anteriores.

- Exemplo de um sistema causal :

$$y(t) = x(t) + x(t - 1)$$

Exemplo de um sistema não causal :

$$y(t) = x(t) + x(t + 1)$$

Existem muitos tipos de estabilidade, para este curso, primeiro consideramos a estabilidade BIBO (Bounded Input Bounded Output). Um sistema é BIBO estável se, para todas as entradas limitadas ( $\exists B, \epsilon > 0, |x(t)| < B$ ), a saída também é limitada ( $|y(t)| < \infty$ )

Um sistema é invariante no tempo se uma mudança no domínio do tempo corresponder à mesma mudança na saída.

- Exemplo de um sistema invariante no tempo :

$$y_1(t) = x_1(t) \mapsto y_2(t - t_0) = x_2(t - t_0)$$

- Exemplo de um sistema de variação de tempo :

$$y_1(t) = \sin(t) x_1(t) \mapsto y_2(t - t_0) = \sin(t) x_2(t - t_0)$$

No primeiro exemplo,  $y_2$  é a versão deslocada de  $y_1$ . Isso não é verdade para o segundo exemplo.

Um sistema é linear se a propriedade de superposição for mantida, ou seja, as combinações lineares de entradas levam às mesmas combinações lineares das saídas. Um sistema com entradas  $x_1$  e  $x_2$  e saídas correspondentes  $y_1$  e  $y_2$  é linear se:  $ax_1 + bx_2 = ay_1 + by_2$  para quaisquer constantes  $a$  e  $b$ .

- Exemplo de um sistema linear :

$$y(t) = 10x(t)$$

- Exemplo de um sistema não linear :

$$y(t) = x(t)^2$$

## METODOLOGIA DA PESQUISA

Tratou-se de revisão da literatura, baseando-se na busca de artigos publicados entre 2013 a 2021. As bases de dados utilizadas serão: PUBMED, CAPES, SCIELO e Google Acadêmico. Os descritores utilizados para a busca foram: Análise; Sistemas; Sinais. Os critérios de inclusão utilizados serão: artigos que respondessem à questão de metodologia de projeto, e os critérios de exclusão foram: editoriais, artigos de revisão da literatura e artigos que não respondessem à questão de outras metodologias proposto por este estudo.

A pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos. Quanto aos objetivos, a pesquisa divide-se em exploratória, descritiva e explicativa. Analisando os objetivos da pesquisa serão utilizadas as pesquisas exploratórias e descritivas.

O tipo do estudo é uma revisão bibliográfica, pesquisas do tipo tem o objetivo primordial à exposição dos atributos de determinado fenômeno ou afirmação entre suas variáveis. Assim, recomenda-se que apresente características do tipo: analisar a atmosfera como fonte direta dos dados e o pesquisador como um instrumento interruptor; não agenciar o uso de artifícios e métodos estatísticos, tendo como apreensão maior a interpretação de fenômenos e a imputação de resultados, o método deve ser o foco principal para a abordagem e não o resultado ou o fruto, a apreciação dos dados deve ser atingida de forma intuitiva e indutivamente através do pesquisador.

Quanto à abordagem do estudo, tendo em consideração os objetivos definidos, considerou-se mais adequada a adoção de uma metodologia qualitativa. Vários estudos os quais empregam assim uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os conceitos de sinais e sistemas aparecem em vários campos, e as ideias e técnicas associadas a esses conceitos desempenham um papel importante em vários campos da ciência e tecnologia, como comunicações, aeronáutica e astronáutica, design de circuitos, acústica,

sismologia, biomédica engenharia, geração de energia e sistemas de distribuição, controle de processos químicos e processamento de voz (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

Embora a natureza física dos sinais e sistemas gerados nessas diferentes disciplinas possam diferir muito, eles compartilham duas características básicas em comum. Os sinais, que são funções de uma ou mais variáveis independentes, contêm informações sobre o comportamento ou a natureza de certos fenômenos, enquanto os sistemas respondem a sinais específicos, produzindo outros sinais ou um comportamento desejado. Tensão e corrente versus tempo em um circuito é um exemplo de sinal, e um circuito em si é um exemplo de sistema que, neste caso, responde à tensão e corrente aplicadas (DULLERUD; PAGANINI, 2013).

Outro exemplo, quando o motorista de um carro pressiona o pedal do acelerador, o carro responde aumentando a velocidade. Nesse caso, o sistema é o carro, a pressão no pedal do acelerador é a entrada do sistema e a resposta é a velocidade do veículo. Um programa de computador para o diagnóstico automático de um EKG pode ser pensado como um sistema cuja entrada é um EKG digitalizado e gera estimativas de parâmetros como frequência cardíaca como saída (KELES *et al.*, 2017).

Uma câmera é um sistema que captura luz de uma variedade de fontes, incluindo objetos refletidos, e produz uma imagem. Um braço robótico é um sistema cujo movimento é em resposta às entradas de controle. Nos muitos contextos em que os sinais e sistemas aparecem, existem várias questões e questões importantes. Em alguns casos, estamos familiarizados com um sistema Prolog específico e queremos descrever seus recursos em detalhes para entender como ele reagirá a várias entradas (PERES; OLIVEIRA, 2017).

Os exemplos incluem a análise de um circuito para quantificar sua resposta a diferentes fontes de tensão e corrente; e determinar as características de resposta da aeronave aos controles do piloto e às rajadas de vento. Em outros problemas e sistemas de análise de sinal, em vez de analisar os sistemas existentes, nosso interesse pode se concentrar em projetar sistemas para processar sinais de maneiras específicas. Um contexto muito comum em que esses problemas surgem é no projeto de sistemas para melhorar ou restaurar sinais que foram degradados de alguma forma (PHILLIPS; NAGLE, 2017).

Por exemplo, quando o piloto se comunica com a torre de controle de tráfego aéreo, a comunicação pode ser prejudicada devido aos altos níveis de ruído na cabine. Neste caso, e em muitos casos semelhantes, é possível conceber sistemas que retêm o sinal pretendido - neste caso a voz do piloto - e (pelo menos aproximadamente) rejeitam o sinal indesejado, nomeadamente o ruído. Um conjunto semelhante de objetivos também pode ser encontrado na área geral de restauração e aprimoramento de imagens (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).

Por exemplo, imagens de sondas espaciais ou satélites de observação da Terra frequentemente representam versões degradadas da cena apresentada, devido a limitações no equipamento de imagem, efeitos atmosféricos e erros de transmissão de sinal durante a operação. Portanto, as imagens retornadas do espaço são frequentemente processadas por sistemas para compensar parte dessa degradação. Além disso, essas imagens são frequentemente processadas para melhorar certas características, como linhas (por exemplo, correspondendo a leitos de rios ou falhas geológicas) ou os limites de áreas com alto contraste de cor ou brilho (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

Além de aprimoramento e recuperação, em muitas aplicações é necessário projetar sis-

temas para extrair informações específicas dos sinais. Um exemplo é a estimativa da frequência cardíaca de uma máquina de EKG. Outro exemplo são as previsões econômicas. Por exemplo, podemos desejar analisar o histórico de uma série de tempo econômica, como um conjunto de médias de estoque, para estimar tendências e outras características, como variações sazonais, que podem ser úteis para fazer previsões sobre o comportamento futuro (DULLERUD, G. E.; PAGANINI, 2013).

Em outras aplicações, o foco pode estar no projeto de sinais com propriedades específicas. Especificamente, em aplicações de comunicação, as pessoas atribuem grande importância ao design do sinal para atender às restrições e requisitos de uma transmissão bem-sucedida. Por exemplo, a comunicação de longa distância através da atmosfera requer o uso de sinais com frequências em partes específicas do espectro eletromagnético (KELES *et al.*, 2017).

O projeto dos sinais de comunicação também deve considerar a necessidade de recepção confiável na presença de distorção causada pela transmissão através da atmosfera e interferência de outros sinais transmitidos simultaneamente por outros usuários. Outra categoria de aplicações muito importante, na qual aparecem os conceitos e tecnologias utilizadas para analisar sinais e sistemas, são aquelas aplicações que desejamos modificar ou controlar as características de um determinado sistema, talvez selecionando sinais de entrada específicos ou combinando o sistema com outros sistemas (PERES; OLIVEIRA, 2017).

Um exemplo de tal aplicação é o projeto de sistemas de controle para regular plantas de processamento químico. Este tipo de fábrica é equipado com vários sensores para medir sinais físicos como temperatura, umidade e composição química. O sistema de controle neste tipo de fábrica responde aos sinais do sensor ajustando a taxa de fluxo e a temperatura para ajustar o processo químico em andamento. O projeto de pilotos automáticos de aeronaves e sistemas de controle de computador representa outro exemplo (PHILLIPS; NAGLE, 2017).

Nesse caso, o sistema de controle da aeronave usa sinais que medem a velocidade, altitude e rumo da aeronave para ajustar variáveis como aceleração e posições do leme e do aileron. Esses ajustes são feitos para garantir que a aeronave siga a rota designada, para tornar a viagem da aeronave mais suave e para melhorar a capacidade de responder aos comandos do piloto. Neste caso e no exemplo anterior de controle de processo químico, um conceito importante chamado feedback desempenha um papel fundamental, porque o sinal de medição é realimentado e usado para ajustar as características de resposta do sistema (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).

Os exemplos citados nos parágrafos anteriores representam apenas uma pequena parte da gama extremamente ampla de aplicações de conceitos de sinal e sistema. A importância desses conceitos não vem apenas da diversidade dos fenômenos e processos que eles aparecem, mas também de um grande número de ideias existentes, técnicas de análise e métodos que estão sendo desenvolvidos e usados para resolver problemas envolvendo sinais e sistemas (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

A importância desses conceitos advém não só da diversidade dos fenômenos e processos que aparecem, mas também do grande número de ideias, técnicas e métodos de análise que existem e estão sendo desenvolvidos e utilizados para resolver problemas envolvendo sinais e sistemas. A história desse desenvolvimento pode ser traçada há vários séculos e, embora a

maior parte do trabalho seja impulsionada por aplicações específicas, muitas dessas ideias provaram ser de importância vital para uma gama mais ampla de questões do que originalmente abordadas. de propósito (DULLERUD; PAGANINI, 2013).

Por exemplo, as ferramentas de análise de Fourier formam a base da análise do domínio do sinal e da frequência do sistema. Por exemplo, ao analisar circuitos e sistemas mecânicos, estamos preocupados com a constante mudança de sinais. Por outro lado, a média de fechamento diário do mercado de ações é, por sua própria natureza, um sinal que evolui em momentos discretos (ou seja, no fechamento de cada dia). A média de fechamento do mercado de ações não é uma curva em função de uma variável contínua, mas uma sequência de números associados a momentos discretos em um determinado tempo (KELES *et al.*, 2017).

Essa diferença entre a descrição básica da evolução do sinal e os sistemas que respondem ou processam esses sinais naturalmente leva a duas estruturas paralelas para analisar sinais e sistemas. Um fenômeno e processo usado para descrever em tempo contínuo. Os conceitos e tecnologias relacionados a sinais e sistemas de tempo contínuo e sinais e sistemas de tempo discreto têm uma história rica e estão intimamente relacionados em conceito (PERES; OLIVEIRA, 2017).

No entanto, historicamente, como seus aplicativos anteriores são um tanto diferentes, na maioria dos casos, eles são pesquisados e desenvolvidos de forma independente. Sinais e sistemas de tempo contínuo têm raízes fortes em problemas relacionados à física e sinais e sistemas xxii e, no passado recente, estiveram relacionados a circuitos e comunicações (PHILLIPS; NAGLE, 2017).

A tecnologia de sinais e os sistemas de tempo discreto têm raízes profundas na análise numérica, estatística e de séries temporais relacionadas à análise de dados econômicos e demográficos. No entanto, nas últimas décadas, os campos de sinais e sistemas de tempo contínuo e discreto tornaram-se cada vez mais interligados e as aplicações estão altamente correlacionadas. Sua principal motivação vem dos incríveis avanços na tecnologia de implementação de sistemas e geração de sinais (ANTHONY; GOVINDARAJAN, 2018).

Especificamente, o desenvolvimento contínuo de computadores digitais de alta velocidade, circuitos integrados e tecnologias complexas de fabricação de dispositivos de alta densidade permitiu que o processamento de sinal em tempo contínuo fosse expresso como amostras ao longo do tempo (ou seja, convertendo-os em sinais de tempo discreto). Por exemplo, o sistema de controle do computador de aeronaves modernas de alto desempenho digitaliza a saída do sensor (como a velocidade do veículo) para gerar uma série de medições amostradas, que são então processadas pelo sistema de controle (BALLET; PARRO; ROMANO, 2014).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tempo passa paralelamente. Como muitos conceitos são semelhantes (mas não idênticos), processá-los em paralelo pode compartilhar *insights* e intuição, e as semelhanças e diferenças entre eles serão mais concentradas. Além disso, conforme o conteúdo de nossos materiais de leitura se torna óbvio, alguns conceitos são mais fáceis de entender em um quadro do que em outro e, uma vez compreendido, a ideia é fácil de transferir.



Além disso, esse processamento paralelo promove muito a nossa compreensão do ambiente prático muito importante que combina tempo contínuo e tempo discreto, ou seja, a amostragem de sinais de tempo contínuo e o processamento de sinais de tempo contínuo usando sistemas de tempo discretos. Os conceitos de sinais e sistemas são conceitos muito gerais. No entanto, neste nível de generalidade, apenas uma declaração abrangente das propriedades dos sinais e sistemas pode ser feita, e suas características só podem ser discutidas nos termos mais básicos.

Por outro lado, um conceito básico e importante de sinais e sistemas de processamento é que, ao selecionar cuidadosamente cada subcategoria e, em seguida, explorar subcategorias com propriedades específicas, podemos analisar e caracterizar esses sinais e sistemas com mais profundidade. A definição de tal linearidade e invariância de tempo leva a um conceito e técnica convincentes que não apenas têm um significado prático importante, mas também são fáceis de manusear analiticamente e intelectualmente benéficos.

A análise de sinal e sistema tem uma longa história, na qual algumas técnicas e princípios básicos surgiram com aplicações extremamente amplas. Na verdade, a análise de sinais e sistemas está em constante evolução e evolução em resposta a novos problemas, tecnologias e oportunidades.

## REFERÊNCIAS

ANTHONY, R. N.; GOVINDARAJAN, V. Sistemas de controle gerencial. [S.l.]: AMGH Editora, 2018.

BALLET, R.; PARRO, V. C.; ROMANO, R. A. Uma plataforma didática para simulação e controle embarcado de veículos quadrimotores. 2014.

DULLERUD, G. E.; PAGANINI, F. A course in robust control theory: a convex approach. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2013. v. 36.

KELES, N. A. *et al.* Módulos didáticos para o ensino e análise e controle de sistemas dinâmicos. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. [S.l.: s.n.], 2017.

PERES, P. L. D.; OLIVEIRA, R. C. L. F. Análise e controle de sistemas lineares por desigualdades matriciais lineares (lmis). Notas de Aula. 2017.

PHILLIPS, C. L.; NAGLE, H. T. Digital control system analysis and design. [S.l.]: Prentice Hall Press, 2017.

# Índice Remissivo

## A

ABNT 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 45, 72, 83, 123, 163  
acidentes 6, 53, 71, 113, 114, 115, 116, 121, 122, 123, 148, 150  
acidentes elétricos 121, 148  
agregado 5, 11, 12, 14, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 38  
agregado graúdo 26, 27, 28, 31, 32, 34, 38  
agregados miúdos 23, 24, 33, 34, 38  
alta densidade 5, 42, 43, 115, 214  
ambiental 11, 12, 14, 18, 39, 99, 162, 178  
ambiente 12, 13, 14, 24, 48, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 114, 115, 116, 130, 132, 189, 196, 215  
ANEEL 57, 59, 62, 91, 144, 146, 153, 155, 157, 158  
anteprojeto 6, 95, 96, 97, 98, 104, 108  
areia 5, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40  
arquitetura 6, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 108, 109, 110  
asfáltica 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21  
associativismo 195, 196, 197, 201  
autossuficiência 87, 141  
autossustentável 127, 129

## B

baixo custo 127, 128, 129, 130, 141, 142, 144  
bem imóvel 8, 194, 195, 196, 199, 201  
benefícios 12, 44, 50, 58, 63, 87, 88, 116, 141, 185, 201  
britagem 5, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 33, 39  
burocráticos 5, 55

## C

CAP 11, 12  
carga 59, 132, 133, 134, 138, 139, 141, 142, 145  
CEMIG 59, 60, 93  
checklist 122, 196, 197  
ciclovias 70, 73, 78, 80, 82  
concreto 5, 12, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 54, 186  
conhecimentos 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 204, 205  
consumo 24, 28, 34, 56, 71, 87, 88, 89, 91, 92, 132, 138, 145, 155, 156, 157  
contrato 60, 187, 191, 195, 196, 197, 198  
convencional 11, 12, 27, 44, 45

*cooperativismo* 8, 194, 195, 201  
*covid-19* 7, 62, 179  
*credibilidade* 123  
*criatividade* 25, 129  
*crises* 117, 145, 191  
*crises energéticas* 145  
*custo* 12, 23, 24, 26, 43, 44, 45, 52, 53, 59, 84, 88, 90, 127, 128, 129, 130, 139, 141, 142, 144, 145, 147, 156, 164, 185  
*custos* 12, 50, 51, 52, 53, 54, 73, 83, 88, 163, 181, 185, 190

## D

*desempenho* 11, 12, 13, 14, 24, 27, 54, 114, 116, 119, 162, 185, 187, 196, 197, 214  
*DIALux* 70, 72, 81, 82, 83, 84  
*DNIT* 11, 12, 13, 14, 20, 51, 54  
*drenagem* 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54

## E

*economia* 12, 14, 18, 19, 24, 43, 46, 53, 57, 61, 62, 87, 88, 92, 159, 177, 181, 183, 185, 186, 191, 207  
*econômica* 39, 54, 62, 155, 185, 191, 192, 207, 213  
*econômico* 54, 57, 105, 144, 181, 184, 187, 206  
*eficiência* 7, 45, 70, 71, 73, 83, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 118, 144, 148, 152, 161, 162, 180, 184, 185, 186, 193  
*eficiência energética* 71, 73, 83, 87, 90, 91, 92, 118, 144  
*eletricista* 6, 113, 115, 116, 119, 120  
*elétrico* 58, 59, 60, 86, 120, 147, 148, 152, 205  
*energia* 12, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 71, 72, 73, 75, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 118, 119, 121, 129, 132, 138, 144, 145, 146, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 172, 173, 176, 177, 178, 205, 212  
*energia elétrica* 56, 57, 58, 72, 75, 86, 88, 118, 119, 121, 129, 132, 144, 146, 152, 153, 154, 155, 157, 159, 163, 165, 205  
*energia fotovoltaica* 56, 57, 58, 87, 129, 144, 145  
*energia solar* 56, 57, 58, 61, 62, 86, 87, 88, 93, 132, 159, 162, 163, 164, 165  
*engenharia civil* 46, 180, 188, 190  
*engenharia elétrica* 114, 116, 118, 121, 123  
*engenheiro* 6, 113, 115, 116, 117, 119, 120  
*EPI's* 115, 116, 122  
*equipamento de proteção individual* 180  
*estação meteorológica* 128, 129, 130, 132, 133, 137, 139, 140, 141, 142

*estágio* 117, 119

## F

*financeira* 5, 18, 42, 45, 54, 144, 189, 190

*físicas* 5, 12, 22, 23, 24, 87, 198, 206

*fotovoltaica* 6, 7, 56, 57, 58, 62, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 129, 132, 143, 144, 145, 152, 155, 159, 161, 162, 163, 165, 178

*fotovoltaico* 58, 61, 62, 90, 128, 132, 138, 141, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 156, 157, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 173, 178

*fotovoltaicos* 5, 55, 56, 57, 58, 62, 87, 88, 89, 90, 92, 132, 133, 134, 145, 149, 150, 155, 159, 160, 162, 164, 165, 166, 172, 178

*fresado* 5, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20

*fresagem* 11, 14

*funcionalidade* 59, 115, 128, 135, 149

*funcionários* 53, 181, 182, 185, 190

## G

*geração* 7, 14, 56, 57, 58, 59, 87, 88, 90, 91, 92, 118, 119, 129, 138, 144, 145, 146, 152, 155, 156, 158, 161, 162, 163, 165, 166, 171, 172, 173, 177, 178, 212, 214

*geração fotovoltaica* 7, 58, 87, 88, 161

*geradores* 5, 55, 56, 58, 62, 119

*gestão contratual* 8, 194, 195, 196, 198, 199, 201

## H

*humanidade* 117, 163

## I

*iluminação* 6, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 83, 84, 99

*iluminação pública* 6, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 83, 84

*impacto* 7, 26, 99, 104, 162, 179, 190

*implementação* 60, 98, 104, 122, 123, 139, 141, 162, 164, 173, 177, 184, 185, 209, 214

*indústria da construção* 180, 181, 190, 191

*industrial* 25, 26, 119

*infanto-juvenil* 6, 95, 96, 97, 98, 104, 108, 109

*Inmetro* 59, 115, 122

*instalações elétricas* 89, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 122

*IoT* 128, 129

*IOT* 7, 127, 140, 141

IP 71, 84, 136

## L

licitação 47, 49

## M

manutenção elétrica 6, 113

material 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24,  
25, 26, 30, 31, 34, 38, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51,  
52, 53, 114, 116, 120, 121, 130, 132, 146

matriz energética 57, 87, 144, 145

mecânicas 5, 22, 23, 29

mecânico 11, 14, 118

meio ambiente 12, 13, 14, 24, 97, 99, 132

meteorológica 127, 128, 129, 130, 132, 133, 137, 139,  
140, 141, 142

meteorológicos 129, 167

mistura 5, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26,  
27, 29, 35

mistura asfáltica 5, 10, 11, 12, 15, 18

miúdo 5, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 33, 34, 40

movimentação 50, 51

## N

natural 5, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37,  
38, 39, 99, 105

NBR 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36,  
37, 38, 39, 40, 70, 71, 72, 73, 76, 78, 79, 83, 149

NBR 5101 70, 71, 72, 73, 76, 78, 79, 83

neuroarquitetura 96, 97, 98, 99, 109

## O

obras públicas 7, 179, 181, 189

off-grid 62, 128, 129, 132, 165

on-grid 56, 58, 162, 165

## P

pandemia 57, 61, 180, 181, 182, 183, 188, 189, 190,  
191, 192

parâmetros 11, 19, 32, 34, 59, 60, 118, 163, 171, 173,  
176, 177, 208, 212

pavimentação 12, 13, 14, 44, 54

PEAD 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

plataforma 128, 131, 135, 139, 141, 215

polietileno 5, 42, 43, 115

política 12, 96, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 189,  
190, 196

*potência* 7, 57, 60, 61, 70, 73, 81, 90, 91, 119, 120, 133, 134, 138, 143, 153, 155, 157, 164, 173  
*prevenção* 6, 113, 114, 115, 116, 121, 122, 123  
*processo* 8, 11, 14, 25, 26, 30, 43, 44, 47, 56, 58, 61, 88, 90, 100, 101, 118, 121, 146, 183, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 206, 207, 213, 214  
*produtividade* 46, 129, 188, 189, 190  
*profissionais* 98, 102, 103, 105, 109, 114, 115, 116, 119, 120, 123, 190  
*profissional* 99, 115, 116, 119, 120, 121, 122, 123  
*projeto elétrico* 59, 60, 86  
*projetos* 11, 15, 17, 18, 19, 43, 44, 45, 60, 71, 72, 83, 88, 101, 109, 119, 120, 121, 132, 177, 180, 190, 199  
*projetal* 96, 101, 103, 104, 109  
*proteção* 58, 59, 60, 71, 91, 115, 148, 149, 150, 151, 152, 163, 180, 182, 186, 189, 191, 192  
*psiquiátrica* 6, 95, 96, 97, 98, 102, 104, 108  
*pública* 6, 44, 45, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 83, 84, 86, 87, 93, 97, 109, 153, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 191, 196, 197, 198, 201

## Q

*qualidade* 19, 23, 24, 25, 27, 31, 44, 54, 61, 73, 90, 99, 102, 115, 122, 128, 181, 186, 208

## R

*reciclagem* 11, 12, 13, 14, 21  
*recursos* 13, 45, 57, 87, 92, 117, 121, 163, 184, 186, 187, 204, 205, 212  
*rede* 7, 44, 47, 48, 49, 53, 56, 58, 59, 90, 91, 97, 101, 129, 132, 136, 141, 145, 146, 150, 151, 153, 154, 157, 161, 162, 165, 169, 172  
*regime contratual* 195  
*regularidade* 6, 69  
*risco* 115, 148  
*rodoviário* 12

## S

*saneamento* 24, 44, 45, 53  
*saúde* 4, 44, 45, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 104, 105, 108, 109, 181, 182, 183, 184, 185, 190, 191  
*seguidores solares* 7, 161, 162, 163, 166, 178  
*segurança* 14, 45, 71, 72, 83, 84, 91, 97, 115, 121, 122, 123, 128, 182, 189, 190  
*serviço público* 87, 186, 192  
*sinais* 8, 203, 204, 205, 206, 209, 211, 212, 213, 214, 215  
*sistemas* 5, 7, 8, 45, 48, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 71,



83, 84, 87, 88, 94, 118, 119, 132, 144, 145, 146,  
149, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 172, 173,  
178, 191, 203, 204, 205, 209, 211, 212, 213, 214,  
215

*sistemas fotovoltaicos* 56, 87, 88, 132, 145, 149, 160,  
162, 164, 178

*social* 97, 101, 109, 117, 180, 183, 186, 189, 190, 191,  
196

*socioeconômicas* 57, 191

*software* 70, 72, 81, 84, 162, 167, 172, 173

*solar* 56, 57, 58, 61, 62, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 105,  
129, 132, 134, 138, 141, 142, 144, 150, 152, 157,  
158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 169,  
170, 178

*solares* 7, 57, 58, 87, 88, 134, 146, 161, 162, 163, 165,  
166, 178

*sustentabilidade* 12, 61, 92, 97, 109

## T

*técnica* 11, 12, 13, 19, 27, 48, 54, 58, 59, 60, 61, 87, 90,  
110, 111, 112, 117, 155, 198, 207, 215

*tecnologia* 57, 73, 87, 88, 130, 144, 154, 162, 164, 169,  
173, 177, 211, 214

*tensão* 58, 59, 90, 130, 132, 134, 138, 139, 148, 152,  
212

*terra* 51, 52, 205

*tração* 12, 17, 18, 19, 23, 27, 29, 37, 38, 39, 40

*tráfego* 70, 71, 72, 78, 79, 212

*trâmites* 56, 58

*tubos* 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53

*tubulação* 5, 42, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52

*tubulações* 43, 44, 45, 46, 48, 51, 54

## U

*urbano* 8, 44, 194, 195, 196

*urbanos* 12, 44, 53, 162, 196

*usina* 6, 7, 14, 60, 62, 85, 86, 87, 92, 143, 155, 166

*usinada* 5, 10

*usina fotovoltaica* 6, 7, 85, 86, 87, 92, 143, 155

## V

*valores* 50, 51, 52, 72, 77, 79, 88, 90, 91, 99, 123, 130,  
135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 145, 166, 173,  
174, 176, 177, 187, 195, 196, 201, 205, 206, 207

*viabilidade* 5, 11, 12, 23, 27, 42, 45, 48, 54, 59, 86, 87,  
142, 155, 187

# Organizador

## Adriano Mesquita Soares

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/PG, linha pesquisa em Gestão do Conhecimento e Inovação e Grupo de pesquisa em Gestão da Transferência de Tecnologia (GTT). Possui MBA em Gestão Financeira e Controladoria pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais onde se graduou em Administração de Empresas (2008). É professor no ensino superior, ministrando aulas no curso de Administração da Faculdade Sagrada Família – FASF. É editor chefe na AYA Editora.



**AYA EDITORA**  
**2021**