

ENGENHARIA: SOLUÇÕES E INOVAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

VOLUME II



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Engenharia: soluções e inovações para o desenvolvimento

2ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

2ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238E Engenharia: soluções e inovações para o desenvolvimento
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2022

199 f.: il

DOI: 10.37423/2022.edcl616

ISBN: 978-65-5367-232-1

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. projeto 2. construção 3. melhorias I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2022.edcl616>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

Dr. João Luís Ribeiro Ulhôa

Dra. Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto

MSc. Frederico Celestino Barbosa

MSc. Carlos Eduardo de Oliveira Gontijo

MSc. Plínio Ferreira Pires

Editora Conhecimento Livre

Piracanjuba-GO

2022

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	6
MISTURAS ASFÁLTICAS MORNAS: ESTUDO LABORATORIAL E ANÁLISE DE ADIÇÃO DE COMPOSTOS TENSOATIVOS QUÍMICOS	
Jéssica da Silva Vieira	
Chaveli Brondani	
Alana Devitte Fabris	
Gabriela Fanck dos Santos	
Luciano Pivoto Specht	
DOI 10.37423/221106839	
CAPÍTULO 2	22
APLICAÇÃO DO CONCEITO IOT E PLATAFORMAS OPEN SOURCE PARA GESTÃO DA SAÚDE DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO	
MATHEUS DAMACENO ARTUR	
FERNANDO NUNES BELCHIOR	
DIOGO DE SOUZA RABELO	
DANILO AUGUSTO SANTANA DE SOUZA	
DOI 10.37423/221106843	
CAPÍTULO 3	40
UTILIZAÇÃO E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS EM DRYWALL: ESTUDO DE CASO	
Kátia Maria de Souza	
Guilherme Cândido Ferreira	
DOI 10.37423/221106870	
CAPÍTULO 4	58
DESEMPENHO DE UM TROCADOR DE CALOR DE PLACAS INDUSTRIAL NO RESFRIAMENTO DE MOSTO	
Thiago dos Santos Nunes	
Marcos Adriano da Silva	
José Roberto Delalibera Finzer	
DOI 10.37423/221106877	
CAPÍTULO 5	66
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DE TELHAS EXISTENTE POR TELHAS FOTOVOLTAICAS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO	
Kátia Maria de Souza	
Arthur Lopes Silva	
DOI 10.37423/221106882	

CAPÍTULO 6	95
ANÁLISE DE DISCREPÂNCIA DE ÁREAS GEOPROCESSADAS POR RECEPTORES HIPER SR -GNSS NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE GOIÁS	
Kátia Maria de Souza Marcela Pereira Costa DOI 10.37423/221106883	
CAPÍTULO 7	111
ESTUDO DE REFORÇO ESTRUTURAL DE LAJES ATRAVÉS DO COMPARATIVO TÉCNICO E ECONÔMICO	
Gustavo Silva de OLIVEIRA Kátia Maria de Souza DOI 10.37423/221106886	
CAPÍTULO 8	126
MAPEAMENTO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DA SOJA NO ESTADO DO TOCANTINS	
Alisson de Moraes Wildson Antonio Franzoni Junior Angelo Ricardo Balduino Cid Tacaoca Muraishi DOI 10.37423/221106887	
CAPÍTULO 9	141
CYPERUS ROTUNDUS L. COMO BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DA SOJA	
Jéssica Cristina Rodrigues Nunes Luiz Henrique Ribeiro Fernandes Angelo Ricardo Balduino DOI 10.37423/221106891	
CAPÍTULO 10	149
GERMINAÇÃO DO CAPIM ATLAS NO CERRADO TOCANTINENSE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Maurício Cesar Barreira de Almeida Yure Nogueira da Silva Angelo Ricardo Balduino DOI 10.37423/221106892	

CAPÍTULO 11 161

IMPLEMENTAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE E TRATAMENTO
SUPERFICIAL DUPLO EM BAIRROS DE PAPAGAIOS – MG, UMA COMPARAÇÃO PRÁTICA

Heron Viterbre Debique Sousa

Ícaro Viterbre Debique Sousa

Antonio Mendes Magalhães Júnior

Alessandro Leonardo da Silva

Marcelo Robert Fonseca Gontijo

Thais Prado Vasconcelos Silva

Ivana Prado de Vasconcelos

Mateus Vítor de Souza

Tiago Lucas Ferreira

Bruno Henrique Lourenço Camargos

DOI 10.37423/221106902

CAPÍTULO 12 181

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA BALNEABILIDADE NA PRAIA BEIRA RIO –
PORTO NACIONAL - TO

Frederico Paranhos Matos

Angelo Ricardo Balduino

DOI 10.37423/221206906

Capítulo 1



10.37423/221106839

MISTURAS ASFÁLTICAS MORNAS: ESTUDO LABORATORIAL E ANÁLISE DE ADIÇÃO DE COMPOSTOS TENSOATIVOS QUÍMICOS

Jéssica da Silva Vieira

Universidade Federal de Santa Maria

Chaveli Brondani

Universidade Federal de Santa Maria

Alana Devitte Fabris

Universidade Federal de Santa Maria

Gabriela Fanck dos Santos

Universidade Federal de Santa Maria

Luciano Pivoto Specht

Universidade Federal de Santa Maria



Resumo: A utilização da mistura asfáltica morna permite reduzir as temperaturas de usinagem e da compactação, reduzindo a quantidade de gases e partículas. Logo, o presente estudo tem por objetivo qualificar a utilização de dois compostos tensoativos químicos (aditivos surfactantes) e comparar seus resultados com misturas convencionais a quente. Diante disso, foram aplicadas duas temperaturas de compactação para misturas mornas (reduziram-se 15°C e 30°C da temperatura de referência). Dosadas pela metodologia Marshall, determinou-se o teor ótimo de ligante asfáltico, foram realizados ensaios de Resistência à Tração por Compressão Diametral (RT) e Módulo de Resiliência (MR). A mistura AD-II (121°) apresentou resultados de aumento, 11,43% para o RT e 55,48% para MR, em relação à mistura de referência. Os resultados obtidos comprovam melhorias de parâmetros com utilização das misturas mornas com aditivos surfactantes (presentes no mercado) quando comparadas com uma mistura de referência a quente.

Palavras-chave: Mistura Morna, Temperatura de Compactação, Aditivos Surfactantes, Pavimentação.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente vem aumentando gradativamente nas últimas décadas. O setor rodoviário, que tem buscado desenvolver novas tecnologias para serem aplicadas em campo, na pavimentação. O conceito de desenvolvimento sustentável apoia a redução do consumo de matérias-primas naturais, o que aumenta os custos e requer energia adicional para a produção, transporte e construção. Como consequência, uma das principais fontes de poluição decorrente das indústrias relacionada com infraestrutura de transporte (ou seja, construção de estradas), reside na fabricação, difusão e conservação de misturas asfálticas (Rubio et al., 2012; Belc *et al.*, 2021).

Além disso, a prática do desenvolvimento sustentável também ajuda a minimizar a emissão de gases de efeito estufa e incentiva o uso de materiais reciclados sem comprometer os padrões estabelecidos pelos órgãos governamentais. Com os compromissos ambientais formalizados no Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris, buscando mudar os modelos de desenvolvimento de modo a incorporar os aspectos de sustentabilidade ambiental e redução de gases de efeito estufa (Foley *et al.*, 2017).

Neste contexto, a Europa desenvolveu uma nova tecnologia, denominada como Warm Mix Asphalt (mistura asfáltica morna) com o objetivo de contribuir com a redução da emissão de gases e particulados, provenientes do aquecimento do cimento asfáltico de petróleo (Prowell *et al.*, 2012). A mistura morna, não se encaixa na definição de misturas asfálticas a frio (25°C e 55°C), nem de misturas asfálticas a quente (145°C até 180°C), pois são produzidas em temperaturas são consideradas intermediárias, que variam de 105°C a 145°C (D'Angelo *et al.*, 2008).

O princípio fundamental das misturas asfálticas mornas está diretamente ligado ao aumento da lubricidade do ligante asfáltico, pois consegue-se revestir o agregado a temperaturas mais baixas. Quando produzidas a temperaturas inferiores às tradicionais, as misturas asfálticas reduzem de forma significativa a emissão de gases, contribuindo para menor emissão de gases causadores do efeito estufa (Prowell et al., 2012), a aplicação dessas técnicas pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 10–50% e o consumo de combustível em 11–35%. Além disso, a produção de WMA requer cerca de 30% menos energias do que as misturas asfálticas convencionais (Kristjansdottir, 2006; D'Angelo *et al.*, 2008).

Como pontos de extrema importância. a redução das temperaturas de usinagem e compactação oferece benefícios relacionados ao meio ambiente e à qualidade da pavimentação, pois reduz o consumo energético, emite menos poluentes na atmosfera e reduz a exposição dos trabalhadores aos

fumos. Além disso, diminui o envelhecimento asfáltico, aumenta a possibilidade de transporte das misturas asfálticas a maiores distâncias entre pista e usina, como também, aplicá-las em locais de clima frio (Prowell e Hurley, 2007; Motta, 2011; Bohn, 2017).

Segundo Perkins (2009), as misturas asfálticas mornas podem ser classificadas de acordo com o tipo de tecnologia empregada para reduzir a temperatura de trabalho, sendo basicamente a partir de três tecnologias distintas: aditivos orgânicos/ceras; aditivos químicos/surfactantes; e, formação de espuma. Os agentes surfactantes, também conhecidos como compostos tensoativos, são capazes de diminuir a tensão superficial na interface ligante/agregado, sem alterar as propriedades mecânicas e a viscosidade do asfalto. Consequentemente, aumenta a capacidade de espalhamento e recobrimento dos agregados pelo ligante, sem interferir nas propriedades de todo o volume do asfalto e a mistura asfáltica pode ser compactada em temperaturas mais baixas (Motta, 2011; Mello, 2012).

Isso posto, o objetivo da presente pesquisa é mapear os benefícios através da avaliação de parâmetros mecânicos das misturas asfálticas mornas, utilizando ligante convencional e compostos tensoativos químicos (aditivos surfactantes), com o intuito de verificar a influência da redução de temperatura no Volume de Vazios (Vv), Resistência à Tração por Compressão Diametral (RT) e no Módulo de Resiliência (MR). Portanto, o enfoque do estudo é demonstrar por meio de ensaios laboratoriais que as misturas asfálticas mornas presentes no mercado por distintos fabricantes, podem apresentar comportamento semelhante ou melhor que as misturas asfálticas convencionais amplamente utilizadas no Brasil.

2.MATERIAIS E MÉTODOS

A incorporação de aditivos químicos surfactantes foi o alvo dessa pesquisa. Com o intuito de caracterizar a mistura morna, ocorreu uma redução de 15°C e 30°C na compactação, diferenciadas da mistura de referência. Respectivamente foram divididos entre dois aditivos em diferentes composições de temperatura. Optou-se ainda por fazer uma mistura de referência, a qual não foi inserida nenhum aditivo, para posterior análise de propriedades mecânicas.

Na totalidade, foram moldados 40 corpos de prova para os ensaios respectivos a cinco diferentes composições, incluindo os corpos de prova para o controle da dosagem Marshall. Para representação ao longo do estudo, determinou-se para as composições as seguintes nomenclaturas: REF (136°), AD-I (121°), AD-I (106°), AD-II (121°) e AD-II (106°).

Os agregados utilizados nesta pesquisa são provenientes da Pedreira Andreazza, localizada no km 371 da BR-290/RS. Os ensaios de caracterização foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal do Santa Maria, foram coletadas amostras de brita 3/4", brita 3/8" e pó de pedra nas pilhas da pedreira. Com características como: absorção de 2,51% e massa específica aparente de 2,557g/cm³ (DAER/RS-EL 105/01); perda por abrasão Los Angeles de 16,63% (DAER/RS-EL 103/01); sanidade de 3,678% (DAER/RS-EL 104/01) e equivalente de areia de 59,82% (DAER/RS-EL 006/01).

O ligante asfáltico convencional utilizado nesta pesquisa foi o CAP 50/70 da REFAP – Refinaria Alberto Pasqualini, na cidade de Canoas – RS, esse material anteriormente foi caracterizado para a dissertação de mestrado, Possebon (2018). Foram realizados os seguintes ensaios para caracterização: viscosidade Brookfield (NBR 15184), ponto de amolecimento (NBR 6560) e penetração (NBR 6576).

As temperaturas de trabalho convencional obtidas para o CAP 50/70, foram de 151°C e 136°C, para mistura e compactação, respectivamente, sendo essas mantidas igualmente entre referência e as demais combinações de mistura morna. Por fim, o teor de ligante pela especificação (DNER-ME 053/94) e a densidade máxima medida (ABNT/NBR 15619/12).

Para as misturas mornas foram utilizados os aditivos químicos surfactantes: WarmGripTM - Cecabase[®] e Cargill - Anova[®] 1501, acrescido de 0,4% em relação à massa do ligante, totalizando o conjunto ligante e aditivo (100,04%) de massa do ligante. A escolha do teor foi baseada na experiência da fabricante, proporção que atendia às recomendações para ambos fabricantes. A incorporação do aditivo é realizada antes da usinagem das misturas, após o aquecimento do ligante.

Ambos aditivos são comercializados na forma líquida, com aspecto físico oleoso, podendo ser incorporado com facilidade aos ligantes asfálticos, sem necessidade de alteração no processo de produção das misturas, o que torna sua utilização, tanto em laboratório quanto em usina mais prática em comparação a outros métodos. É importante ressaltar que este aditivo não altera as características dos ligantes e proporciona uma melhora na trabalhabilidade das misturas, mesmo a temperaturas mais baixas de mistura e compactação.

A composição granulométrica da mistura foi enquadrada nos limites da Faixa A do DAER-ES-P – 016/1991 e resultou em 42,0% de brita 3/8" e 58,0% de pó de pedra. A dosagem seguiu a metodologia Marshall, especificada pela norma DNIT - PRO 178/2018, sendo uma metodologia bastante utilizada no país desde a década de 60. Foi fixado volume de vazios de 4% e realizados 75 golpes por face no compactador automático.

Foi analisada a propriedade de resistência das misturas por meio dos ensaios de RT, de acordo com a norma DNIT-ME 136/2010. A deformabilidade foi avaliada com base nos ensaios de MR, conforme prescrições da norma DNIT-ME 135/2010. Os procedimentos experimentais estão descritos, detalhadamente, em Vieira (2022).

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 DOSAGEM

Os parâmetros volumétricos e de densificação são apresentados na Tabela 1. Todos os valores são coerentes e válidos de acordo com os limites da metodologia Marshall, para encontrar o teor do projeto, moldaram-se três corpos de provas para cinco teores diferentes de betume (4,5%; 5,0%; 5,5%, 6,0% e 6,5%). De posse destas informações e resultados, é possível realizar uma interpolação para encontrar o valor de porcentagem de volume de vazios. Segundo especificações da norma DAER 016/91 (DAER, 1998) para as misturas enquadradas na faixa A o Vv deve ser encontrado no intervalo entre 3% a 5%.

Os valores apresentam elevados resultados comparados com a especificação, buscou-se o teor de ligante que correspondesse a 4% de volume de vazios. Como critério de escolha foram moldados diferentes teores de ligante, com o resultado mais próximo do avaliado é interpolado para que atingisse o volume de vazios. Com o intuito de melhor apresentar os resultados da interpolação encontrados, a Tabela 2 ilustra as propriedades finais da mistura a seguir:

Tabela 1. Parâmetros volumétricos e de densificação obtidos com a dosagem Marshall

Propriedade	Teor de Betume (%)				
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Vv (%)	8,9	7,4	5,3	3,1	2,2
RBV(%)	46,6	51,3	65,5	80,1	85,4
VAM(%)	16,7	15,1	15,4	15,5	15,2
DMM(g/cm ³)	2,521	2,538	2,488	2,442	2,442
MEA (g/cm ³)	2,296	2,351	2,356	2,367	2,388
Estabilidade (kgf)	1824	1137	1308	1801	1850

Fluência (1/100 in)	9,6	10,8	12,3	13,3	14,0
------------------------	-----	------	------	------	------

Tabela 2. Parâmetros finais da mistura

Propriedade	ESP 16/98 DAER	Valor de Projeto
Teor de Ligante (%)	±0,3	5,80
Vv (%)	3 a 5	4,00
RBV (%)	75 a 82	74,26
VAM (%)	>15,5	15,4
DMM Rice (g/cm³)	-	2,460
MEA (g/cm³)	97% (mínimo)	2,360
Estabilidade (kgf)	>800	1505
Fluência (1/100 in)	8,0 a 16,0	13

3.2 PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA

3.2.1 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Foram moldados 3 corpos de prova para cada temperatura reduzida, totalizando 15 amostras expostas ao ensaio de Resistência à Tração (RT). A norma DAER 016/91, inicialmente utilizada para especificação dos parâmetros, não possui uma definição quanto ao valor do RT. Assim a norma embasada, segundo DNIT 031/2006 – ES (DNIT, 2006) especifica um valor mínimo de RT de 0,65 MPa para a camada de rolamento. Os quinze CPs avaliados apresentam valores acima de 0,65 MPa, como estipula a norma, segundo Bernucci et al. (2010), para misturas asfálticas convencionais os valores típicos situam-se na média de 0,5 a 2,0 MPa. Sendo assim, todas as composições de misturas pesquisadas atendem a esses limites.

Para cada tipo de mistura ensaiada e para cada um dos quinze corpos de prova, obteve-se no equipamento de RT, na temperatura de 25°C (acondicionados por 12 horas), a força final exercida em

cada corpo de prova, dado em quilogramas. Posteriormente aplicou-se a fórmula da resistência à tração à temperatura do ensaio dado em MPa.

O resultado para este ensaio foi filtrado, buscando os dados de forma mais objetiva e representativa, procurando uma análise de variabilidade estatística. O desvio padrão é uma medida de dispersão, que indica o quanto o conjunto de dados é uniforme. Portanto, quando o desvio é mais baixo, quer dizer que os dados do conjunto estão bem aproximados da média. Iniciou-se ensaio com as 15 amostras totais de cada mistura, realizou-se a Média e o Desvio padrão, os resultados finais obtidos encontram-se na Tabela 3:

Tabela 3. Valores de média e desvio padrão para RT

	REF (136°)	AD-I (121°)	AD-I (106°)	AD-II (121°)	AD-II (106°)
σ_t (MPa)	1,03	0,86	0,99	1,30	0,79
	1,21	0,82	1,16	1,22	0,69
	1,12	0,82	1,02	0,98	0,89
MÉDIA	1,12	0,87	1,06	1,17	0,79
DES. PAD	0,092	0,079	0,094	0,167	0,103
CV	8,17%	9,11%	8,87%	14,28 %	12,98 %

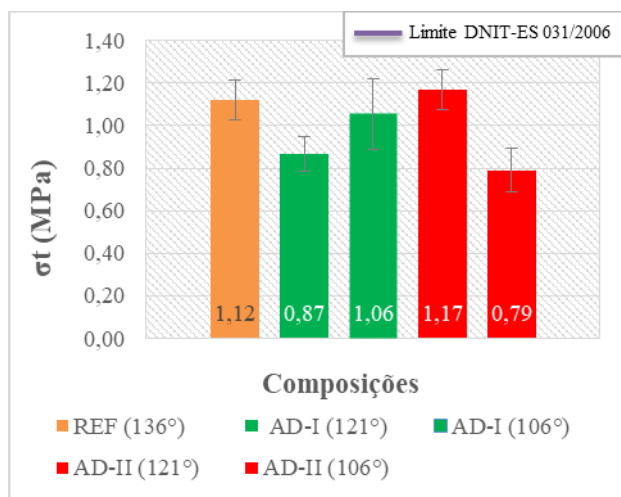


Figura 2. Resultados de Resistência a Tração

Com os resultados de RT, apresentados na Figura 2 é possível afirmar que as misturas mornas não diferem em comportamento das misturas convencionais, provado pela pouca diferença nos valores

de resistência médio. Por meio do ensaio de RT, pode-se realizar uma inferência de desempenho à fadiga das misturas asfálticas. Dessa forma, quanto maior o valor de RT, melhor o indicador de desempenho das amostras ao dano por fadiga. Observa-se os maiores valores de RT encontrados nas misturas mornas.

Com a figura acima, nota-se que as misturas com incorporação de aditivos surfactantes obtiveram resultados satisfatórios de resistência à tração e comparados entre si apresentam resultados semelhantes. Ainda se percebe que as misturas que apresentaram maiores resultados de RT são de diferentes aditivos em reduções de temperaturas distintas AD-II (121°) e AD-I (106°), respectivamente. A mistura AD-II (121°) apresentou o resultado mais elevado, representando aproximadamente 11,43% superior a mistura de referência, essa mesma mistura apresenta o maior CV em relação a todas, é importante salientar que o RT costuma ser um ensaio com alta variabilidade. Pode-se concluir que as cinco composições atenderam aos resultados propostos pela bibliografia, sendo superiores a 0,65 MPa e inserido no intervalo de 0,5 a 2,0 MPa.

Quando comparados os resultados da pesquisa com diversos autores que realizaram trabalhos utilizando CAP 50/70 em suas misturas com diferentes agregados, verifica-se que os resultados estão dentro do esperado para o ensaio de RT. A Tabela 4, apresenta os resultados da pesquisa com alguns autores dentro do estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 4. Resultados de RT de diversos autores no Rio Grande do Sul

Autor	Mistura	RT (MPa)
Boeira (2014)	CAP 50/70 Ag. Bagé	1,67
	CAP 50/70 Ag. Caçapava do Sul	1,38
	CAP 50/70 Ag. Sto. Ant. Patr.	1,44
	CAP 50/70 Ag. Sarandi	1,55
	CAP 50/70 Ag. Eldorado	1,70
	CAP 50/70 Ag. Itaara	1,27
	CAP 50/70 Ag. C. Barros	1,30
Bohn (2017)	Convencional CAP 50/70	1,44
	Morna CAP 50/70	1,26
Possebon (2018)	CAP 50/70 REFAP	1,39
Barboza (2018)	BS CAP 50/70	1,36
	GS CAP 50/70	1,53

Faccin (2018)	U1-DAER-FXA-50/70	1,31
	U11-DAER-FXA-50/70	1,68

Assim como os resultados dos autores citados na Tabela 4, possuem em seus estudos misturas quentes e normas. Foram apresentados na Tabela 4 que se assemelham as amostras desse estudo, os demais resultados dos autores não se apresentam citados nessa tabela, dessa forma, comparados aos resultados dos autores os valores encontrados nesse trabalho estão no intervalo proposto para CBUQ.

3.3 PROPRIEDADES DE DEFORMABILIDADE

3.3.1 MÓDULO DE RESILIÊNCIA

Utilizou-se apenas três corpos de prova para cada mistura, que é o mínimo exigido pela norma, os mesmos corpos de prova foram utilizados na realização do ensaio de resistência a tração. A Tabela 5 apresenta os resultados de MR filtrados, buscando os dados de forma mais objetiva e representativa, procurando uma análise de variabilidade estatística. A Figura 3 ilustra os resultados das médias aritméticas da MR, expressas em MPa, após a aplicação do critério estatístico para cada tipo de mistura

Tabela 4. Valores de média de Módulo de Resiliência

	REF (136°)	AD-I (121°)	AD-I (106°)	AD-II (121°)	AD-II (106°)
MR (MPa)	3665	4587	5321	5160	3602
	4050	3166	4357	4913	3170
	3857	3524	3225	3883	4263
MÉDIA	3857	3649	4301	4652	3678
DES. PAD	119,25	556,68	1049,13	677,23	550,22
CV	4,98 %	15,26 %	24,39 %	14,56 %	14,96 %

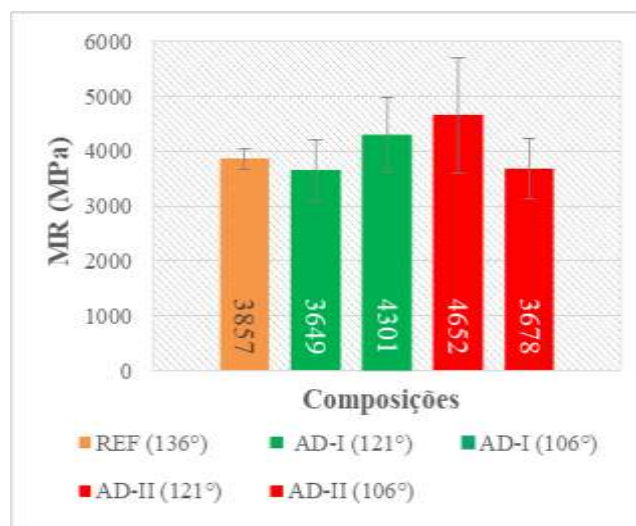


Figura 3. Valores de média de Módulo de Resiliência

Os valores de MR, apresentados na Figura 3, mostram que, todas as misturas mornas apresentaram valores próximos e adequados à mistura de referência convencional. Em concordância com a literatura, valores de RT altos levam a MR altos, assim como demonstrado o aditivo AD-II (121°) apresentou o maior valor de módulo de resiliência e resistência à tração por compressão diametral.

O aumento ou a diminuição do MR implica na distribuição de tensões e deformações na estrutura do pavimento. Via de regra, misturas mais rígidas tendem a concentrar em si os esforços cíclicos e necessitam de maior resistência à fadiga para não apresentarem trincamento. (Papagiannakis e Massad, 2008; Medina e Motta, 2015).

Os valores referentes de MR a 25°C e 1 Hz, para pavimentos asfálticos, estão no intervalo de 2000 a 8000 MPa, conforme descrito por Bernucci et al. (2010). Todas as misturas estudadas apresentam valores dentro desses limites. Observando os resultados encontrados pelos mesmos autores que foram também comparados os valores de RT, a Tabela 6 apresenta os valores obtidos dos autores em seus estudos.

Tabela 6. Valores de MR de diversos autores no estado do RS

Autor	Mistura	MR (MPa)
Boeira (2014)	Média CAP 50/70 REFs.	6152
Bohn (2017)	Convencional CAP 50/70	7842
	Morna CAP 50/70	8096
Possebon (2018)	CAP 50/70 REFAP	7352

Barboza (2018)	BS CAP 50/70	8109
	GS CAP 50/70	8834
Faccin (2018)	U1-DAER-FXA-50/70	6675
	U11-DAER-FXA-50/70	8277

Os valores encontrados por esses autores são maiores que os estudados nessa pesquisa, porem todos os resultados estão na faixa de aceitação do ensaio. Os altos valores encontrados por diferentes autores sugerem diferentes tipologias de agregados utilizados, a adição de cal ou a presença de ligante modificado.

3.4 VOLUME DE VAZIOS

Após a moldagem, os corpos de prova foram submetidos a pesagem seca, submersa e com a superfície seca para determinar o volume de vazios. Com os valores de volume de vazios obtidos foi plotado um gráfico comparativo entre as diferentes composições e o Volume de Vazios (Figura 4).

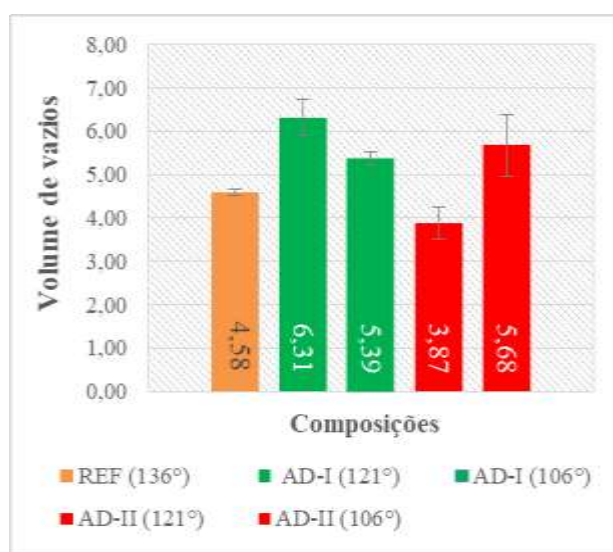


Figura 4. Comparativo volume de vazios das composições

Analisado os valores encontrados de volume de vazios das composições, foi possível observar os diferentes comportamentos associado a compactação dos corpos de prova, de mesma mistura com os aditivos, atentando aos resultados após a redução de temperatura. Apesar de não impactar fortemente nos ensaios mecânicos, que foram apresentados antecipadamente. Pode-se observar um indicio que o AD-II funcionou melhor em temperatura mais alta comparado com o mesmo em temperatura mais baixa. Enquanto AD-I, funcionou bem em ambas as temperaturas e apresentou resultados de volume de vazios próximos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como intuito avaliar o comportamento das misturas mornas a partir de ensaios laboratoriais, utilizando um ligante convencional e dois aditivos surfactantes. Assim verificou a influência da redução de temperatura nas propriedades mecânicas e características volumétricas da mistura em diferentes composições.

A caracterização dos materiais pétreos para a determinação da composição granulométrica, juntamente com ensaios tecnológicos realizados foram feitas as caracterizações: abrasão “Los Angeles”, sanidade, equivalente de areia, densidade e massa específica para demonstrar a boa qualidade dos agregados utilizados nesse estudo nas misturas asfálticas.

A influência do percentual de ligante convencional utilizado, estabelecido pelo critério a ser atendidos pelos CPs correspondendo ao volume de vazios de 4%, foi encontrado por interpolação, sendo utilizado 5,80% de ligante convencional e 0,40% do aditivo surfactante com relação ao ligante.

Sendo assim, mesmo reduzindo a temperatura de compactação da mistura em quatro composições em 15°C e 30°C, as propriedades mecânicas se mantiveram na mesma ordem de grandeza da mistura de referência. Contudo, tanto para os valores de RT quanto para os valores de MR, o CV da mistura de referência é o menor de todos. Dessa forma, pode-se salientar também que a mistura quente apresenta melhor replicabilidade dos resultados se comparada com as misturas mornas avaliadas.

As propriedades mecânicas se mantiveram equivalentes a mistura de referência, concluindo que ambos aditivos utilizados funcionam e podem ser empregados na pavimentação. Contudo, sugere-se a realização de mais ensaios mecânicos para verificar o comportamento desses na mistura, em suas diferentes composições como: Módulo Complexo (E) para avaliar rigidez, o Flow Number (FN) e a Fadiga à Tração-Compressão uniaxial para avaliar danos permanentes. Finalmente, uma análise quanto aos custos dos aditivos e a relação de ganhos de crédito de carbono podem ser estudadas com um intuito científico mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as orientações recebidas dos colegas, que permitiram aprimorar o texto e eliminar diversas inconsistências. Agradecemos à UFSM, ao GEPPASV e a empresa que realizou a doação dos materiais para essa pesquisa. Agradecemos a CAPES e a Petrobrás pelas bolsas de estudos de Mestrado e Doutorado.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2001). NBR NM 26: Agregados - Amostragem. Rio de Janeiro.

_____. ABNT (2004) NBR 15184: Materiais Betuminosos - Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional. Rio de Janeiro.

_____. ABNT (2016) NBR 15619: Materiais Betuminosos - Determinação da densidade máxima teórica e da massa específica teórica em amostras não compactadas. Rio de Janeiro.

_____. ABNT (2000) NBR 6560: Materiais Betuminosos – Determinação do ponto de amolecimento: anel e bola. ABNT, Rio de Janeiro.

Belc, A.L.; Coleri, E.; Belc, F. e Costescu, C. (2021) Influence of Different Warm Mix Additives on Characteristics of Warm Mix Asphalt. *Materials*, 14, 3534.

Barboza, J. V. (2018). Efeito deletério da água em misturas asfálticas com adição de ligante modificado com polímero e de cal. Dissertação (Mestrado em Engenharia - Construção Civil e Preservação Ambiental) - UFSM, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.221p.

Bernucci, L.; Motta, L. G.; Ceratti, J. A. P. e Soares, J. B. (2010) Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. 504 f. 3ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA.

Boeira, F. D. (2014). Estudo do comportamento de concretos asfálticos com diferentes tipos de agregados e cales. Dissertação (Mestrado em Engenharia - Construção Civil e Preservação Ambiental) - UFSM, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.148p.

Bohn, K.A. (2017) Avaliação de misturas asfálticas recicladas mornas com uso de ligantes convencional e modificado por polímero. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

D’Angelo, J.; Harm, E.; Bartoszek, J.; Baumgardner, G. ; Corrigan, M.; Cowsert, J. ; Harman, T; Jamshidi, M.; Jones, W.; Newcomb, D.; Prowell, B.; Sine, R. e Yeaton, B. (2008). Warm-Mix Asphalt: European practice. International Technology Scanning Program. Virginia: Federal Highway Administration.

DAER – Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem (2001). Unidade de Normas e Pesquisas – Manual de Ensaios: Volume 2. 196p. Porto Alegre.

DAER – Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem (1991). Concreto Asfáltico (Especificação de serviço). DAER-ES-P 16/91 Porto Alegre.

DAER – Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem (1994). Misturas Betuminosas (Porcentagem de Betume). DAER-ME 53/94 Porto Alegre.

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2006). Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2ª ed. Rio de Janeiro.

_____. DNIT 031/2006 – ES (2006) Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro – RJ.

_____. DNIT 178-PRO (2018): Preparação de corpos de prova para ensaios mecânicos usando o compactador giratório Superpave ou o Marshall – Procedimento. Rio de Janeiro – RJ.

Foley, A.; Smyth B.; Pukšec, T.; Markovska N.; e Duic'c, N. (2017), A review of developments in technologies and research that have had a direct measurable impact on sustainability considering the Paris agreement on climate change, *Renew. Sustain. Energy Rev.*

Faccin, C. (2018). Concretos asfálticos em utilização no Rio Grande do Sul: comportamento mecânico e desempenho em campo quanto à deformação permanente. 222p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Kristjansdottir, O. (2006) Warm Mix Asphalt for Cold Weather Paving; University of Washington: Seattle, WA, USA.

Medina, J. e Motta, L. M. G. (2005). Mecânica dos Pavimentos. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 574p.

Mello, D. (2012) Avaliação da adição de Evotherm no comportamento de misturas asfálticas em laboratório e no desempenho em campo. 259p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

Motta, R. S. (2011) Estudo de misturas asfálticas mornas em revestimentos de pavimentos para redução de emissão de poluentes e de consumo energético. 229p. Tese (Doutorado em Engenharia – Área de concentração: Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo.

Papagiannakis, A. T. e Massad, E. A. (2008). Pavement design and materials. 542p. Hoboken: John Wiley & Sons.

Perkins, S. W. (2009). Synthesis of Warm Mix Asphalt Paving Strategies for Use in Montana Highway Construction. Report Nº FHWA/MT-09-009/8117-38. The State of Montana Department of Transportation in cooperation with The U.S Department of Transportation Federal Highway Administration. USA.

Possebon, E. P. (2018). Estudo laboratorial das propriedades mecânicas de misturas com diferentes cimentos asfálticos de petróleo produzidos no Brasil. 156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Prowell, B. D. e Hurley, G. C. (2007). Warm-mix asphalt: Best Practices. Quality Improvement, Series 125. Lanham: NAPA.

Prowell, B. D.; Hurley, G. C. e Frank, B. (2012). Warm-mix asphalt: Best Practices. National Asphalt Pavement Association. Quality Improvement Publication 125, 3rd edition. Lanham.

Rubio, M.C.; Martínez, G.; Baena, L. e Moreno, F. (2012). Warm mix asphalt: an overview- *Journal of Cleaner Production* 24 76-84.

Silva, H.; Oliveira, J.; Ferreira, C. e Pereira, P. (2010) Assessment of the Performance of Warm Mix Asphalts in Road Pavements. *Int. J. Pavement Res. Technol.* 2010, 3, 119–127.

Vieira, J. S. (2022), Estudo Laboratorial de Misturas Asfálticas Mornas com a Utilização de Aditivos Surfactantes. 76p. Trabalho de Conclusão (Obtenção do Título de Engenheiro Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Capítulo 2



10.37423/221106843

APLICAÇÃO DO CONCEITO IOT E PLATAFORMAS OPEN SOURCE PARA GESTÃO DA SAÚDE DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO

MATHEUS DAMACENO ARTUR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FERNANDO NUNES BELCHIOR

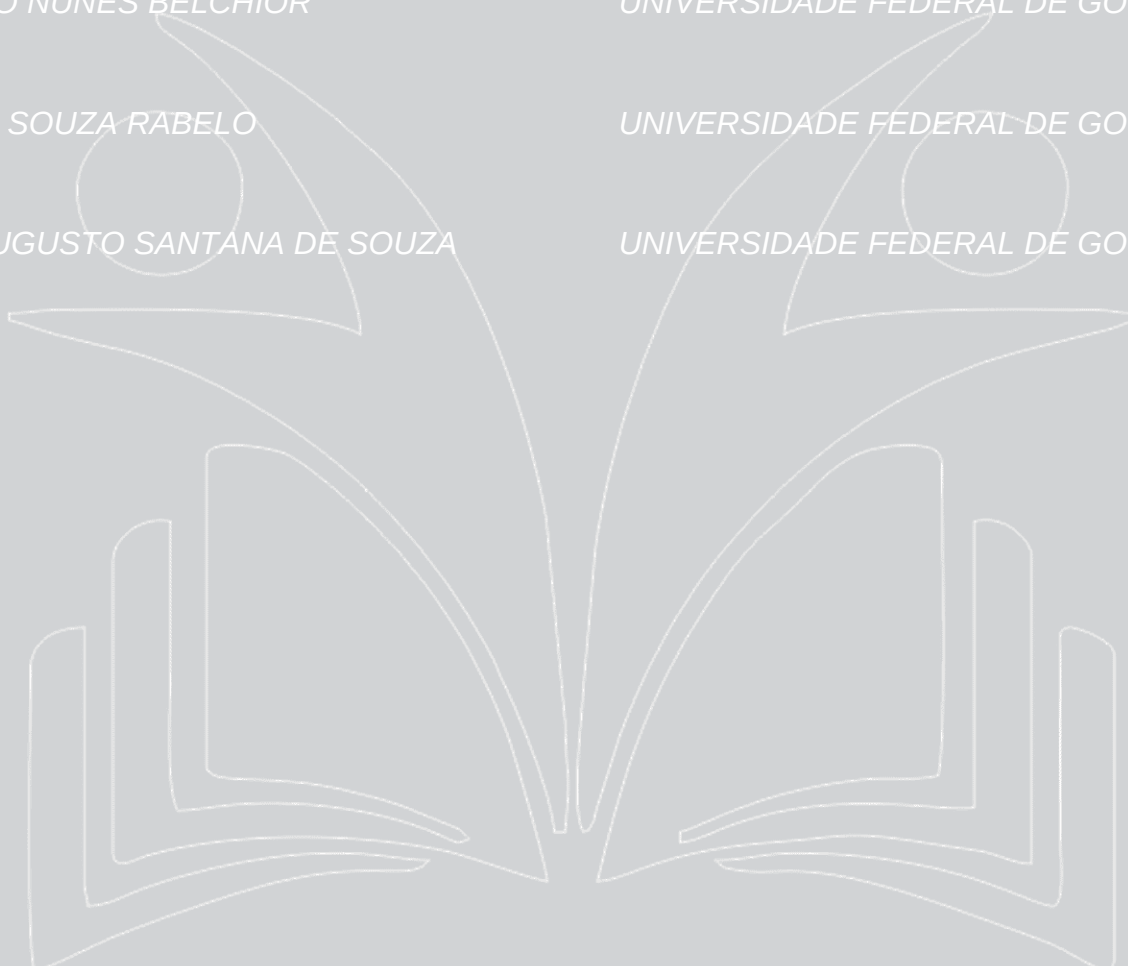
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

DIOGO DE SOUZA RABELO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

DANILO AUGUSTO SANTANA DE SOUZA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS



Resumo: Em um mercado cada vez mais dinâmico, complexo e competitivo, uma estratégia e ações de manutenção adequadas são essenciais para empresas manterem seus processos e equipamentos operando de forma segura e confiável, para atender os requisitos de qualidade e diminuir os custos gerais. Nesse cenário, a implementação de soluções de Prognóstico e Gestão de Saúde (PHM) assumem um papel importante na Gestão da Manutenção. Inserido nesse contexto, o presente trabalho objetiva desenvolver um protótipo IoT (Internet of Things) de baixo custo, com a aplicação de um microcontrolador ESP32 e plataformas open source, para monitoramento de grandezas elétricas e ambientais de um painel elétrico em tempo contínuo, utilizando o conceito de Big Data para a composição de um modelo de prognóstico de saúde e predição de falhas. Como etapa preparatória para aplicação em ambiente industrial, testes em bancada foram conduzidos para validar a coerência das leituras dos sensores e sistemática de escrita/consulta no banco de dados. Os dados obtidos sugerem que o sistema será capaz de aplicação de monitoramento da condição dos equipamentos em questão, ainda que constatadas oportunidades de melhoria na acurácia de algumas medições por meio de processos de calibração.

Palavras-chave: Prognóstico e Gestão de Saúde (PHM); Gestão da Manutenção; Internet of Things (IoT); Microcontrolador ESP32; Painel Elétrico.

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O papel da manutenção vem recebendo cada vez mais atenção na manufatura à medida que as empresas entendem que a manutenção, quando bem realizada, pode ser um fator estratégico para atingir os objetivos corporativos, dentre eles a redução de custos, aumento da produtividade e disponibilidade da planta, melhoria da segurança e qualidade de produtos/processos, cumprimento de prazos de entrega e redução de riscos (CACHADA et al., 2018; PRANOWO; ARTANTO, 2022).

Isto gera uma pressão intensa por aumento da eficiência, redução dos riscos de segurança e assertividade nas ações de manutenção, antes mesmo que a falha dos equipamentos ocorra (XU et al., 2017). Esta última é considerada um dos grandes desafios das equipes de manutenção, no qual ter subsídios para realizar prognósticos que permitam atuar no momento certo, quando o equipamento está no estágio incipiente de seu modo de falha, pode representar a oportunidade para reduzir custos diretos e indiretos de manutenção (SOUZA et al., 2022).

Com o surgimento da Indústria 4.0, a manutenção é considerada vital para a sobrevivência das empresas de produção em um ambiente exigente e mercado competitivo (TRAN ANH et al., 2018), em que ações específicas podem consolidar uma vantagem competitiva (RØDSETH et al., 2017). Dentre elas, podemos destacar desenvolvimento e implementação de estratégias de manutenção eficientes baseadas nas tendências para a abordagem preditiva, exemplificada pelas técnicas de Gerenciamento de Prognóstico e Saúde (PHM) e Manutenção Baseada em Condição (CBM), impulsionadas através do uso de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem, análise avançada de dados e realidade aumentada (CACHADA et al., 2018).

Prognósticos e gerenciamento de integridade de sistemas (PHM) é uma disciplina capacitadora que usa sensores para avaliar a integridade de sistemas, diagnosticar comportamentos anômalos e prever o desempenho útil restante ao longo da vida útil do ativo. O advento da Internet das Coisas (IoT) permite que o PHM seja aplicado a todos os tipos de ativos em todos os setores, criando assim uma mudança de paradigma que está abrindo novas oportunidades de negócios significativas (KWON et al., 2016)

Ainda neste paralelo, pode-se afirmar que surgimento da Internet das Coisas (IoT) e o paradigma da Indústria 4.0 abriram caminho para aprimorar os recursos de monitoramento das empresas com o uso extensivo de sensores físicos e virtuais para identificar insights significativos sobre o desempenho do

negócio e/ou prever situações indesejáveis e, portanto, permitir que os engenheiros decidam e ajam de forma proativa. (BOUSDEKIS et al., 2018). Este caminho está ainda mais acessível com a inserção de sensores eletrônicos de baixo custo no mercado, promovendo oportunidades interessantes para a ciência cidadã e a pesquisa participativa (CHAN et al., 2020).

Dentro deste contexto, um sistema de detecção de falhas em painéis elétricos deve ser seriamente considerado como parte da estratégia de manufatura, tanto por questões de custo como de segurança, uma vez que a disponibilidade e confiabilidade das subestações e equipamentos elétricos em que estão inseridos são primordiais para o funcionamento de qualquer negócio. Desta forma, através do uso de uma rede de sensores, pode-se conduzir a ganhos significativos de produtividade e qualidade do produto por meio de um sistema de diagnóstico (ARTUR et al., 2022).

1.2 JUSTIFICATIVA

Pode-se atribuir o mérito desta pesquisa tanto no âmbito industrial quanto no âmbito da comunidade científica, pela possibilidade da aplicação dos conceitos da indústria 4.0 para solução de problemas reais e captura de valor na função manutenção, por meio da redução do tempo de indisponibilidade dos equipamentos, dos custos diretos e indiretos associados e alocação otimizada de recursos. Também se destaca o elevado potencial de escalabilidade para outros tipos de equipamentos, que a partir da implantação de um sistema de coleta de dados em tempo contínuo podem ter sua performance, segurança e confiabilidade aumentadas. Além disso, também justifica o esforço a ser desempenhado em termos de hardware e software para o desenvolvimento da solução, o fato desta ser capaz de abranger os mais diversos seguimentos da manufatura, como por exemplo, o setor de serviços e áreas hospitalares.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de sensoriamento e coleta de dados das condições de operação dos painéis elétricos de uma planta industrial, em plataforma de prototipagem open source, usando o conceito IoT e criar um modelo que baseado nestes dados possa prever uma falha potencial, de forma a prevenir ou amenizar suas consequências, viabilizando a implantação de uma estratégia de manutenção pautada na condição do equipamento.

2. MÉTODOS

O trabalho objeto do artigo explora os resultados parciais de uma pesquisa do programa de mestrado profissional da UFG, em especial os resultados obtidos nas fases 2 e 3 descritas na Figura 1, que representa a estruturação do trabalho como um todo.

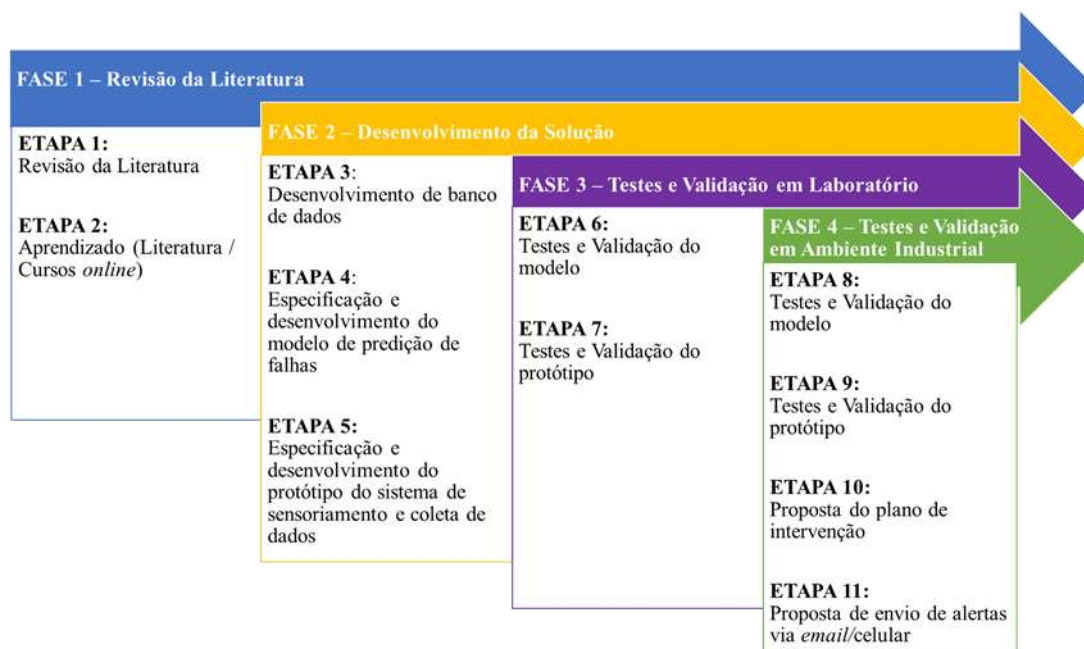


Figura 1 - Estrutura da pesquisa de mestrado em fases e etapas. Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a fase 2, foi executado o levantamento de todo hardware e software necessário para que sejam atendidos os requisitos funcionais da solução, elaboração da especificação e o desenvolvimento do banco de dados que permita armazenar informações para auxiliar o processo de identificação de causa raiz das falhas dos equipamentos, a especificação e elaboração do protótipo do sistema de sensoriamento e coleta de dados do painel elétrico a ser estudado, além do modelo de predição de falhas potenciais. A lista com os componentes que foram utilizados pode ser visualizada na tabela 1:

Tabela 1 - Lista de hardware do sistema

Item	Sigla	Descrição
1	U1	ESP32-DEV-KIT-V1 – Microcontrolador embarcado
2	U2	PZEM-004T - Módulo de medição de grandezas elétricas
3	CT1	PZ-CT02 - Transformador de corrente não-intrusivo 100A
4	CT2	SCT-013-000 - Transformador de corrente não-intrusivo 100A
5	MT1	DHT22 – Sensor de Umidade e Temperatura
6	TT1/2/3	DS18B20 – Sensor de Temperatura
7	PT1	BMP280 - Sensor de Pressão e Temperatura
8	C1	Capacitor eletrolítico – 10 μ F
9	R1	Resistor “Pull-up” – 10k Ω
10	R2	Resistor “Pull-up” – 4,7k Ω
11	R3/R4	Resistores divisores de tensão – 10k Ω
12	R5	Resistor de carga - 330 Ω
13	R6/7/8	Resistor “Pull-up” – 1k Ω

Fonte: Elaborada pelo autor

Já na Figura 2, que é composta por 2 fotos, em que na do lado esquerdo (Fig. 2a) é retratada uma visão geral do circuito prototipado com os sensores aplicados, e na do lado direito (Fig. 2b) uma visão ampliada do protoboard com os componentes do sistema.

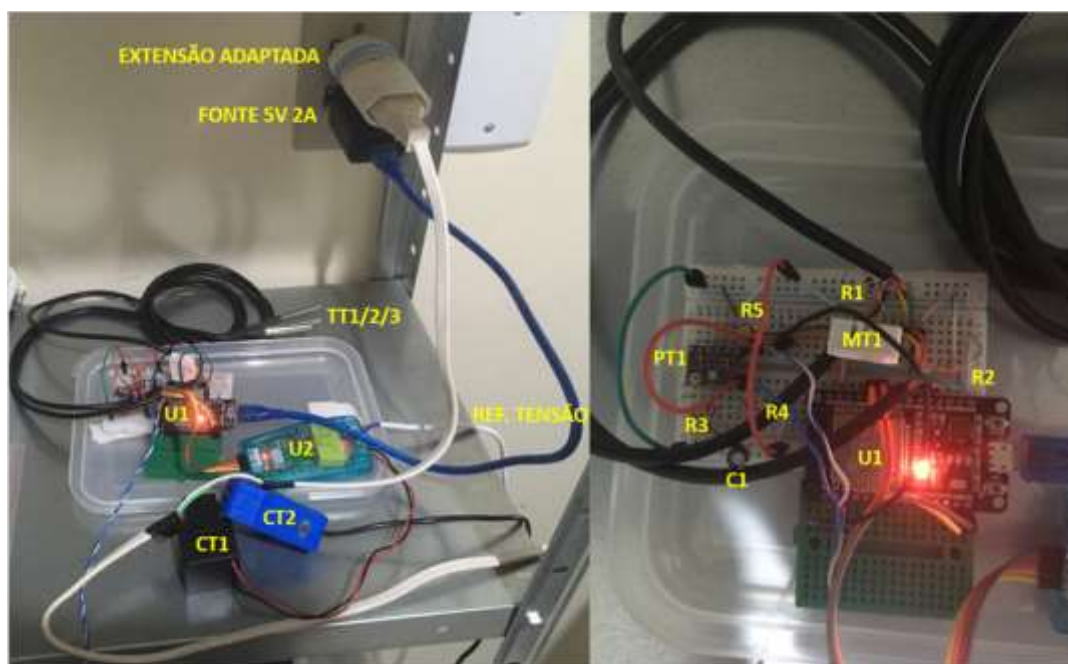


Figura 2 - Visão geral do protótipo desenvolvido. (a) à esquerda, vista do circuito prototipado com sensores; (b) à direita, vista ampliada do protoboard com os componentes do sistema. Fonte: Elaborada pelo autor.

Em relação aos softwares utilizados, optou-se por utilizar os categorizados como “*open source*”, ou seja, dispensam a aquisição de licenças para o uso. Na tabela 2 estão listados os softwares com suas respectivas funções:

Tabela 2 - Lista de softwares do sistema

Item	Versão	Função
Tasmota	11.1.0	Programação da ESP32
InfluxDB	2.3.0	Banco de dados
Mosquitto	2.0.14	Broker MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)
Grafana	8.2.3	Visualização <i>Dashboards</i>
Node-Red	2.1.3	Inserção de dados no banco e disparo de alertas

Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 3 é ilustrado, de forma esquemática, o fluxo da informação, desde a transdução das variáveis monitoradas em sinais elétricos pelos sensores; conversão em unidade de engenharia e publicação dos dados via protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) pela ESP32; escrita no banco de dados InfluxDB por intermédio do Node-Red e visualização dos dados em forma de Dashboards compostos por indicadores no Grafana.

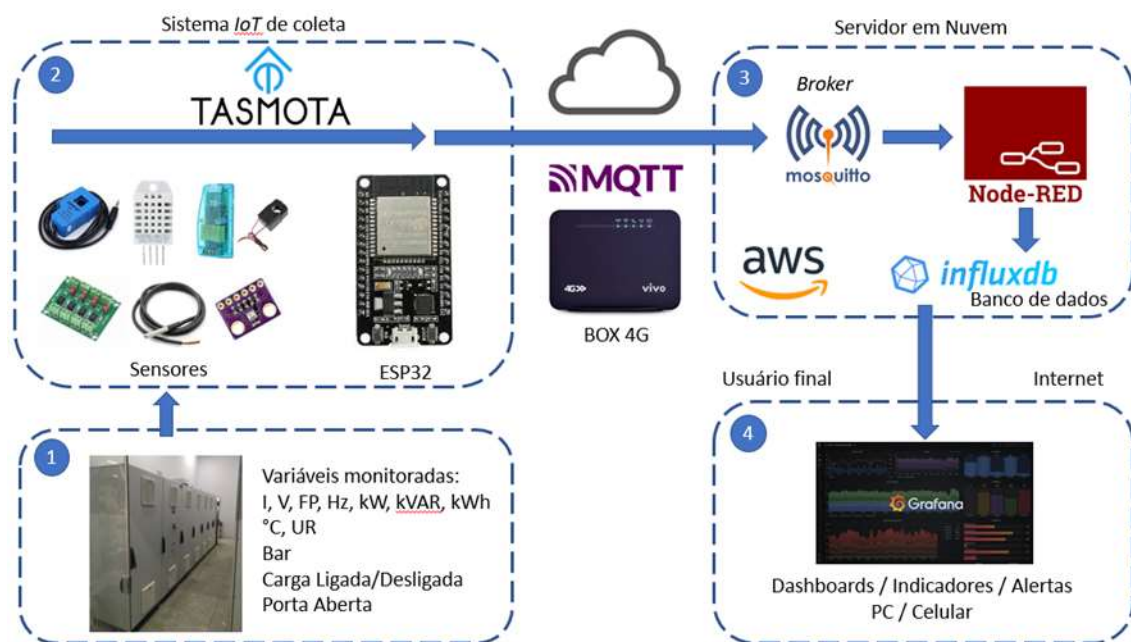


Figura 3 - Topologia de comunicação do sistema. Elaborada pelo autor.

Já na fase 3, foram realizados testes de bancada entre os dias 01/06 a 21/06/2022, com o intuito de validar a coerência dos valores medidos pelos sensores, além da sistemática de captura dos dados e escrita no banco de dados em si. Para tal, o sistema ficou monitorando as condições ambientais

(temperatura, umidade e pressão) de um escritório destinado a realização de atividades laborativas na modalidade *home office*, e as grandezas elétricas de cargas que foram acopladas em uma extensão elétrica adaptada, que em um dos condutores foram instalados os sensores de corrente não-intrusivos CT1 e CT2, e em uma das 3 tomadas disponíveis foi coletada a referência de tensão para o módulo U2 (Medidor de grandezas elétricas – PZEM-004T). Os seguintes testes foram executados:

- 1) Monitoramento ininterrupto de todas as grandezas elétricas e ambientais durante o período de 01/06 a 09/06/22 do escritório;
- 2) Avaliação do perfil de carga conforme a atividade laboral no escritório durante o dia 02/06/22;
- 3) Avaliação das medições de corrente do sensor CT1 contra o sensor CT2 no período de 01/06 a 09/06/22;
- 4) Medição de corrente para diferentes cargas confrontando os sensores CT1 e CT2 contra um alicate amperímetro 50mm modelo Minipa ET-3200 com precisão de $\pm 2,5\%$ para a faixa de 20A, considerando a temperatura ambiente na faixa de $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $< 80\%$ (MINIPA, 2019) no dia 21/06/22:
 - a. Carga puramente resistiva mini sanduicheira 700W;
 - b. Carga micro-ondas 1400W.
- 5) Medição do fator de potência para cargas com características diferentes no dia 16/06/22:
 - a. Cargas fontes chaveadas de notebook e monitor LED 20" (ambas com potência máxima de 45W);
 - b. Carga predominantemente resistiva, ferro de soldar 50W;
 - c. Carga composta pelas fontes do monitor e *notebook*, e o ferro de soldar;
- 6) Testes variando o gradiente de temperatura para avaliar a resposta dos sensores DS18B20 no dia 16/06/22;
 - a. Elevação do gradiente além da temperatura de saturação dos sensores (125°C);
 - b. Medição da temperatura de referência em 0°C (gelo);
 - c. Medição da temperatura corporal contra um termômetro clínico digital modelo HC-070 com erro máximo de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ para a faixa de $35,5$ a $42,0^{\circ}\text{C}$.

- 7) Avaliação das medições de temperatura do sensor BMP280 contra os sensores DS18B20 no período de 01/06 a 09/06/22;
- 8) Avaliação das medições de temperatura do sensor DHT22 contra os sensores DS18B20 no período de 16/06 a 17/06/22;
- 9) Avaliação do comportamento da medição de pressão do sensor BMP280 em função da variação da temperatura registrada pelo mesmo sensor durante os dias 01/06 a 09/06/22;
- 10) Avaliação das medições de umidade do sensor e ponto de orvalho do sensor DHT22 no período de 16/06 a 18/06/22.

3. RESULTADOS

Os testes de 1 a 8 transcorreram conforme o planejado, não sendo reportadas intercorrências significativas em relação a aquisição de dados e inserção no banco de dados. Dentre eles, para efeito de síntese serão abordados os resultados dos testes 2, 4 e 6. Em que as grandezas em validação nos testes 2 e 4, tem a relevância no contexto de se capturar a assinatura elétrica dos equipamentos e potenciais desvios (GARCIA; MONTES, 2019). Já no teste 6, por a temperatura ser considerada uma das mais importantes propriedades termodinâmicas para determinar o estado da matéria (ŠKULTÉTY et al., 2018) e a sua elevação estar relacionada com uma aceleração exponencial da taxa de falha de componentes eletrônicos (YU *et al.*, 2020), ou poder indicar a presença de mau contatos em conexões (USAMENTIAGA *et al.*, 2018), sobrecarga e/ou deterioração da isolação de cabos elétricos (AHMAD; KAMARUDDIN, 2012).

Para o teste 9 foi identificada a necessidade de se realizar algum procedimento específico para validar a medição, além de observar o comportamento da medição em ambientes pressurizados e com sistema de ventilação/exaustão em operação. Um melhor entendimento das condições de operação do sensor se faz necessário para que seja possível avaliar se será possível detectar anomalias no sistema de pressurização/ventilação do CCM alvo da pesquisa, e até mesmo abertura de portas das colunas do painel.

Já o teste 10, foi observado um valor de umidade relativa do ar entre 30% a 45%, que é condizente com as condições climáticas as quais o sensor está inserido, mas não foi realizado nenhum experimento específico para determinar a coerência das medições, nem mesmo utilizado outro equipamento calibrado ou sensor como referência, como por exemplo um *datalogger* como utilizado por Souza *et al.* (2022). Esta variável é particularmente importante por estar relacionada a modos de

falha de falha associados ao processo de corrosão, desencadeado por alta umidade (corrosão úmida) ou baixíssima umidade (corrosão a seco), condensação no interior do painel e disparo de descargas elétricas estáticas (MEDINA-SANTIAGO *et al.*, 2020), (ALVAN PRASTOYO UTOMO *et al.*, 2019).

3.1 TESTE 2: AVALIAÇÃO DO PERFIL DE CARGA CONFORME A ATIVIDADE LABORAL NO ESCRITÓRIO DURANTE O DIA 02/06/22

Os valores relativos a Potência Ativa (W), Potência Aparente (VA) e Potência Reativa (Var) foram historiados e podem ser visualizados na Figura 4. Conforme pode ser observado, a variação nestas grandezas elétricas reflete a rotina de trabalho do ocupante do escritório no dia em questão.



Figura 4 - Monitoramento das grandezas elétricas no dia 02/06/2022. Fonte: Adaptada da interface gráfica do InfluxDB.

Os intervalos 1, 4, 6 e 8 são caracterizados por períodos de inatividade no escritório, enquanto que os intervalos 2, 5 e 7 são os períodos em que ocorreram atividades rotineiras com o monitor secundário e o *notebook* ligados, e o intervalo 3 em que houve uma maior potência consumida refere-se a uma reunião realizada via vídeo conferência. Nos intervalos 5 e 7, ainda é possível observar um pequeno vale de curta duração que representa o período em que houve uma pausa e o *notebook* entrou em modo tela de bloqueio.

3.2 TESTE 4: MEDIÇÃO DE CORRENTE PARA DIFERENTES CARGAS CONFRONTANDO OS SENSORES CT1 E CT2 CONTRA UM ALICATE AMPERÍMETRO

a. Carga puramente resistiva mini sanduicheira 700W, em 220V

Por se tratar de uma carga puramente resistiva, podemos presumir que a resistência elétrica, segundo a lei de ohm, é igual ao quadrado da tensão dividido pela potência, ou seja $69,14\Omega$.

Utilizando essa resistência presumida, esperava-se uma corrente em torno de 3,18A para 220V, ou 3,109A para 215V. O módulo PZEM-004T registrou 3,088A para 215V enquanto que o alicate amperímetro registrou 2,89A, conforme pode ser observado na Figura 5.



Figura 5 - Medição de corrente PZEM-004T VS Alicate amperímetro - Sanduicheria 700W em 21/06/2022. (a) À esquerda, visão geral do teste realizado; (b) à direita, foto ampliada para visualização da corrente registrada pelo alicate amperímetro e pelo sistema via interface web. Fonte: Elaborada pelo autor.

b. Carga micro-ondas 1400W

Posteriormente foram realizadas novas medições de corrente, utilizando como carga um micro-ondas modelo Consul CMW30ABBNA / 220V, com 1400W de potência no modo micro-ondas (CONSUL, 2014). A potência registrada pelo PZEM-004T no valor de 1375W ficou bem próxima da nominal, e a corrente medida no valor de 6,723A contra 6,12A medidos pelo alicate amperímetro, conforme pode ser observado na Figura 6.



Figura 6 - Medição de corrente PZEM-004T VS Alicate amperímetro – Micro-ondas 1400W em 21/06/2022. Fonte: Elaborada pelo autor

Durante os testes 4.a e 4.b mencionados anteriormente, também foram comparados os valores de corrente registrados pelo PZEM-004T contra o sensor SCT-013-000, conforme pode ser observado na Figura 7. Em que (1) representa o período em que a sanduicheira ficou ligada até a resistência desarmar; (2) forno micro-ondas ligado por 1 minuto; (3) forno micro-ondas ligado por 5 minutos.



Figura 7 - Medições de corrente PZEM-004T vs SCT-013 no dia 21/06/22. Fonte: Adaptada da interface gráfica do InfluxDB

Apesar de apresentarem valores absolutos diferentes, em que a corrente em CT2 é maior que a medida em CT1, ambos reagem em sincronia e de forma proporcional as variações da carga. Esse comportamento atende o propósito de identificar alterações para composição de um prognóstico

elétrico, mas revela uma necessidade de calibração dos sensores para que possam refletir com maior exatidão a corrente que circula no circuito.

3.3 TESTE 6: TESTES VARIANDO O GRADIENTE DE TEMPERATURA PARA AVALIAR A RESPOSTA DOS SENSORES DS18B20 NO DIA 16/06/22

Na figura 8 pode-se observar os valores registrados em °C durante os testes realizados no dia 16/06/2022 para validar as medições dos sensores TT1, TT2 e TT3. Os sensores iniciaram as medições em temperatura ambiente. A seguir adicionou-se uma fonte de calor para que o gradiente ultrapassasse a temperatura de saturação dos sensores (125°C). Em seguida a fonte de calor foi retirada, e após a temperatura estabilizar os sensores foram imergidos em um recipiente contendo gelo para registro de temperaturas próximas de 0°C. Finalmente os sensores foram utilizados para aferir a temperatura corporal e as medições foram confrontadas com um termômetro clínico como referência. O detalhamento de cada intervalo será demonstrado nos itens 3.3a, 3.3b e 3.3c.



Figura 8 - Medições de temperatura em °C durante testes realizados com sensor DS18B20 no dia 16/06/2022. Fonte: Adaptada da interface gráfica do InfluxDB

a. Elevação do gradiente além da temperatura de saturação dos sensores (125°C)

Em um primeiro momento, com o auxílio de um ferro de soldar de 50W, modelo *Hikari Power 60*, que possui a temperatura máxima de 510°C conforme indicado no manual do fabricante (HIKARI, 2019), foi elevada a temperatura até o ponto que ela atingisse o ponto máximo de saturação dos sensores em +125°C segundo o *datasheet* do sensor (SPARKFUN, 2022) e em seguida retirada a fonte de calor para que os sensores voltassem a registrar a temperatura ambiente.

Conforme pode ser observado na Figura 9, a máxima temperatura registrada nos 3 sensores foi de 127,9°C, dentro do esperado $+125 \pm 2^\circ\text{C}$ (Erro máximo para faixa -55°C a $+125^\circ\text{C}$). O comportamento das medições registradas durante o aquecimento e resfriamento seguiram o mesmo padrão, com um

leve descolamento na medição do sensor TT2 na linha do tempo em relação a TT1 e TT3, justificada por este estar mais próximo da ponta do ferro de soldar.



Figura 1 - Teste 6.a: Aquecimento até ultrapassar temperatura de saturação dos sensores. (a) À esquerda, visão geral do experimento; (b) à direita, foto ampliada para visualização dos valores registrados pelos sensores (127,9°C) na interface gráfica do Tasmota. Fonte: Elaborada pelo autor.

b. Medição da temperatura de referência em 0°C (gelo)

Em seguida os sensores foram imersos em um recipiente contendo uma mistura predominantemente com gelo e água na forma líquida em quantidade mínima apenas para ampliar a superfície de contato dos sensores, conforme pode ser observado na Figura 10. Era esperado que os sensores registrassem temperaturas próximas de $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (Erro máximo para faixa -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$), o que ocorreu com os sensores TT1 ($0,4^{\circ}\text{C}$) e TT3 ($0,1^{\circ}\text{C}$). Entretanto, o sensor TT2 apresentou a medição de $1,2^{\circ}\text{C}$, que apesar de estar fora da faixa de erro máximo do instrumento, não é considerado relevante para a aplicação proposta.



Figura 10 - Teste 6.b: Temperatura de referência 0°C (gelo). (a) À esquerda, visão global do experimento; (b) à direita, foto ampliada para visualização do registro das temperaturas próximas a 0°C na interface gráfica do Tasmota. Fonte: Elaborada pelo autor.

c. Medição da temperatura corporal contra um termômetro clínico digital

Neste experimento utilizou-se um termômetro clínico digital modelo HC-070 com erro máximo de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ para a faixa de $35,5$ a $42,0^{\circ}\text{C}$ em conjunto com os 3 sensores DS18B20 para medir a temperatura corporal, conforme ilustrado na Figura 11. Considerando a temperatura registrada pelo HC-070 em $36,3^{\circ}\text{C}$ como referência, os sensores TT1 e TT3 registraram valores ligeiramente mais baixos, com uma diferença inferior a 1°C ($0,9$ e $0,07$ respectivamente). Já o sensor TT2 apresentou uma diferença de $1,1^{\circ}\text{C}$. Ambas diferenças encontradas são consideradas aceitáveis no contexto a qual serão inseridas as medições de temperatura.



Figura 11 – Medição de temperatura corporal, sensores de temperatura DS18B20 VS Termômetro digital clínico HC-070. (a) À esquerda, visão geral do experimento; (b) à direita, foto ampliada para visualização do registro das temperaturas no termômetro digital e na interface gráfica do Tasmota. Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados dos experimentos 6.a, 6.b e 6.c aplicados aos requisitos do sistema para a exatidão das medições de temperatura, demonstram que existe uma oportunidade marginal na melhoria da acurácia das medições TT1 e TT3, e pequena para sensor TT2, que podem ser obtidas por meio de um processo de calibração dos sensores (ŠKULTÉTY et al., 2018).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, se considera que os testes foram suficientes para validar as medições dos sensores, ainda que demonstrados indícios de oportunidades de melhoria na acurácia de algumas medições por meio de processos de calibração. Entende-se que para a aplicação de monitoramento da condição dos equipamentos em questão, a resposta dinâmica dos sensores de forma proporcional e sistemática a variações nas grandezas de interesse, se faz mais importante para determinar padrões do que o valor exato da medição em si. Por exemplo, para o sistema é mais importante identificar se a temperatura de uma conexão está apresentando um comportamento de elevação, estabilidade ou queda, do que se ela está a 57°C ou 58°C. Espera-se que esse trabalho desperte o interesse da comunidade científica e da área industrial como uma solução inovadora para fortalecer o segmento da Gestão da Manutenção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, Rosmaini; KAMARUDDIN, Shahrul. An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application. *Computers and Industrial Engineering*, v. 63, n. 1, p. 135–149, 2012. DOI 10.1016/j.cie.2012.02.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2012.02.002>.

ALVAN PRASTOYO UTOMO, Moechammad et al. Server Room Temperature & Humidity Monitoring Based on Internet of Thing (IoT). *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1306, n. 1, 2019. DOI 10.1088/1742-6596/1306/1/012030. .

ARTUR, MATHEUS DAMACENO; BELCHIOR, FERNANDO NUNES; RABELO, Diogo de Souza. OTIMIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA EM PAINÉIS ELÉTRICOS UTILIZANDO OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0. *Desvendando a Engenharia: sua abrangência e multidisciplinaridade - Volume 3*. [s.l.]: Editora Científica Digital, 2022. p. 194–197. DOI 10.37885/211106661. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.37885/211106661>

BOUSDEKIS, Alexandros et al. Enabling condition-based maintenance decisions with proactive event-driven computing. *Computers in Industry*, v. 100, n. May, p. 173–183, 2018. DOI 10.1016/j.compind.2018.04.019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.04.019>.

CACHADA, Ana et al. Maintenance 4.0: Intelligent and Predictive Maintenance System Architecture. *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA*, v. 2018-Septe, p. 139–146, 2018. DOI 10.1109/ETFA.2018.8502489. .

CHAN, Kristofer et al. Low-cost electronic sensors for environmental research: Pitfalls and opportunities. [s.l.: s.n.], 2020.

CONSUL. Manual do consumidor - Micro-ondas Consul 30 Litros. 2014. Disponível em: <https://www.dufrio.com.br/upload/produto/arquivo/microondas-consul-30-l-110v-cmw30ab.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2022.

GARCIA, E.; MONTES, N. Mini-term, a novel paradigm for fault detection. *IFAC-PapersOnLine*, v. 52, n. 13, p. 165–170, 2019. DOI 10.1016/j.ifacol.2019.11.170. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.170>.

HIKARI. Soldagem. Ferros de Soldar - Hikari ferramentas. 2019. Soldagem. Ferros de Soldar - Hikari ferramentas. Disponível em: <https://www.hikariferramentas.com.br/ferro-de-soldar/210/104/>. Acesso em: 16 jun. 2022.

KWON, Daeil et al. IoT-Based Prognostics and Systems Health Management for Industrial Applications. *IEEE Access*, v. 4, p. 3659–3670, 2016. DOI 10.1109/ACCESS.2016.2587754. .

MEDINA-SANTIAGO, A. et al. Adaptive Model IoT for Monitoring in Data Centers. *IEEE Access*, v. 8, p. 5622–5634, 2020. DOI 10.1109/ACCESS.2019.2963061. .

PRANOWO, Ignatius Deradjad; ARTANTO, Dian. Smart monitoring system using NodeMCU for maintenance of production machines. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, v. 25, n. 2, p. 788–795, 2022. DOI 10.11591/ijeecs.v25.i2.pp788-795. .

RØDSETH, Harald; SCHJØLBERG, Per; MARHAUG, Andreas. Deep digital maintenance. *Advances in Manufacturing*, v. 5, n. 4, p. 299–310, 2017. DOI 10.1007/s40436-017-0202-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0202-9>.

ŠKULTÉTY, Emil; PIVARČIOVÁ, Elena; KARRACH, Ladislav. The Comparing of the Selected Temperature Sensors Compatible with the Arduino Platform. *Management Systems in Production Engineering*, v. 26, n. 3, p. 168–171, 2018. DOI 10.1515/mspe-2018-0027. .

SOUZA, Danilo Augusto Santana de et al. Implementation of Condition-Based Maintenance (CBM) in a central air conditioning unit by using microcontroller and open-source monitoring platforms. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 9, n. 4, p. 046–063, 2022. DOI 10.22161/ijaers.94.5. .

SPARKFUN. Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. 2022. Datasheet Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Disponível em:

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2022.

TRAN ANH, Duc; DABROWSKI, Karol; SKRZYPEK, Katarzyna. The Predictive Maintenance Concept in the Maintenance Department of the “industry 4.0” Production Enterprise. *Foundations of Management*, v. 10, n. 1, p. 283–292, 2018. DOI 10.2478/fman-2018-0022. .

USAMENTIAGA, Ruben et al. Temperature monitoring for electrical substations using infrared thermography: Architecture for industrial internet of things. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v. 14, n. 12, p. 5667–5677, 2018. DOI 10.1109/TII.2018.2868452. .

XU, Yan et al. Industrial Big Data for Fault Diagnosis: Taxonomy, Review, and Applications. *IEEE Access*, v. 5, p. 17368–17380, 2017. DOI 10.1109/ACCESS.2017.2731945. .

YU, Xiaofan et al. Optimizing Sensor Deployment and Maintenance Costs for Large-Scale Environmental Monitoring. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, v. 39, n. 11, p. 3918–3930, 2020. DOI 10.1109/TCAD.2020.3012232. .

Capítulo 3



10.37423/221106870

UTILIZAÇÃO E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS EM DRYWALL: ESTUDO DE CASO

Kátia Maria de Souza

unibrasília de Goiás

Guilherme Cândido Ferreira

UniBrasília de Goiás



Resumo: O presente trabalho objetiva abranger o tema da utilização e técnicas construtivas em drywall, correlacionado ao estudo de caso de um edifício na cidade de Nova Gama-GO. Discorre primeiramente, os aspectos históricos e conceituais das duas técnicas, drywall e alvenaria, posteriormente abrange as suas vantagens e desvantagens. Na sequência, realiza-se um estudo de caso, de maneira a correlacionar ambos os sistemas, analisando de forma quantitativa, qual é o método mais eficaz, quanto os gastos utilizados, o tempo de mão de obra e o valor dos materiais. Assim, apresenta-se através de tabelas e gráficos, de forma individual, os produtos utilizados, e expõe-se graficamente, a correlação desses dados, de forma simplificada. Para tanto, a pesquisa se realiza através de um estudo de caso de natureza quantitativa de forma a dialogar com uma pesquisa bibliográfica realizada nas partes conceituais e históricas da temática.

Palavras-chave: drywall. Alvenaria. Técnicas construtivas.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores que mais crescem na sociedade, um dos mais importantes para a economia e que mais geram empregos, independente da classe social, é um setor de inclusão, sua composição vai de profissionais altamente qualificados à amadores do ramo construtivo (MARCOCCI, 2020).

A construção civil, desde então tem melhorado, porém continua sendo um desafio ainda nos dias atuais, principalmente porque o mercado ainda é muito conservador e as novas tecnologias são de difícil absorção, dificultando a transferência de alguns métodos de execução. Esse estereótipo se justifica pelo fato de que, no Brasil, os empreendedores acreditam que mudanças no processo de fabricação ou no material utilizado na fábrica, podem acarretar em altos custos de fabricação, e para o consumidor final (NETO & FAGUNDES, 2020).

Com base nesse conceito tradicional, um processo impressionante na construção de obras residenciais ou comerciais é a impermeabilização da vedação interna, como o forro de drywall, e a representação desse método no Brasil tem aumentado bastante. Um produto que revoluciona a construção civil e atende demandas da sociedade construtora, cada vez mais dura e corporativa a política de desenvolvimento sustentável é vista como um diferencial competitivo, uma mudança nos padrões e práticas construtivas inovadoras (PAINEIRA, 2019).

Todavia, mesmo sendo uma técnica funcional e moderna, há situações em que sua aplicação pode não ser compensatório, então, para cada tipo de construção deve ser analisado qual é o método mais eficaz de acordo com o imóvel, nestes termos, a pesquisa em tela é uma base para o artigo que se fará mediante um estudo de caso, que objetiva verificar qual é o método mais viável para a construção de um edifício em Novo Gama – GO.

O processo de monitoramento possibilitou o cálculo de custos incluindo materiais, mão de obra, tempo e outros fatores, abrindo uma visão mais ampla dos conceitos abordados. Estes cálculos serão analisados a partir de uma obra que está em execução, e será acompanhada durante o seu processo para melhor identificar as vantagens e desvantagens desse método Drywall em comparação à alvenaria tradicional.

Assim, será demonstrando todos os fatores que limitam e favorecem a escolha do método construtivo, de acordo com a mão de obra, produtividade, custos de matéria prima, e as despesas gerais das obras.

com as vantagens e desvantagens dos métodos sobre ditos, ao qual será mediante um estudo de caso comparativo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DRYWALL: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS

O sistema drywall surgiu nos Estados Unidos em 1894 como uma alternativa de construção sem impacto ao meio ambiente, por quanto é construído em ambiente limpo, sem utilização de água, é um trabalho à seco, de rápida aplicação e ainda reduz os custos econômicos (ABDALA, 2019).

Segundo Hardie (1995), o inventor da primeira placa de gesso foi Augustine Sackett em 1898, conhecidas como Sackett Board, com quatro camadas de gesso, e quatro folhas as envolviam, desenvolvidas uma por vez, nas bordas não haviam acabamento, aos quais foram evoluindo, passando a chamar de “Gypsum Board”, em meados de 1910 e 1930.

A técnica drywall foi ganhando espaço e conquistando os setores de construção civil, por ser uma solução prática e inteligente, mas somente na década de 70 que este sistema chegou no Brasil através de Roberto Campos Guimarães, médico com habilidades na área de construção, quando viajou para os Estados Unidos em 1972 e conheceu a técnica, trouxe ao Brasil. De acordo com Mitidieri Filho (2009), a primeira fábrica de gesso cartonado chamada Gypsum, em Petrolina no estado de Pernambuco. Desde o século XXI, leis brasileiras têm sido editadas em prol da utilização do sistema drywall, e atualmente as técnicas construtivas drywall tem sido amplamente expandida (PEINADO, 2019).

Ao longo dos anos, com a tecnologia avançando, as placas foram tornando mais leves e mais resistentes, e atualmente é denominada de “Chapa Drywall” sua composição é água, gesso e aditivos, revestidos de duas lâminas de papel cartão, em virtude da composição da água são altamente resistentes ao fogo (ABDALA, 2019).

2.1.1 CONCEITO DRYWALL

A palavra Drywall do idioma inglês que traduzida para o português significa “parede seca”, dispensa o uso de argamassa, do contrário da alvenaria convencional. A parede de Drywall é feita por uma estrutura de perfis de aço, nos quais as chapas de gesso são fixadas com parafusos. Drywall refere-se também as “estruturas de fechamento que são utilizados na construção a seco e tem como foco a separação de ambientes internos nos edifícios” (ABDALA, 2019, p.2).

Drywall é uma palavra em inglês, que traduzindo significa “parede seca”, porquanto, como mencionado, não necessita da água como matéria prima, não há argamassa, e conseqüentemente não gera resíduos como nos métodos tradicionais. É altamente funcional, pode ser utilizada tanto em edificações internas e paredes não estruturadas, em ambientes secos e molhados. A sua composição é por chapas de gessos acartonados e estruturados por aço galvanizado (COSTA,2018).

2.1.1.1 COMPONENTES CHAPA DE GESSO

Conforme a Associação Brasileira do Drywall (2019), existem quatro tipos de placas para o emprego na construção civil: chapa Standard (ST), são empregadas em ambientes internos de construções para ambientes secos, muito usada em salas, quartos, cozinhas e escritórios, possui coloração branca, e sua aplicação não requer uso de preparações especiais. A placa resistente à umidade (RU), são placas utilizadas em áreas sujeitas a umidade. Vendida na cor verde, e protege de áreas molhadas.

A chapa cimentícia, conhecida como Drywall externo, por ficar exposta e com mais contato com umidade. A sua aplicação deve ser realizada com material específico, isto é, que seja resista a umidade. Possui espessuras variadas em milímetros e de cor acinzentada. E por último, a placa resistente ao fogo (RF), são utilizadas em saídas de emergência, em locais de riscos de fogo na cor rosa, estas chapas contém fibra de vidro (NOBRE,2016).

Observa-se diante do exposto que, ao contrário do que se parece, o drywall não é apenas utilizado em forros ou revestimentos, é eficaz tanto para áreas internas quanto externas, modificando apenas o tipo de chapa de gesso que será utilizada.

2.1.1.2 ISOLAMENTO TÉRMICO ACÚSTICO

Para uma vedação eficaz aos padrões acústicos e térmicos de lã mineral, se utiliza matérias compostos de lã de vidro e lã de rocha basáltica. As utilizações desses materiais, entre as placas de gesso, juntamente com a própria estrutura, favorecem um isolamento acústico maior, além de manter a temperatura, favorecendo uma sensação melhor de habitabilidade. Devido ao aquecimento global e a conscientização pela sustentabilidade, o conforto ambiental vem sendo muito discutido em relação a qualidade de vida (NOBRE,2016).

2.1.1.3 LÃ DE PET

Dos materiais que promovem isolamento térmico, é a lã de PET (Polietileno/PE/Tereftalato/T) é a que ganha destaque no quesito ecológico, por se tratar de uma matéria 100% reciclada, seu formato é de

painel ou manta. E seu ponto forte é a sustentabilidade, produzidos através de garrafas PET recicladas, sem resinas, ou água e não emite carbono na sua fabricação (MITIDIERI FILHO, 2009).

2.1.1.4 LÃ DE ROCHA

A lã de rocha serve para “enchimento” entre as paredes de gesso Drywall para a promoção do bloqueio acústico em grande parte das ondas sonoras, e isolamento térmico auxiliando na eficiência energética do ambiente, e também apresenta formato como painel conglomerado composto de resinas especiais. Possui pouco peso, flexibilidade moderada, e tem utilização na construção civil para termo acústico (KAZMIERCZAK, 2010).

Sua produção e matéria prima é de rochas basálticas e com fibras minerais, é o isolante acústico mais utilizado, por também ser incombustível e não prejudicar o meio ambiente. Suas aplicações e características são: incombustibilidade, segurança, proteção pessoal, resistência a fogo, custo/benefício, aplicações em coberturas, absorção acústica, sobre forros vazados, entre as telhas metálicas, sobre os forros falsos, entre alvenarias e entre divisórias (KAZMIERCZAK, 2010).

2.2 ALVENARIA: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS

A produção em nível industrial da cerâmica surgiu na época do neolítico, e é considerado uma das produções mais antigas com registros históricos datados cerca de 3.000 a.C, desde os tempos antigos o homem construiu objetos de barro para o armazenamento de alimentos e após cerâmicas cozidas (KAZMIERCZAK, 2010).

Por ser um dos primeiros métodos utilizados para construção, a sua origem remonta às construções bastante antiga, no entanto, não há como precisar exatamente, quando ela surgiu, tem-se que seu início foi no Oriente Médio, entre os anos 8.000 a 4.000 a.C. Utilizavam-se barro queimado, argilaseca, adobe e blocos de arenito (ZAMUNER et al, 2020).

Mas alvenaria apenas chegou no Brasil no período colonial através dos portugueses, e se tornou o meio mais utilizado nas construções civis. Ao longo dos anos, o processo da alvenaria se modernizou, novas formas de vedação, estruturação e fabricação surgiram (COSTA, 2018).

2.2.1 CONCEITO DE ALVENARIA

A alvenaria pode ser definida como um elemento composto por blocos ou Tijolos ligados por argamassa, formando um conjunto resistente e firme (PACHAMAMA, 2020), e mesmo sendo uma das

principais formas utilizadas para construção, é sabido que o mundo se evolui constantemente, novas tecnologias vão surgindo em todos os ramos da sociedade, assim, para atender essa demanda, os processos da construção civil devem acompanhar o desenvolvimento tecnológico.

De acordo com Azevedo (1997) a alvenaria mais utilizada é de tijolos de barro, misturados com argila e pedras arenosas. E após escolher a argila se mistura com água até dar ponto de pasta. Se cozinha em forno na temperatura de 900 a 1100 ° C, a coloração do tijolo altera conforme a qualidade da argila. Outra métrica para o padrão de qualidade é o teste de sonoridade quando está no ponto correto tem som característico. Um bom tijolo deve ser de cor agradável, arestas vivas e reentrâncias definidas. Na produção sobressaem as microempresas familiares, com o emprego de técnicas artesanais, semi-artesanais e empresas pequenas e médias, que usam métodos produtivos tradicionais.

A formação da cerâmica é a partir da combustão de areia e argila juntos com água, se obtém uma pasta com liga e, ganha a dureza sob o fogo ou ação de calor. As normativas dos requisitos físicos, dimensionais, e mecânicos para o para são de competência da ABNT.

Os blocos cerâmicos não possuem finalidade estrutural, dividindo somente os ambientes, vigas e pilares, dimensionamento e tecnologia, atendendo as necessidades de cada projeto.

2.3 ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE ALVENARIA E DRYWALL

Nos dias atuais, há uma grande preocupação em relação a utilização do Drywall como substituto da alvenaria comum, e até mesmo a mão de obra qualificada, agilidade e praticidade na realização das construções, otimização dos recursos (menos perdas de materiais) (TANIGUTI, 2000).

Desta maneira, Sonda (2007) aduz que o gesso (da gipsita). Através de novas técnicas tem maior destaque na construção civil e desenvolvimento para aplicabilidade e inovações, fomentando a higienização, leveza, agilidade e acabamento. Tem maior potencial para personalizar os ambientes e além de tudo, o desperdício abundante do material além de um expressivo índice de redução de entulhos.

O Drywall tem utilização para as vedações internas como: paredes, revestimentos e tetos. Por meio de placa fabricada em processo industrial com padrão de qualidade. O gesso cartonado é a experiência bem-sucedida do gesso e papel cartão especial, seus atributos e características são: compressão, resistência e a flexão do material (placa cartonada).

O sistema Drywall está adaptando o segmento da construção civil, por se tratar de uma estratégia limpa, rápido, mais acessível e racional. Muito empregada na construção civil, as chapas de Drywall possuem maior maleabilidade. Ganha mais espaço em relação a alvenaria com tijolos por ser mais fina, é mais fácil de montar e desmontar (favorecendo reformas quando necessário).

Os resíduos gerados pelos gessos podem ser utilizados na produção de cimentos, por quanto neste processo é necessária porções de gessos na sua composição, já os aços galvanizados as indústrias metalúrgicas podem recicla-los, e posteriormente podem voltar para o setor de construção civil (MARTIGNAGO, 2019).

Todavia, a demanda da alvenaria é muito alta, quanto mais construções são edificadas, mais mão de obra são exigidas para a sua execução, entretanto, a mão de obra qualificada na alvenaria é uma das maiores dificuldades nesse setor, porquanto há um aumento constante de construções, em contrapartida há uma diminuição de pessoas qualificadas para trabalhar, somado com o desperdício de materiais, gera muitos prejuízos (MALTA, 2021).

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa desse trabalho baseou-se em analisar um estudo de caso através de um levantamento de dados para a sua aplicação na prática. Esse método de pesquisa tem embasamento em normas técnicas, materiais disponibilizados pela associação brasileira de drywall, artigos e também livros, que viabilizou uma comparação entre a alvenaria convencional e as técnicas construtivas em drywall em um edifício comercial, na cidade de Nova Gama-GO.

Para que isso fosse realizado foi analisado dois cenários, o primeiro com a técnica da alvenaria convencional e um segundo com a técnica construtiva drywall, nessa análise foi possível comparar o custo-benefício, a velocidade de execução e o tempo da mão de obra por metros quadrado, que será concluído através de uma abordagem qualitativa e quantitativa, com a técnica descritiva em junção com a pesquisa bibliográfica.

3.1 ETAPAS METODOLÓGICAS

A pesquisa envolveu algumas etapas, primeiramente foram levantadas os pontos principais do projeto do edifício de Nova Gama-Go, objetivando propor a substituição do sistema tradicional pelo drywall em parte do projeto, na vedação interna.

Posteriormente, realizou-se uma análise dos materiais e valores, somando ao tempo e valor gasto com mão de obra. Realizando-se uma comparativa com a alvenaria e o sistema de gesso acartonado.

A última etapa foi, após o término da obra, categorizar tudo quanto foi utilizado na obra, e realizar uma comparação, objetivando verificar qual é o método mais viável.

3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de dados foram inicialmente uma pesquisa ampla nas bases de estudos do Google Acadêmico, Scielo, e periódicos. Posteriormente, para a análise de dados foram utilizados sistemas de softwares como Microsoft Excel para a realização de tabelas e quantificações exatas de dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho tem por objetivo realizar um estudo comparativo entre a alvenaria tradicional e o Drywall, sobre a viabilidade técnica e financeira, a produtividade da mão de obra, desperdícios dos resíduos, demonstrando a utilização da parte elétrica e hidráulica, e os métodos construtivos no tocante a reformas e manutenção.

Para aferir qual é o método mais viável, comparando os custos e benefícios dos sistemas de construção de vedações verticais de alvenaria realizados com blocos cerâmicos e técnica drywall, em um edifício de dois andares, na cidade de Novo Gama-GO, situado na Rua 44, q. 504, Lote 04 e 06 Parque Estrela D'alva VI, em uma obra pública.

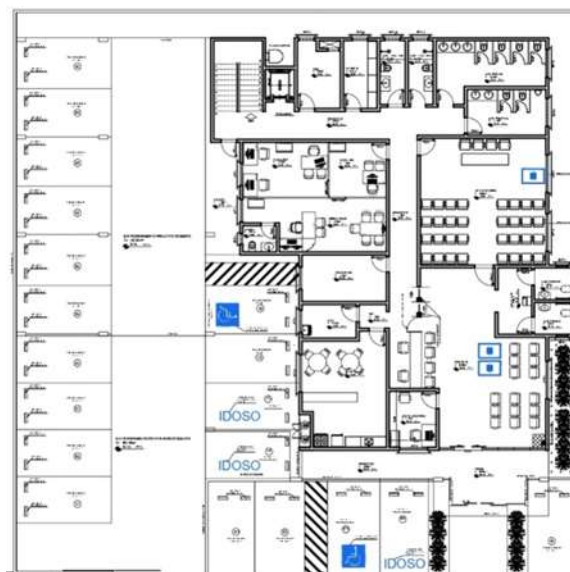


Figura 1- Planta Pavimento térreo



Figura 2- Planta primeiro pavimento

Na obra foi utilizada tanto a alvenaria em blocos, quanto o gesso acartonado, sendo que a área realizada em alvenaria convencional foi de 1507,13 m², e a área de gesso acartonado orçado no projeto foi de 202,13 m², a obra total tem uma área de 900m², o espaço será destinado ao Ministério Público de Nova Gama-GO.

No estudo comparativo referente a área construída com a alvenaria de blocos cerâmicos, foram utilizadas parede de bloco cerâmico de seis furos na horizontal de 11,5x19x29, com revestimento com argamassa de 5 mm, já chapiscadas.

No tocante ao sistema drywall, foi escolhida uma determinada área interna para ser construída com a técnica drywall, em virtude da rapidez e facilidade de modificar o ambiente, caso haja necessidade futura. A parte da obra realizada com gesso acartonado, foi estruturado com lã de rocha para acústico de 10mm, nas divisórias das salas, para vedações de sons e ruídos, com largura de 10mm das guias, foram utilizadas chapas tipo Standard (ST), e nos locais de maior unidade, utilizou-se a placa cimentícia.

As paredes externas, por sua vez, foram construídas com alvenaria tradicional, tendo em vista que tais áreas estão sujeitas as variações climáticas, nos fechamentos das escadas e elevador, foram utilizados também a alvenaria tradicional, conforme segue abaixo as fotos das etapas da construção.



Figura 1- Assentamento da Alvenaria



Figura 2 Fase do chapisco



Figura 3 fase do reboco



Figura 4 Alvenaria quase finalizada



Figura 5 Processo de Instalação da Lã de Rocha



Figura 6 Parede de Drywall fechada



Figura 9- Parede de Drywall Finalizada

Este estudo comparativo, objetivou apresentar os valores de cada sistema de construção, a fim de analisar as semelhanças, custos e benefícios. Destarte, para demonstrar a atratividade e benefícios da tecnologia drywall, em primeiro plano será apresentado o custo direto que envolve a alvenaria, no tocante aos materiais, mão de obra, e tempo de serviço.

Na obra referente ao estudo em tela, foi construída uma área de 1507,13² com alvenaria tradicional, e os valores referentes ao total gasto na obra foi de R\$ 475.008,71 (quatrocentos e setenta e cinco mil e oito), as divisões seguem abaixo:

Tabela 1 - MATERIAIS BÁSICOS UTILIZADOS NA ALVENARIA

<i>Produto</i>	<i>Unidade</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Preço</i>
<i>Água</i>	Litros	35000	RS 977,83
<i>Areia</i>	M³	80	RS 8.880,00
<i>Tijolo Cerâmico 11,5x19x29</i>	Unidade	5500	RS 3.850,00
<i>Cimento 50kg</i>	Saco	300	RS10.500,00
Total: 24.207,83			

Tabela 2- VALORES DA MÃO DE OBRA DA ALVENARIA

Profissional	Dias trabalhados	Quantidade	Valor diário unitário	Valor diário total
Pedreiro	230 dias	11 (onze)	R\$140,00	R\$ 1540,00
Servente	230 dias	6 (seis)	R\$70,00	R\$ 420,00
Total: R\$ 450.800,00				

No que se refere ao sistema drywall, na obra estudada, foi realizada apenas uma parte com essa modalidade de construção, sendo 202,13 m², ao qual, na compra dos materiais de uma empresa, ficou incluso a montagem, totalizando o valor de R\$ 18.879,32 (dezoito mil oitocentos e setenta e nove), sendo dividido em:

Tabela 1- MATERIAIS UTILIZADOS NO SISTEMA DRYWALL

Produto	Quantidade	Preço	ValorTotal
Chapa Trevo Drywall STBR12,5mm1200x1800	198chapa(s)	R\$36,90	R\$7.306,20
LãparaIsolamentotermoacústico	214m ²	R\$9,32	R\$1.994,48
Banda Acústica em rolo de 10m – largura de acordo com a guia	13rl	R\$53,57	R\$696,41
Guia G70-3m	42pç	R\$23,53	R\$988,26
Montante M70-3m	237pç	R\$25,26	R\$5.986,62
Parafuso PPA 25mm	61cento	R\$14,99	R\$914,39
Parafuso PFM 13mm	9cento	R\$17,29	R\$155,61
Trevo massa pronta para uso	7balde(s) 28kg	R\$94,30	R\$660,10
Trevo fita de papel para juntas e reparos	5rolo(s) 150m	R\$35,45	R\$177,25
Total: R\$ 18.879,32			

Considerando que a obra em tela será realizada em sete dias, e considerando os valores dos serviços do profissional de drywall na cidade de Nova Gama-GO, e considerando que os m² supramencionados necessita de 07 dias para concluir, o valor total da mão de obra é R\$ 2.450,00 (dois mil quatrocentos e cinquenta), sendo assim dividida:

Tabela 4- VALOR PRESUMÍVEL DA MÃO DE OBRA DO SISTEMA DRYWALL

Profissional	Dias trabalhados	Quantidade	Valor diário unitário	Valor diário total:
Gesseiro	07 dias	5 (cinco)	R\$70,00	R\$350,00
Total: RS 2.450,00				

Os valores supramencionados relacionado a mão de obra foram necessários serem expostos, para melhor verificar qual dos sistemas e mais vantajoso, mesmo que não essa a forma contratada para a execução do referido edifício.

Tendo em vista que a área construída com alvenaria é muito maior que a área construída com gesso acartonado, para melhor compreensão e precisão dos custos e benefícios, faz-se necessário, especificar a média por metro quadrado dos valores gastos com materiais e com mão de obra.

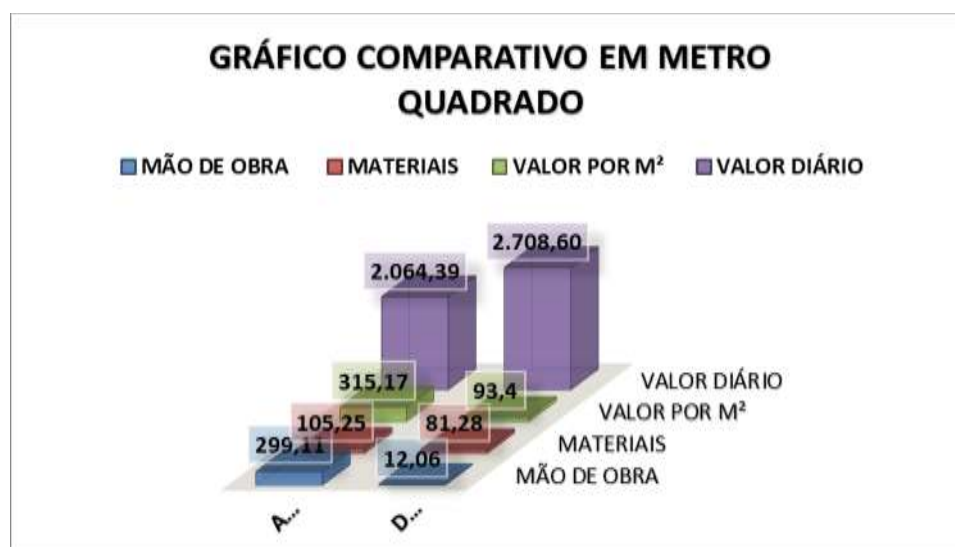
Tabela 2- QUADRO COMPARATIVO DO MT²

	Mão de obra m ²	Materiais m ²	Quantidade de m ² por dia	Valor total do m ²	Valor por dia do m ²
ALVENARIA	R\$299,11	R\$105,25	6,55 m ²	R\$315,17	R\$2.064,39
DRYWALL	R\$12,06*	R\$ 81,28**	29 m ²	R\$93,40	R\$2708,60

*Considerando os valores da tabela 4.

** Considerando que o valor total dos materiais e montagem é R\$ 18.879,32, subtraindo o valor da mão de obra (R\$2.450,00), tem-se que o valor dos materiais exclusivamente sairia por: R\$16.429,32 (dezesesseis mil, quatrocentos e vinte nove reais).

Gráfico 1 comparativo em metro quadrado



Diante do estudo exposto, pode observar que mesmo a alvenaria tendo o custo de materiais inferior ao sistema drywall, sendo o valor total diário também inferior, é ainda mais onerosa que o drywall, já que este é mais rápido, fazendo 29m² diários em média, enquanto que na alvenaria, com o triplo de mão de obra faz apenas 6,55m².

Com base nos dados apresentados neste trabalho, podem-se determinar as seguintes vantagens da utilização do gesso cartonado em face da alvenaria convencional: O sistema Drywall gera maior limpeza e adequação no canteiro de obras; Alta performance; o peso é reduzido; a superfície é mais regular, permitindo melhor acabamento; Construção removível, facilita reformas, pois na forma de instalações elétricas e hidráulicas, pode precisar repará-lo, basta fazer uma abertura local e preenchê-lo, simplesmente dando o acabamento final ; Dimensões são mais precisas por se tratar de um produto industrial; Uso de revestimento mais fino, perfeitamente liso, e ainda, os sistemas de drywall aceitam qualquer tipo de acabamento.

5 CONCLUSÃO

Os sistemas de gesso apresentam muitas vantagens sobre a construção em blocos cerâmicos, sabendo-se que todos os tipos de vedantes interiores apresentam vantagens e desvantagens. Neste estudo comparativo, conforme descrito na comparação, entre os dois métodos, concluiu-se que o material do gesso é geralmente cerca de 29 a 30% por metro quadrado mais barato em relação à construção em bloco cerâmico, reduzindo assim o custo para o consumidor final. Bem como foi possível verificar que o custo da mão de obra da alvenaria é 237% mais cara que o drywall, e no tocante a celeridade da obra, o drywall produz 342% mais metros quadrados por dia que a alvenaria.

Conclui-se que, o sistema drywall, se devidamente projetado e implementado de acordo com normas, traz muitas vantagens e por ser rápido, relativamente económico e eficiente, reduz o tempo.

Os construtores ainda precisam se mobilizar e informar mais sobre os sistemas de gesso acartonado, as empresas e suas subsidiárias ou implementadoras, precisam informar mais ao cliente que esses sistemas podem ser utilizados, pois o mais importante fator que os clientes relatam é o menor preço e qualidade dos serviços. Como o drywall atende a todos os requisitos e padrões de qualidade e eficiência, há conscientização suficiente da comunidade e do construtor para oferecer ao cliente o que ele precisa, isto é, satisfação do serviço, com qualidade, eficiência e rapidez.

A operação deste sistema deve ser realizada por profissionais treinados e adequados para esse tipo de serviço, devendo ser utilizado o equipamento correto durante a operação. O conjunto está

instalado corretamente, evitando possíveis erros. Assim, diante do exposto, observou-se que, oferece uma grande oportunidade de inovação na retenção de profissionais e seu ambiente de trabalho, transformando o negócio em uma fábrica que exige muito planejamento, desde a concepção do projeto até a execução completa do processo de planejamento empresarial, com treinamento e controle de qualidade.

6 REFERÊNCIAS

ABDALA, Marcia Regina Werner Schneider. Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4.2019 Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/E-book-Impactos-das-Tecnologias-na-Engenharia-Civil-4.pdf> Acesso em 05 de Nov. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL. Manual de Projeto de Sistemas Drywall. Associação Brasileira de Fabricantes de chapas para Drywall. São Paulo, p. 86. 2006.

AZEVEDO, Hélio Alves de. O edifício até sua cobertura. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.125p

COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT) - Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON). Sistema Drywall. Minas Gerais – MG, 2009-2012.

HARDIE, G.M. Building Construction: principles, practices, and materials. New York, Prentice Hall, 1995.

KAZMIERCZAK, Claudio de Souza. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. Ed. G. C. Isaia. 2.ed. São Paulo, IBRACON, 2010. 2v. P. 565-588.

MALTA, Gabrielle Sperandio. Habitação de Interesse Social em Light Steel Framing no Brasil: avaliação da percepção do usuário sobre a moradia. 2021. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/13143/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Habitac%C3%A7%C3%A3oInteresseSocial.pdf Acesso em 06 de Junho. 2022.

MARCOCCI, Camila. Construção Civil: a importância do setor no país. Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/construcao-civil-a-importancia-do-setor-no-pais-e-novas-tecnologias-para-o-seu-desenvolvimento> Acesso em: 06 de Jun. 2022

MARTIGNAGO, Célio Simão. Doussie tecnologia. ISSN -2236-4552. Disponível em:

<https://siteunidavi.s3-sa-east-1.amazonaws.com/2019/12/Artigos+Revista+Tecnologia.pdf> Acesso em 05 de Nov. 2022.

MITIDIERI FILHO, Cláudio Vicente. Paredes em chapas de gesso acartonado. Edição 30 - 2009. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/30/artigo285558-1.aspx>. Acesso em 05 de Nov. 2022.

NETO, Alexandre Hess; FAGUNDES, Fillipe Pereira. TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: SISTEMA DRYWALL. 2020. Disponível em:

https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4548/1/Monografia%20-%20Tecnologia%20na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil_sistema%20drywall.pdf Acesso em 05 de Nov. 2022.

NOBRE, Bryza Maria Silveira. Drywall E Sua Difusão Na Região Do Cariri. 2016. Disponível em:

PAINEIRA. Construção civil: Qual sua importância para a sociedade? Disponível em:

<http://www.paineira.eng.br/construcao-civil/>. Acesso em: 05 out. 2022.

PACHAMAMA, Raphael Augusto. Vasconcelos Carneiro Nascimento. Argamassas De Terra Para REBOCO Efeitos de adições estabilizantes e contribuições para a normalização brasileira. Disponível em: <https://sites.arq.ufmg.br/pos/ambienteconstruido/wp-content/uploads/2021/05/dissertacao-raphael-augusto-vasconcelos-carneiro-nascimento.pdf> Acesso em 05 de Nov. 2022.

PEINADO, Hugo Sefrian (org.) Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil. São Carlos: Editora Scienza, 2019. 432p. ISBN – 978-85-5953-048-3 DOI – <http://dx.doi.org/10.26626/978-85-5953-048-3.2019B0001>

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori. Análise física do sistema drywall: uma revisão bibliográfica. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 04, pp. 19-41. Março de 2019. ISSN: 2448-0959.

SONDA, Rafael. Alvenaria Estrutural – Um Processo Construtivo Racionalizado. 2007. Dissertação – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

TANIGUITI, Eliana Kimie. Método Construtivo de Vedação Vertical Interna de Chapas de Gesso Acartonado. 1999. 313 p. - Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999

ZAMUNER, Lourival Domingos et al. Coletânea de Estudos em Engenharia Civil - UNINGÁ - 2020. [recurso eletrônico] / (Org.). -- Maringá: EDUNINGA, 2020. 259 p.

Capítulo 4



10.37423/221106877

DESEMPENHO DE UM TROCADOR DE CALOR DE PLACAS INDUSTRIAL NO RESFRIAMENTO DE MOSTO

Thiago dos Santos Nunes

Universidade de Uberaba

Marcos Adriano da Silva

Universidade de Uberaba

José Roberto Delalibera Finzer

Universidade de Uberaba



Resumo: Neste trabalho descreve-se o desempenho de Um trocador de calor de placas industrial operando no resfriamento de mosto no processo de fabricação de álcool etílico. O trabalho com característica técnico tem como objetivo quantificar o coeficiente global de troca de calor no equipamento operando no resfriamento de mosto usando água como fluido de resfriamento a qual retorna para uma torre de resfriamento de água, a temperatura é reduzida e reciclada ao trocador de calor. O trocador de calor de placas é constituído por 336 placas operando em passo simples e o coeficiente global de transferência de calor é na operação industrial foi $5,68 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{K}$.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Mota et al. (2015) um trocador de calor de placas é um tipo compacto de trocador de calor que usa uma série de placas finas para transferir calor entre dois fluidos. Segundo Cieślinski et al. (2016), o equipamento inclui flexibilidade no dimensionamento térmico, limpeza fácil para manter condições higiênicas, possibilidade de operação em temperaturas próximas, devido à sua operação em contracorrente e desempenho aprimorado de transferência de calor. GÖSTA (2015) descreve que as placas do trocador de calor são frequentemente onduladas ou corrugadas para criar um escoamento turbulento, que resulta em melhor transferência de calor. Explica ainda que os trocadores de calor de placas são adequados para eliminação de microrganismos e inativação de enzimas.

O objetivo deste trabalho é quantificar o desempenho de um trocador de calor de placas operando no resfriamento de mosto de usina de açúcar e álcool usando água fria como fluido de resfriamento.

2.1. SISTEMA EXPERIMENTAL

A Figura 1 mostra uma placa tipo espinha de peixe, a qual fornece maior resistência à placa e intensifica a transferência de calor (GÖSTA, 2015), e o conjunto montado. A Figura 2 consiste no sistema de escoamento utilizado com passo único dos dois fluidos (PAULA, 2012).

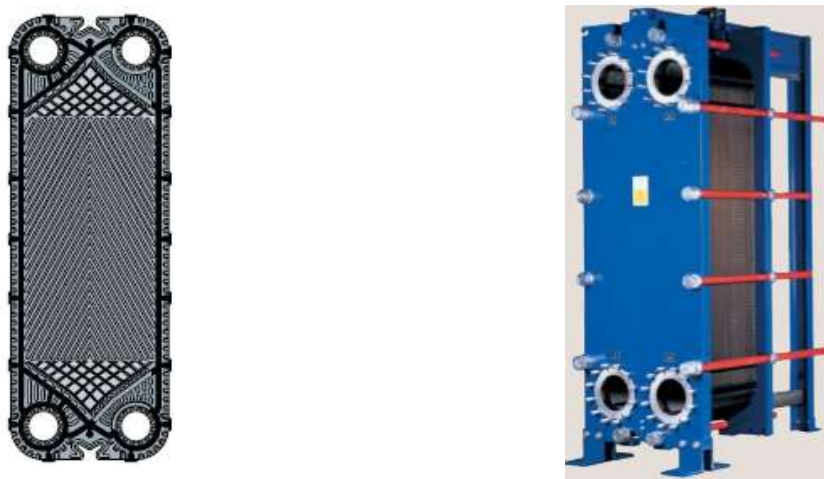


Figura 1 – Placa de trocador de calor e conjunto (GÖSTA, 2015); (Alfa Laval MX25, 2016).

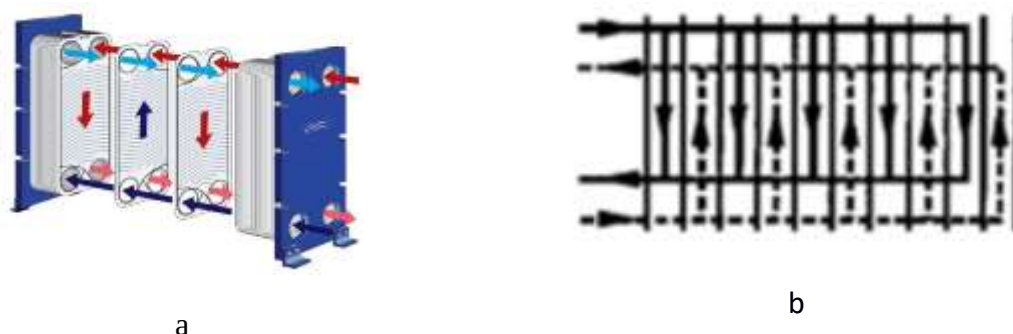


Figura 2 – Detalhes do dispositivo geométrico das placas do trocador de calor: Alfa Laval-(2004), 2004; Paula (2012)

De acordo com a operação de tratamento, o caldo bruto deve sofrer um tratamento térmico, ou seja, um aquecimento até 90°C, visando a eliminação dos microrganismos contaminantes, de maneira a reduzir a formação de espumas durante o processo fermentativo. Após o aquecimento, o caldo bruto tem suas impurezas removidas por decantação e resfriamento até a temperatura de 28°C antes da fermentação. O mosto é o caldo que vai ser fermentado.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1. PARÂMETROS EXPERIMENTAIS

Os dados geométricos e operacionais do trocador de calor são: 336 placas, altura e largura de 69 e 139 cm; vazão de mosto 260 m³/h; densidades da água e do mosto: 1000 e 1050 kg·m³; temperatura de entrada e de saída da água e do mosto: 25; 35 e 90; 28°C, respectivamente; calor específico da água e do mosto: 4.186,8 e 3800,0 J/kg·K.

Usando um balanço de calor a taxa de escoamento de água, não disponível em medidores na fábrica pode ser quantificada. Com a vazão de mosto e as propriedades termofísicas, densidade e calor específico foi calculado o calor perdido pelo mosto quantificado em 17.811 kJ/s. Como esse calor foi cedido para a água a taxa de escoamento foi obtida pelo balanço térmico, obtendo-se 0,425 m³/s.

Conforme Gut e Song (2016) a velocidade do mosto e da água nos canais das placas é calculado, usando a Equação 1, quando a vazão refere-se à água tem-se a velocidade respectiva.

$$v_{mosto} = \frac{Vazão_{mosto}}{N \cdot L \cdot e} \quad (1)$$

sendo: $N = n_c/n_p$; L é a largura e “ e ” a espessura de uma placa; n_c e n_p corresponde ao número de canais e ao número de passes. No trocador de calor do trabalho atual o número de passes é igual a 1.

A espessura do canal foi obtida em catálogo do fabricante sendo o trocador de calor Alfa Laval MX25 (Alfa Laval MX25, 2016), sendo o canal livre “e” de 4,0 mm.

Com os dados das vazões do mosto e da água, usando a Equação 1 são obtidas as velocidades respectivas das duas correntes: 0,16 m/s e 0,92 m/s. Por razões de equilibrar a pressão nos dois lados das placas um estudo para variar o número de passes pode melhorar o desempenho do trocador de calor.

A média logarítmica do trocador de calor de placas foi calculada com a Equação (2), obtendo-se ΔT_{mL} igual a 19,7 K, para operação em contracorrente..

$$\Delta T_{mL} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \quad (2)$$

O coeficiente global de transferência de calor foi calculado com a Equação 3, convencional de projeto de trocadores de calor, sendo a operação em contracorrente e com o grande número de placas caracterizam o fator de correção da média logarítmica igual a 1.

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T_{mL} \quad (3)$$

A área de troca de calor deve ser calculada considerando que os canais externos não trocam calor, portanto, tem-se 166 canais que trocam calor por corrente e a área de troca de calor para cada corrente é calculada com a Equação (4):

$$A = N_{canais} \cdot L \cdot h \quad (4)$$

Sendo: h a altura da placa de troca de calor, obtendo-se a área de 159 m².

As grandezas dos parâmetros possibilitaram o cálculo do coeficiente global de transferência de calor igual a 5,68 kJ/m²·s·K.

Tamayo et al 2016, estudaram um processo de recuperação de amônia da empresa de processamento de níquel, e os coeficientes globais de transferência de calor situaram-se entre 2,0 a 8,0 KJ/m².K. O coeficiente global de transferência de calor no trabalho atual situou-se bem acima da média devido, provavelmente a velocidade relativa da água maior do que a do mosto.

3. CONCLUSÃO

O coeficiente global de transferência e calor 5,68 kJ/m²·s·K situa-se acima da média de trocadores de calor de placas operando industrialmente o que mostra um planejamento operacional adequado. A velocidade de operação da água em 0,92 m/s, que é muito maior do que a velocidade de escoamento

do mosto consiste em um indicador que a troca de calor ou equilíbrio de pressões possa ser aperfeiçoado para operação mais adequada do trocador de calor.

4. REFERÊNCIAS

ALFA LAVAL, The theory behind heat transfer: plate heat exchangers. Suécia: 2004.

ALFA LAVAL, Trocador de calor placa-e-quadro com gaxetas para uma ampla gama de aplicações. Suécia: Catálogo. 2016.

CIEŚLIŃSKI JT, FIUK A, MICIAK W, SIEMIEŃCZUK B, Performance of a plate heat exchanger operated with water-Al₂O₃ nanofluid. Applied Mechanics and Materials, v. 831, p. 188-197. 2016.

GÖSTA B, Dairy processing handbook . Sweden: Publisher Tetra Pak, 2015.

GUT JAW, SONG TW. Trocadores de calor. In: Operações unitárias na indústria de alimentos. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MOTA FAS, CARVALHO EP, RAVAGNANI, MASS, Modeling and design of plate heat exchanger. In: Heat transfer studies and applications. London: INTECH. 2015.

PAULA, IMBA, Heat transfer in non-newtonian food fluids in a plate heat exchanger. Porto: FEUP-Doctor Philosophy. 2012.

TAMAYO ET, 1, CHICAIZ EJD, GONZÁLEZ MPC, FERRUZOLA CLV, LANDET S G P, Heat transfer coefficients and efficiency loss in plate heat exchangers during the ammonia liquor cooling process. International Journal of Theoretical and Applied Mechanics. v.1, p. 55-60. 2016

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Uniube (Universidade de Uberaba) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio disponibilizado para o desenvolvimento deste estudo.

Capítulo 5



10.37423/221106882

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DE TELHAS EXISTENTE POR TELHAS FOTOVOLTAICAS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Kátia Maria de Souza

*Centro Universitário Brasília de Goiás-
UniBrasília*

Arthur Lopes Silva

*Centro Universitário Brasília de Goiás-
UniBrasília*



Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade técnica e econômica ao substituir as telhas comuns feitas de cerâmica vermelha, por telhas fotovoltaicas da Tégula Solar, que possuem células fotovoltaicas adicionadas ao seu corpo. A análise de instalação deste sistema foi feita em uma instituição de ensino localizada em São Luís de Montes Belos – Go. Para a amostra foi realizado um estudo físico e geográfico das instalações, afim de determinar em quais telhados se obteria uma melhor relação entre custo de instalação e melhor geração, com esse intuito foi feito o levantamento da área de instalação, tipo de estrutura existente, assim como a orientação azimutal e inclinação do telhado, para verificar a compatibilidade com a nova telha a ser instalada.

Palavras-chave: Tégula Solar; São Luís de Montes Belos; Telhas Cerâmica.

1. INTRODUÇÃO

Perdigão (2020) conclui em sua pesquisa que eventos ocorridos ao longo do processo de evolução da matriz energética do Brasil nos últimos 60 anos, de 1960 a 1990, podem ser identificados como ligados ao endividamento estatal resultante da falta de investimento do petróleo e a privatização parcial do setor energético na década de 1990.

Desta forma a matriz e o potencial energético do Brasil têm apresentado problemas ao longo dos anos, frente à escassez de recursos naturais e aos impactos ambientais que são resultado das formas de geração elétrica mais utilizadas no país, as Hidrelétricas; diante desta ótica a energia solar tem crescido e se tornado uma alternativa sustentável diante dos esforços mundiais para combater as mudanças climáticas (PERDIGÃO, 2020).

Por conseguinte, nota-se um crescimento exponencial da produção de energia renovável, sendo as principais, a energia fotovoltaica e eólica. Muitos são os coeficientes que fomentam o desenvolvimento da Geração Distribuída em nosso país, que tem caminhado para um futuro sustentável.

Esse crescimento se deve a desverticalização do setor elétrico brasileiro e o surgimento da crise energética em 2001, onde se deu o início dos investimentos da geração próxima aos centros de consumo, melhorando o gerenciamento dos recursos renováveis (Filho e Azevedo, 2013).

Por se tratar de um setor ainda em expansão no país, o estudo e o aprofundamento técnico é fundamental para esclarecimento; dentro do contexto da geração fotovoltaica o sistema *SFCR* ou “sistema fotovoltaico conectado a rede” é a categoria mais popular no mercado em que se destaca o grande potencial de irradiação que abrange todas as delimitações territoriais Brasileiras (DOS SANTOS *et al.*, 2021).

O investimento em energia fotovoltaica gera inúmeros benefícios aos consumidores, na substituição de telhas de um edifício por células fotovoltaicas (BODÃO, 2014); por outro lado o sistema elétrico torna-se mais autônomo, reduzindo a necessidade de linhas de distribuição e geração. Levando em consideração que a energia está sendo consumida no mesmo local em que está sendo gerada, reduzindo os riscos de falhas em sistemas centralizados, como blecautes; e ao governo há a geração de empregos, por meio da diversificação da matriz energética, diminuindo a necessidade de energética externa que podem ser não renováveis e emitir poluentes na atmosfera (Haas, 1994; Salamoli, 2009).

Com os constantes aumentos da fatura de energia elétrica ocasionada pelo aumento do custo de produção juntamente com o valor de imposto pago, uma possibilidade de investimento a fim de obter uma fonte de energia independente e gerar um *Payback* (podendo, dependendo do caso até mesmo zerar a fatura de energia) é o projeto de instalação de uma unidade de geração de energia elétrica fotovoltaica.

O incitamento para este estudo decorre do crescente interesse que as energias renováveis vêm despertando em empresas, pesquisadores, governos e países inclusive no Brasil, nos últimos anos. As energias renováveis de acordo com Jardim (2007), são, na atualidade, um dos assuntos mais importantes nas discussões sobre o futuro da humanidade.

Neste contexto o objetivo é analisar a viabilidade técnica e econômica de um projeto fotovoltaico a partir da troca das telhas convencionais de cerâmica por telhas fotovoltaicas de uma instituição de ensino localizada em São Luís de Montes Belos, Goiás.

O estudo utilizará o *Payback*, VPL (Valor presente líquido) e TIR (Taxa de retorno do investimento) para analisar a viabilidade econômica do projeto de troca do telhado cerâmico para o telhado fotovoltaico na Instituição de Ensino Unibrasília, comparando com os valores que serão pagos na conta de luz da concessionária ENEL, durante os próximos períodos. Portanto, o estudo levará em consideração somente uma análise básica, sem levar em conta outros fatores que possam influenciar o preço do equipamento fotovoltaico como taxa de juros, inflação, mudanças nas leis de importação, dentre outros fatores.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO E SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Um tipo de energia renovável muito abundante no planeta Terra é a energia solar, que pode ser utilizada como fonte de calor e luz. Entre as principais formas de transformar a energia solar em energia elétrica, destaca-se a conversão direta da radiação solar em energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos. A utilização do efeito fotovoltaico cresceu consideravelmente nos últimos anos – só em 2015 a capacidade instalada foi dez vezes maior a capacidade acumulada no mundo até 2005 (REN21, 2016).

O sistema fotovoltaico, conforme figura 1 (adicionar figura geração de energia) é constituído por módulos fotovoltaicos que são conectados em série ou paralelo, dependendo do tipo de configuração

do sistema (Eletrobras, 2016). Eles captam a irradiação solar e a converte em energia de corrente contínua, denominada CC. Essa energia é enviada até os inversores que a transforma em energia de corrente alternada conhecida como CA, possibilitando o seu autoconsumo na unidade geradora podendo ela ser residência, comércio e indústria, e o seu excedente é injetado na rede pública, desafogando a rede de distribuição elétrica (PEREIRA, 2016).

Figura 1 – SFCR (Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede)



Fonte: Adaptado de PEREIRA (2016).

No Brasil, o processo de instalação foi regulamentado pelas normativas 482/2012 (ANEEL, 2012) e 687/2015 (ANEEL, 2015), as quais regulamentaram as condições gerais para o acesso à microgeração e minigeração distribuídas e criaram também o sistema de compensação de energia. Após publicação dessas resoluções, a quantidade de sistemas fotovoltaicos de mini e microgeração conectados à rede aumentou de dez, em 2013, para 10.463, em 2017 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017).

Por meio de medidores de energia inteligentes, estes são capazes de contabilizar a energia excedente do sistema fotovoltaico e também a energia que é fornecida pela concessionária. Com a regulamentação estabelecida pela ANEEL em dezembro de 2012, RN nº482, a energia excedente produzida pelos módulos fotovoltaicos é injetada diretamente na rede elétrica pública e os consumidores recebem em troca, créditos referentes ao kWh injetado, ou seja, na nova fatura de energia elétrica virá da seguinte forma:

$$- \frac{\text{Consumo Local}}{\text{Energia gerada pelos Módulos fotovoltaicos}} = \text{Nova conta de energia}$$

Dessa forma é utilizado os créditos gerados para “apagar” o consumo durante os períodos diários em que a geração não for suficiente para suprir toda demanda energética. Se a geração mensal for maior que o consumido no mês, o excedente será utilizado para abater o consumo nos meses seguintes ou poderá ser enviado para outras unidades consumidores dentro do mesmo estado. É importante ressaltar que a fatura de energia nunca será zerada, mesmo com uma geração que irá suprir todo o consumo, portanto o consumidor ainda terá de arcar com os custos mínimos de disponibilidade, em consumidores do grupo B e demanda contratada para os consumidores do grupo A (ANEEL, 2015).

2.2 MODULO FOTOVOLTAICO

Os módulos fotovoltaicos é um dos principais componentes do sistema fotovoltaico. Eles são responsáveis por converter a radiação solar em eletricidade. A ABNT (NBR10899/TB-328) expõe o modulo fotovoltaico como sendo o “menor conjunto ambientalmente protegido por células solares interligadas, com o objetivo de gerar energia elétrica em corrente continua”. O conjunto de células de silício são conectadas entre si através de ligações em serie e paralelo dependendo do modelo e construção do modulo. As células são encapsuladas para evitar a penetração de agentes deteriorantes como a umidade, e ao mesmo tempo permitem um caminho ótico para a radiação solar chegar até elas.

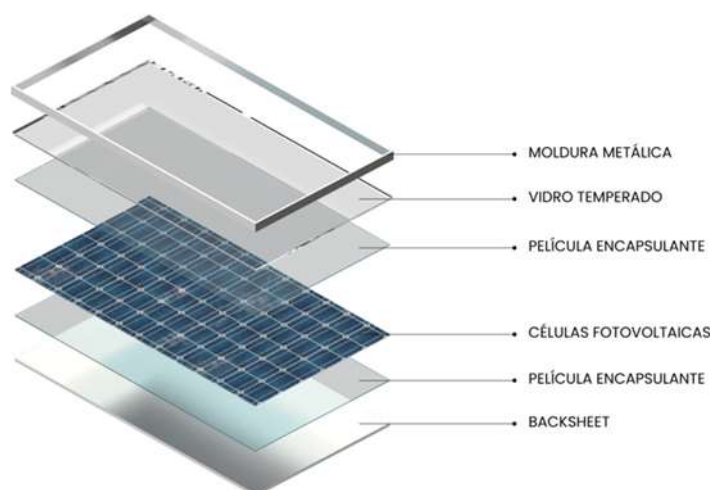
A maioria dos módulos contam ainda com uma moldura metálica que proporciona rigidez mecânica, servindo também como suporte para fixação dos módulos. os módulos da atualidade possuem potência de pico de aproximadamente 550Wp e possuem em seu corpo 144 células ligadas serie.

Na figura 2 é feito a demonstração de um módulo expandido, mostrando seus componentes (PRIEB, 2002):

- Cobertura frontal: vidro com baixo teor de ferro, para reduzir as perdas por absorção. Alguns possuem acabamento fosco opcional que contribui para minimizar as perdas por reflexão.
- Película Encapsulante: polímero termoplástico transparente, eletricamente isolante e resistente à umidade, à fadiga mecânica e à ação da radiação solar (principalmente raios ultravioletas). O material mais utilizado é o EVA (etil vinil acetato).
- Células fotovoltaicas, interconexões elétricas e caixa de bornes: conjunto elétrico do módulo.

- Backsheet: o material mais comumente empregado é o PVF (fluoreto de polivinil), comercialmente conhecido por Tedlar, embora existam módulos que utilizem uma segunda camada de vidro.
- Moldura metálica: usualmente de alumínio anodizado, confere rigidez mecânica ao módulo e facilita sua fixação.

Figura 2 – Componentes Modulo Fotovoltaico



Fonte: Adaptado de PRIEB (2002).

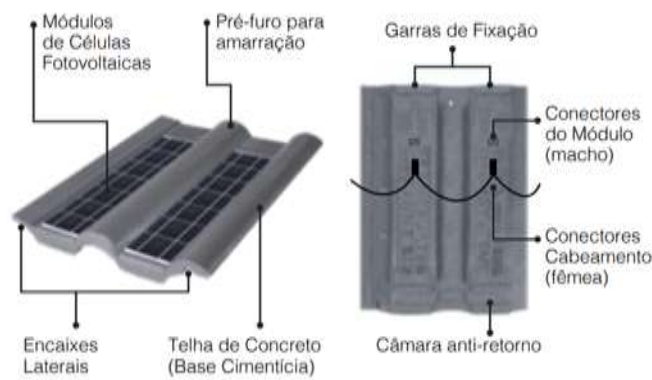
2.3 TELHA FOTOVOLTAICA

As telhas fotovoltaicas é uma forma inovadora de incorporar a tecnologia da produção de energia elétrica através da radiação solar, elas podem cobrir todo o telhado ou apenas locais selecionados que irão trazer maior eficiência (JUSTO, 2018). Podendo apresentar formatos variados possuindo aspectos semelhantes as telhas convencionais como as *shingles* que são mais planas, até as *tiles* que são mais curvadas.

Essa telha tecnológica traz facilidade, sustentabilidade e modularidade as instalações de cobertura e instalações fotovoltaicas. Sendo a junção das duas características, as telhas da Tégula Solar, trazem em seu corpo pequenas células fotovoltaicas, que captam a radiação solar e a transforma em eletricidade. Sendo assim ao optar por instalar esse tipo de telha o cliente, além, de cobrir seu imóvel, gera energia limpa e complementa o visual sustentável do ambiente.

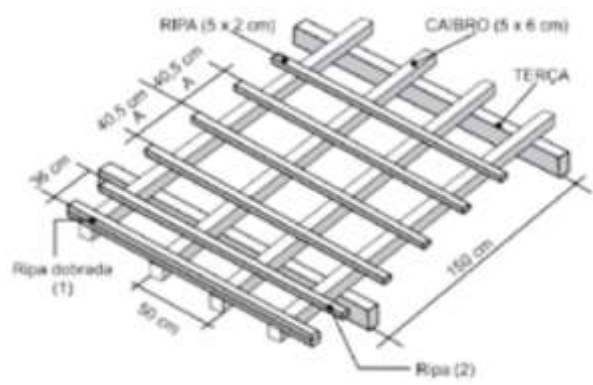
Na figura 3 abaixo, faz-se a apresentação da telha fotovoltaica da Tégula Solar Modelo BIG-F11.

Figura 3 – Telha fotovoltaica BIG-F11



Fonte – Adaptado de Tégula Solar (2022)

Nas figuras 4 e 5 são mostradas respectivamente a estrutura para fixação das telhas e um modelo de casa feita com a telha fotovoltaica da Tégula Solar.



Figuras 4 e 5 – Estrutura de Madeiramento para telha BIG-F11 e Telha Instalada

Fonte: Adaptado de Tégula Solar (2022)

As características técnicas são apresentadas pela Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Características técnicas telha BIG-F11

Parâmetros Elétricos - STC*	
Especificação	Dados
Potência Nominal Máxima - P _{máx}	11 Wp
Tensão Circuito Aberto - U _o	9,52 V
Tensão Máxima PMP - U _{pmp}	7,79 V
Corrente curto-circuito - I _k	1,59 A
Corrente PMP - I _{pmp}	1,51 A
Potência PMP - P _{pmp}	11,76 W
Fator de Forma - FF	77,58%
Temperatura de Operação	-10°C ~ 85°C

*STC (standard test conditions) - sob condições padrões de teste - Irradiância: 1000 W/m² / Temperatura da célula: 25° C / Espectro A.M 1.5

Parâmetros Físicos da Base	
Especificação	Dados
Base	Cimentícia
Telhas por m²	7,5 pç/m²
Comprimento	47,5 cm
Largura	36,5 cm
Comprimento útil	40,5 cm
Largura útil	32,5 cm
Galga	40,5 cm
Inclinação mínima	30% (16,7°)
Peso seco	40,9 kg/m²
Peso saturado	45 kg/m²
Carga de Ruptura	> 200 kgf
Cores	Cinza Pérola
	Vermelho
	Bege Colonial
	Cinza Grafite
	Marfim Palha
Acabamento	Clássica (sem resina)
	Resinada

Curva característica - corrente x tensão / potência x tensão

Corrente (A)

Potência (W)

Tensão (V)

Parâmetros Físicos das Células	
Especificação	Dados
Tipo de célula	Silício Monocristalino
Quantidade de células na telha	14 unidades
Dimensão de cada célula	78 mm x 52 mm

Parâmetros Físicos do Cabeamento e Conectores	
Especificação	Dados
Cabo fotovoltaico preto	Pv1-F 0,6/1 kV(Ca) 1,50 mm² / Regulamentado: NBR 16612:2017 e EN 50618:2014
Conectores da Telha (macho)	Terminal Estanhado 6,33 mm
Conectores do Cabeamento (fêmea)	Terminal Estanhado 6,33 mm
Diodo	1 un Diodo 10 A a cada final de série

Características de Temperatura da Célula	
Coeficiente de temperatura da P _{máx}	-0,40%/°C
Coeficiente de temperatura da U _o	-0,32%/°C
Coeficiente de temperatura da I _k	+0,06%/°C

Registro do Inmetro	
007385/2022	

Fonte: Adaptado de Tégula Solar (2022)

2.4 RETORNO FINANCEIRO

Utilizando os dados mensais da geração de energia e os custos da instalação do sistema fotovoltaico é possível verificar a viabilidade financeira do projeto, para essa análise serão analisados os seguintes indicadores de estimativa de aplicação e retorno do investimento:

- Payback: corresponde ao período de recuperação do investimento inicial. Sendo obtido a partir do cálculo de anos necessários para que os fluxos de caixa futuros acumulados se igualem ao montante inicial do investimento, atualizando os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro (Fonseca et al., 2010).
- Valor Presente Líquido (VPL): Corresponde ao valor temporal do dinheiro, utilizando os fluxos de caixa futuros gerados pelo projeto, refletindo toda a movimentação de caixa, permitindo uma decisão mais acertada quando possui dois tipos de investimentos, pois, considera os fluxos

futuros a valores presentes, os fluxos podem ser adicionados e analisados conjuntamente (Fonseca et al., 2010).

- Taxa interna de retorno (TIR): Taxa de desconto que se assemelha ao valor dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial (Rabuske et al., 2016)

3. METODOLOGIA

O objeto desta pesquisa foi a análise da viabilidade técnica e econômica da substituição de telhas de cerâmica existentes por telhas fotovoltaicas, foi considerada a adoção de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), que funciona em paralelismo, conectado à rede de distribuição da concessionária, tendo como finalidade reduzir a fatura de energia elétrica.

O estudo foi realizado no Centro universitário Brasília de Goiás, na cidade de São Luís de Montes Belos, no estado de Goiás. O sistema simulado é composto por 9.450 unidades de TELHA FOTOVOLTAICA BIG-F11 CL CZ da marca TÉGULA SOLAR e 57 unidades de MICROINVERSORES. As telhas fotovoltaicas possuem células monocristalinas com potência de 11 Wp cada telha, o sistema a ser instalado totaliza uma potência de 103,95 kWp e ocupa uma área de aproximadamente 2897,35 m² do telhado do campus que possui como coordenadas geográficas: Latitude 16°32'3" Sul e longitude 50°21'36" Oeste. As Figuras 6 e 7, apresentam simulações capturadas no software de simulação fotovoltaico PV*SOL, que retrata as telhas a serem instaladas.



Figuras 6 e 7 – Representação Telha Fotovoltaica

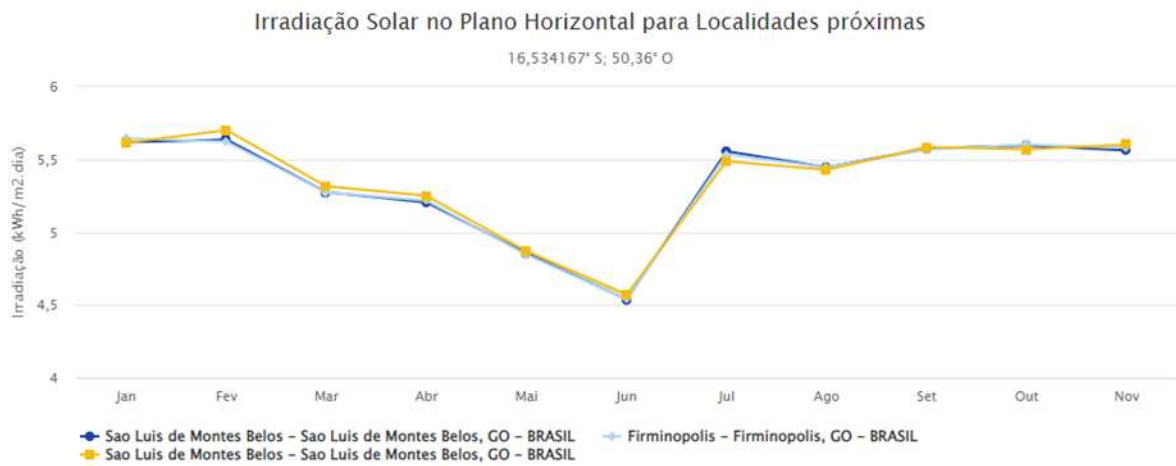
Fonte: Autores, através do Software PV*SOL (2022).

Para a realização do estudo, foi realizado a análise da irradiação solar no plano horizontal da cidade de São Luís de Montes Belos - GO. Os dados solarimétricos foram coletados em uma base de dados disponíveis no portal do CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito), considerando as coordenadas geográficas da universidade (16°32'3" Sul e longitude 50°21'36" Oeste). Os dados foram colhidos na plataforma no dia 19 de agosto de 2022 e referem-se ao período de um ano completo. Para efeito de cálculo é utilizado a média anual de irradiação, que para essas coordenadas foram de 5,3 kWh/m².dia. A tabela 1 mostra os perfis de geração médios mensais conforme a localização do sistema.

Tabela 2 – Irradiação solar diária média [kWh/m2.dia]

Latitude: 16,534167° S
Longitude: 50,36° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m².dia]												Média	Delta				
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set			Out	Nov	Dez	
✓	Sao Luis de Montes Belos	Sao Luis de Montes Belos	GO	BRASIL	16,5° S	50,349° O		4,0	5,62	5,64	5,28	5,21	4,86	4,54	4,76	5,56	5,45	5,58	5,60	5,56	5,30	1,10
✓	Firminopolis	Firminopolis	GO	BRASIL	16,601° S	50,349° O		7,5	5,65	5,62	5,28	5,22	4,85	4,54	4,74	5,54	5,45	5,57	5,60	5,58	5,30	1,11
✓	Sao Luis de Montes Belos	Sao Luis de Montes Belos	GO	BRASIL	16,5° S	50,449° O		10,2	5,62	5,70	5,32	5,25	4,87	4,57	4,77	5,49	5,43	5,59	5,57	5,60	5,31	1,13



Fonte: Adaptado de CRESESB (2022).

A partir do modelo da telha fotovoltaica que será utilizada, pode-se estimar a quantidade de energia produzida mensalmente pelo sistema a partir dos dados geográficos do local de instalação, sendo necessário apenas inseri-los no programa PV*SOL para obter-se a média mensal de energia elétrica produzida.

Através da energia produzida mensalmente, será analisada a viabilidade econômica, utilizando o *payback*, TIR (Taxa de Retorno do Investimento) e VPL (Valor Presente Líquido), sendo feita a análise correta da estimativa de aplicação do capital financeiro, com a finalidade de verificar a viabilidade ou não da transação financeira ao longo da vida útil do sistema. Por tanto, os métodos adotados são amplamente utilizados por instituições financeiras, pessoas físicas, jurídicas, com a finalidade de verificar a viabilidade econômico-financeira de investimentos.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 ANALISE DA VERTENTE DO TELHADO X EFICIÊNCIA DO SISTEMA

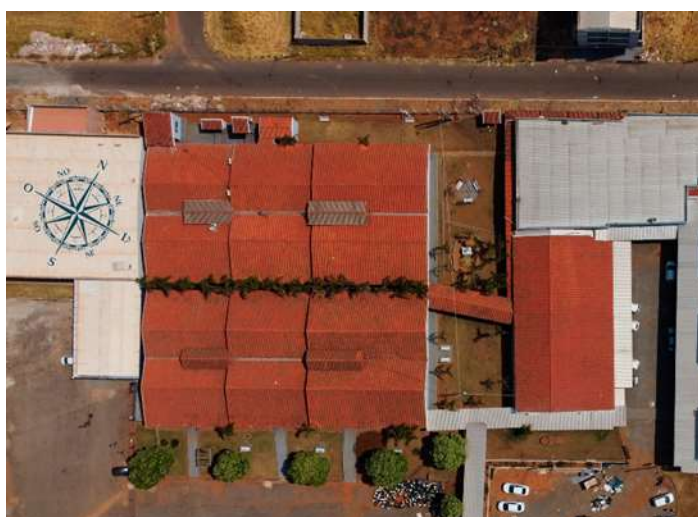
O estudo da viabilidade da instalação de sistemas fotovoltaicos é sempre necessário pelo fato de seu desempenho ser influenciado por condições específicas do local da instalação, como o clima local, temperatura, intensidade da irradiação solar e do espectro solar, além de variáveis estruturais como a orientação e sombreamento (MORAIS *et al.*, 2022).

Com relação à orientação do sistema fotovoltaico, é importante destacar os ângulos de inclinação e de azimute. O ângulo de inclinação pode ser definido como o ângulo entre o plano horizontal e o arranjo fotovoltaico, enquanto que o azimute representa a direção da superfície do arranjo (SEDRAOUI *et al.*, 2017). Um ângulo de inclinação de 0° indica que o módulo fotovoltaico está na posição horizontal em ângulo de 90° significa que a nova posição é vertical. Um azimute de 0° , 90° , 180° , 270° coincide respectivamente com a orientação para o norte, leste, sul, oeste, em relação ao hemisfério sul (MORAIS *et al.*, 2022).

Os mesmos autores concluem que em instalações que esses módulos são integrados sobre estruturas de construção já finalizadas, raramente serão posicionados da forma indicada como ideal, causando assim perda de eficiência do sistema.

Para este estudo foi feito uma análise para determinar quais seriam as melhores vertentes de telhado para a substituição das telhas de cerâmica por telhas fotovoltaicas afim de extrair a melhor relação custo x benefício do sistema. A partir de uma análise in loco utilizando uma bússola e um drone foi determinado as direções azimutais do telhado. Na figura 8, capturada pelo drone é demonstrado a direção azimutal dos telhados existentes.

Figura 8 – Captura Superior do Telhado com Bússola Indicando Azimute



Fonte: Próprio Autor (2022)

Afim de se obter o melhor aproveitamento do sistema fotovoltaico, em uma situação ideal, a inclinação das telhas devem ser a mesma da latitude do local, que na localização da instituição de ensino é de 16° , e a orientação azimutal ideal pelo local estar no hemisfério sul deve ser ao norte.

3.2 ESCOLHA DA TELHA FOTOVOLTAICA

A estrutura do telhado da instituição de ensino analisada, é do tipo Americana, fabricada em cerâmica vermelha da marca Drummond. Com as características mostradas na Tabela 3 abaixo (Cerâmica Drummond, 2013):

Tabela 3 – Características Telha Americana Drummond

Largura	26,5 cm
Comprimento	44,3 cm
Telha por m ²	11,7 unidades
Peso por m ²	38,78 Kg
Inclinação mínima	35%

Fonte: Catalogo Técnico Cerâmica Drummond

A Figura 9 retrata o telhado da instituição de ensino.

Figura 9 – Foto Telhado Existente (2012)



Fonte: Próprio Autor (2022)

Diante dessas características foi escolhido a telha fotovoltaica da Tégula Solar BIG-F11, pois o peso por m² e semelhante, tamanho compatível e inclinação semelhante, sendo possível a instalação sem fazer qualquer modificação na estrutura do telhado, trazendo economia ao projeto.

A telha fotovoltaica Tégula BIG-F11 objeto de estudo em seu manual técnico declara os requisitos para a instalação:

Tabela 4: Parâmetros Físicos da Base

Base	Cimentícia
Telhas por <i>mz</i>	7,5 pç/m ²
Comprimento	47,5 cm
Largura	36,5 cm
Comprimento útil	40,5 cm
Largura útil	32,5 cm
inclinação mínima	30% (16,7°)
Peso seco	40,9 kg/m ²
Peso saturado	45 kg/m ²
Carga de Ruptura	> 200 kgf

Fonte: Catálogo Técnico Tégula Solar (2022)

3.3 SIMULAÇÃO DE RENDIMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

O sistema fotovoltaico sofre influência na sua eficiência dependendo da inclinação e orientação dos módulos fotovoltaicos, irradiação do local, temperatura ambiente e sombreamento (Rüther apud Salamoni, 2004). Para simular a geração mensal do SFCR, foi considerado o software PV*SOL, mundialmente conhecido e um dos mais utilizados para simulação de sistemas fotovoltaicos (SHARMA, 2017). Nesta análise foi utilizado a versão de avaliação, que pode ser utilizada por 30 dias por qualquer usuário e está disponível em seu site oficial (PV*SOL,2022).

3.4 TELHA FOTOVOLTAICA X MODULO FOTOVOLTAICO TRADICIONAL

Ao considerar a instalação de um sistema fotovoltaico, é necessário considerar a carga extra adicionada ao telhado por conta da instalação dos módulos fotovoltaicos, sendo assim deve ser feito uma avaliação técnica, para verificar se este suporta a carga permanente que será adicionada a estrutura do telhado (VILLALVA, 2019).

Um modulo fotovoltaico comum pode adicionar até 15kgf/m² sob a estrutura do telhado existente. De acordo com a norma NBR 8800/2008 deve ser considerado ao projetar uma estrutura, uma possível sobrecarga acidental mínima de 25 kgf/m², que corresponde a ações ou esforços não previstos no dimensionamento inicial. Em uma situação ideal, a sobrecarga dos módulos não traria grandes impactos sobre as estruturas, porém, nem sempre os projetos são dimensionados corretamente, podendo causar uma sobrecarga que pode comprometer e condenar a estrutura do local de instalação. Sendo assim a instalação de módulos fotovoltaicos pode trazer grandes prejuízos financeiros e riscos as vidas humanas.

Para a análise de sobrecarga dos módulos fotovoltaicos tradicionais frente a solução da telha fotovoltaica, será utilizado os módulos fotovoltaicos da marca DAH Solar, modelo DHM-72X10, suas especificações técnicas são as descritas na Tabela 5.

Tabela 5 – Especificações Técnicas Modulo DAH Solar – DHM-72X10

Parâmetros Elétricos – Sob Padrões de Teste: Irradiância: 1000W/m²; Temperatura da Célula: 25°C; Espectro A.M 1.5	
Especificação	Dados
Potência Nominal Máxima – P _{máx}	550Wp
Tensão Circuito Aberto – U _o	50,2V
Tensão Máxima PMP – U _{pmp}	42,4V
Corrente curto-circuito – I _k	13,78 V
Corrente PMP – i _{pmp}	12,97 A
Peso Modulo	29kg
Temperatura de Operação	-10°C ~ 85° C

Fonte: Adaptado de DAH SOLAR (2022).

3.5 CUSTO DO CONSUMIDOR COM ENERGIA ELÉTRICA

Os parâmetros de consumo são analisados através da fatura de energia elétrica do local. Ela é extremamente importante na análise da viabilidade financeira. Através dela obtém-se os dados de consumo mensal e o valor total gasto com a utilização do serviço de fornecimento de energia da concessionária ENEL.

Desta maneira, levantaram-se os dados da fatura mensal do mês de setembro de 2022, que contempla os últimos 12 meses (setembro de 2021 a setembro de 2022) emitidas pela ENEL conforme tabela 6 abaixo:

Tabela 6: Média Mensal de Consumo de Energia Elétrica

PERÍODO	PONTA (kWh/m)	FORA PONTA (kWh/m)
set/22	5.336,69	19.427,85
ago/22	1.727,38	10.971,60
jul/22	4.457,42	14.541,67
jun/22	7.051,77	18.514,57
mai/22	6.908,41	23.317,72
abr/22	9.856,05	28.748,17
mar/22	3.759,55	17.044,72
fev/22	1.277,35	11.257,57
jan/22	1.806,87	13.576,12
dez/21	2.214,09	20.620,95
nov/21	2.351,29	16.937,10

out/21	2.928,07	20.199,67
MÉDIA MENSAL	4.139,58	17.929,81

Fonte: Dados da conta de Luz do consumidor emitido pela ENEL

Por se tratar de um alto consumidor de energia, atendido pelo Grupo A-A4, existem algumas componentes tarifárias que incidem sobre a fatura, para o presente estudo será considerado os valores referentes ao mês de setembro de 2022, que estão representados na tabela 7 abaixo:

Tabela 7: Tarifa Vigente setembro/2022

PRODUTO	TARIFA R\$
FORA PONTA (FP)	0,4663
PONTA (P)	2,09722
DEMANDA (200kW)	23,65816

Fonte: Dados da conta de Luz do consumidor emitido pela ENEL

Com o propósito de gerar toda energia necessária para “zerar” o consumo na ponta e fora ponta é necessário fazer uma equação para chegar até o fator de ajuste, lembrando que toda energia gerada será compensada primeiramente no fora ponta e posteriormente o excedente será multiplicado pelo fator de ajuste e o restante que irá compensar a ponta (Vinicius Ayrão, 2022).

O fator de ajuste é expresso pela formula:

$$FA = \frac{TFP}{TP} \qquad \text{eq. 1}$$

Onde:

FA= Fator de Ajuste

TEFP= Tarifa Fora Ponta

TEP= Tarifa Ponta

A partir do fator de ajuste é possível saber o quanto de energia precisa gerar para compensar nas duas componentes tarifárias expressa pela formula:

$$EGFP * FA = ECP \qquad \text{eq. 2}$$

Onde:

EGFP = Energia gerada fora de ponta

FA = Fator de ajuste (varia de concessionária para concessionária)

ECP = Energia consumida na ponta

Sendo assim, usando a média anual e os valores das tarifas de energia, é possível chegar na média anual de geração de energia para compensar na ponta e fora ponta, representada pela equação abaixo:

$$FA = \frac{0,4663}{2,09722} = 0,2223419574 \quad \text{eq. 3}$$

$$EGFP * 0,2223419574 = 4139,58 = 18.618,07 \text{ kWh/mês}$$

Como a média de consumo anual da fora ponta expressa na tabela 6 foi de 17.929,81 kWh/mês, somando com o excedente que deve ser gerado que é de 18.618,07 kWh/mês, será necessária uma geração mensal de 36.547,88 kWh/mês, afim de compensar em sua totalidade nas duas componentes tarifárias.

Para este estudo não serão considerados valores de demanda contratada e estrutura tarifaria vigente, visto que ambas não sofrem influência do sistema fotovoltaico, por se tratar de custos fixos.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 GERAÇÃO DE ENERGIA MENSAL

Foi considerado pelo estudo a substituição das telhas comuns de cerâmica pelas telhas fotovoltaicas BIG-F11, apenas nos telhados com a vertente posicionada mais próximo ao valor de referencia norte (0º), afim de obter uma maior radiação solar ao longo do dia, impactando diretamente no *payback* do projeto.

Sendo assim a orientação considerada neste estudo foi o azimuth 331º Noroeste (em relação ao norte verdadeiro) e a inclinação considerada foi a mesma do telhado existente sendo de 18º, portanto, o rendimento do sistema será satisfatório do ponto de vista geográfico, com perdas mínimas na captação da radiação solar pelas telhas.

A quantidade de telhas fotovoltaicas utilizadas, foi calculada a partir da paginação oferecida pela própria distribuidora da telha fotovoltaica. Na tabela 8 é descrito os conjuntos de telhas utilizados, o total de telhas e a área utilizada.

Tabela 8 – Quantidade de Telhas Fotovoltaicas Utilizadas

MOIDELO DA TELHA	KIT	QUANTIDADE DE KIT	TOTAL DE TELHAS
BIG-F11	36	175	6.300
BIG-F11	42	75	3.150
TOTAL DE TELHAS			9.450
ÁREA TOTAL DE TELHADO INCLINADO (m²)			1260m²

Fonte: Adaptado de paginação Tégula Solar (2022)

A tabela 9 traz as características técnicas dos módulos fotovoltaicos que são adicionados ao corpo da telha BIG-F11 utilizada neste estudo.

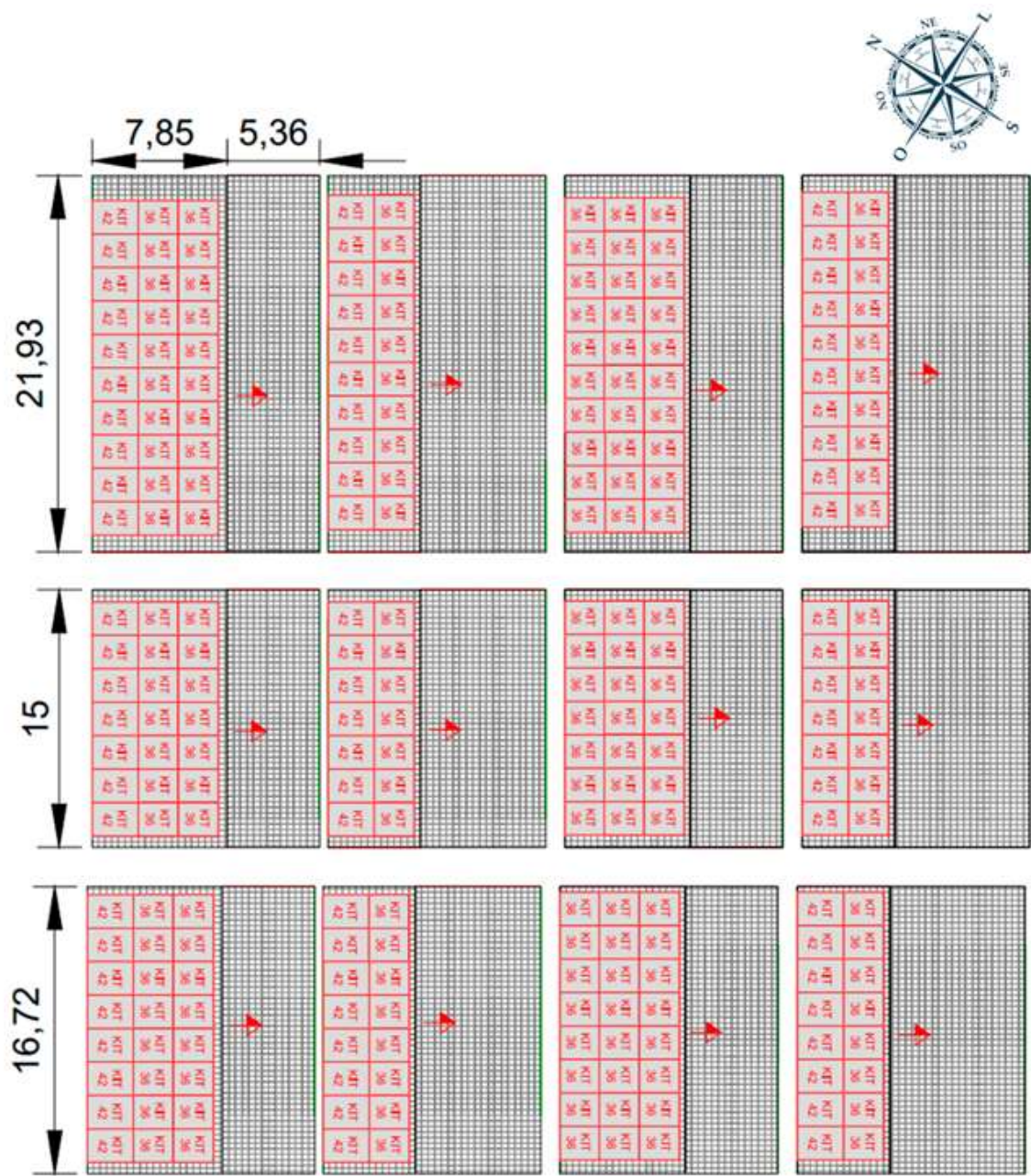
Tabela 9 – Parâmetros Elétricos Telha Fotovoltaica Tégula BIG-F11

Parâmetros Elétricos - Sob Padrões de Teste: Irradiância: 1000W/m²; Temperatura da Célula: 25°C; Espectro A.M 1.5	
Especificação	Dados
Potência Nominal Máxima – P _{máx}	11 Wp
Tensão Circuito Aberto – U _o	9,52 V
Tensão Máxima PMP – U _{pmp}	7,79 V
Corrente curto-circuito – I _k	1,59 V
Corrente PMP – i _{pmp}	1,51 A
Potência PMP - P _{pmp}	11,76 W
Fator de Forma – FF	77,58%
Temperatura de Operação	-10°C ~ 85° C

Fonte: Adaptado de Tégula Solar (2022)

Na figura 10 abaixo é demonstrado como foi posicionado os conjuntos de telhas.

Figura 10 – Distribuição dos Kits de Telhas Fotovoltaicas



Fonte: Adaptado de paginação Tégula Solar (2022)

A partir dos dados coletados, utilizou-se o programa *PV*SOL* afim de obter uma estimativa mensal de geração do sistema fotovoltaico. Para esta análise foi adicionado a quantidade de telhas a serem utilizadas no formato de módulos solares, utilizando as características técnicas das células fotovoltaicas adicionadas ao corpo das telhas da Tégula Solar.

Sendo assim, foram utilizados um total de 9.450 unidades de Telhas Fotovoltaicas Tégula Solar BIG-F11 com potência de 11Wp cada unidade, totalizando 103,9 kWp de potência instalada. O dispositivo

capaz de converter a energia de corrente continua em energia de corrente alternada foi do tipo microinversor, sendo utilizados nesse projeto 57 unidades. O relatório é descrito na tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Geração Mensal do Sistema Fotovoltaico

GERAÇÃO MENSAL TELHAS FOTOVOLTAICAS BIG-F11	
MÊS	kWh/Mês
JANEIRO	13.517,40
FEVEREIRO	12.122,70
MARÇO	13.622,60
ABRIL	13.699,70
MAIO	14.212,80
JUNHO	13.781,60
JULHO	14.513,20
AGOSTO	16.012,80
SETEMBRO	14.583,50
OUTUBRO	13.888,10
NOVEMBRO	13.121,30
DEZEMBRO	13.001,90
MEDIA ANUAL	13.839,80

Fonte: Autores, através de simulação PV*SOL (2022)

A média de geração encontrada é satisfatória diante das características técnicas da instalação, sendo bem próximas ao considerado como ideal. A queda de geração observada em alguns meses se dá por conta dos movimentos de rotação e translação do planeta terra, tendo uma oscilação na radiação, conforme demonstra na tabela 2 do CRESESB.

4.2 INVESTIMENTOS EM EQUIPAMENTOS

Neste estudo foi considerado o sistema fotovoltaico conectado a rede (SFCR), levando em consideração que este modelo de geração de energia solar apresenta inúmeros benefícios sendo eles: a redução das perdas de transmissão de energia, levando em consideração que a geração está próxima do consumidor; não necessita de bancos de baterias, reduzindo o custo do sistema em até 30%; não requer superdimensionamento, pois é conectado diretamente a rede da concessionaria, portanto alivia o sistema de distribuição da mesma (Rüther, 2004).

Para efeito de cálculo de custos de materiais que irão compor o SFCR dimensionado, baseou-se na compra dos equipamentos diretamente da empresa fabricante, no caso a Tégula Solar, enviando os dados técnicos da instalação existente, a empresa já fornece todo o suporte necessário e o orçamento personalizado, com todos os materiais que serão necessários para a instalação alocados na Tabela 11. Os custos de projeto e mão de obra, foram cotados em uma empresa local. Estudos em locais diferentes dos analisados podem trazer diferenças nos valores cobrados.

Tabela 11 – Investimento para sistema fotovoltaico com telhas fotovoltaicas BIG-F11

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTDE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Telha Fotovoltaica Tégula Solar BIG-F11 11Wp	pç	9450	-	R\$ 585.277,44
Microinversor	pç	57	-	
Cumeeira	pç	677	R\$ 5,97	R\$ 4.041,69
Capa Lateral	pç	1.022	R\$ 5,97	R\$ 6.101,34
Passarinheira	pç	22	R\$ 172,52	R\$ 3.795,45
Clipe Cumeeira	pç	677	R\$ 2,92	R\$ 1.976,84
Haste de Cumeeira	pç	429	R\$ 14,32	R\$ 6.143,28
Term Cumeeira	pç	24	R\$ 41,22	R\$ 989,28
Fita Adesiva Freshfoil	pç	62	R\$ 9,48	R\$ 587,76
Material elétrico para instalação	sv	1	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00
Mão de obra	sv	1	R\$ 9.000,00	R\$ 9.000,00
Projeto Eletrico + ART	sv	1	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
CUSTO TOTAL				R\$ 526.013,08

Os dados acima fazem parte de toda a instalação do sistema fotovoltaico com telhas fotovoltaicas, com capacidade de monitoramento em tempo real via internet. A mão de obra considerada inclui a retirada as telhas antigas, e toda estrutura de arremate, cumeeira, passarinheira e fazendo a instalação das telhas BIF-F11. Devido a empresa Tégula Solar não disponibilizar o valor unitário das telhas fotovoltaicas foi adicionado o “Kit Gerador”, com as telhas e os microinversores, conforme orçamento. Todos os valores apresentados foram cotados no mês de outubro de 2022.

4.3 ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS

A instituição de ensino em análise faz parte do Grupo A, sendo da concessionária ENEL-GO, esses consumidores tem particularidades diferentes na fatura de energia elétrica, enquanto os consumidores atendidos pelo Grupo B têm especificado o valor do Kwh/mês de forma fácil e clara na fatura de energia, os consumidores do Grupo A exigem uma análise mais aprofundada nesse aspecto.

A compensação de energia nesse grupo, funciona de forma escalonada, primeiro o excedente de energia gerada e descontado da tarifa de Fora Ponta, caso haja excedente passa pelo fator de correção

para então descontar na tarifa de ponta (ANEEL, 2012). A fatura da instituição possui como média anual na Fora Ponta o consumo de 17.929,81kWh/mês e na Ponta 4.139,58, sendo os valores de cada kWh/mês de R\$ 0,4663 e R\$ 2,09722 conforme expresso na tabela 10.

O sistema fotovoltaico a ser instalado, tem capacidade máxima de gerar 16.012,80 kWh/mês no mês de agosto, portanto, essa energia produzida não será suficiente para “zerar” o fora ponta e ter excedente para a ponta, sendo assim, para efeito de cálculo será considerado o valor do kWh/mês produzido o valor de R\$ 0,4663, como o sistema solar necessita da radiação solar para funcionar e o horário de fora ponta compreende das 00:00 as 17:59, não haverá simultaneidade no horário de ponta.

Para este estudo será considerado que as tarifas de energia elétrica são reajustadas com periodicidade, através da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), seguindo os índices do IGP-M (Índice Geral de Preços do Mercado) e IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), foi considerado nesta análise um reajuste anual na ordem de 5,0% ao ano.

A Tégula solar, declara uma vida útil dos módulos fotovoltaicos presentes nas telhas acima de 20 anos, e para os microinversores cerca de 10 anos. Para o presente estudo será considerado uma vida útil de 25 anos para o sistema fotovoltaico e será considerado uma perda de eficiência de 0,8% a.a., considerado normal para os módulos fotovoltaicos e para as manutenções como limpezas foi considerado 1% sobre a economia anual.

Aplicando uma TMA, de 7% a.a., superior ao rendimento médio da aplicação da caderneta de poupança no período de novembro de 2022, que está em 6,17% a.a. (IDINHEIRO, 2022). Na Tabela 12 são verificadas as diversas variáveis envolvidas no cálculo para equacionamento da viabilidade técnica-econômica da implantação de geração de energia fotovoltaica.

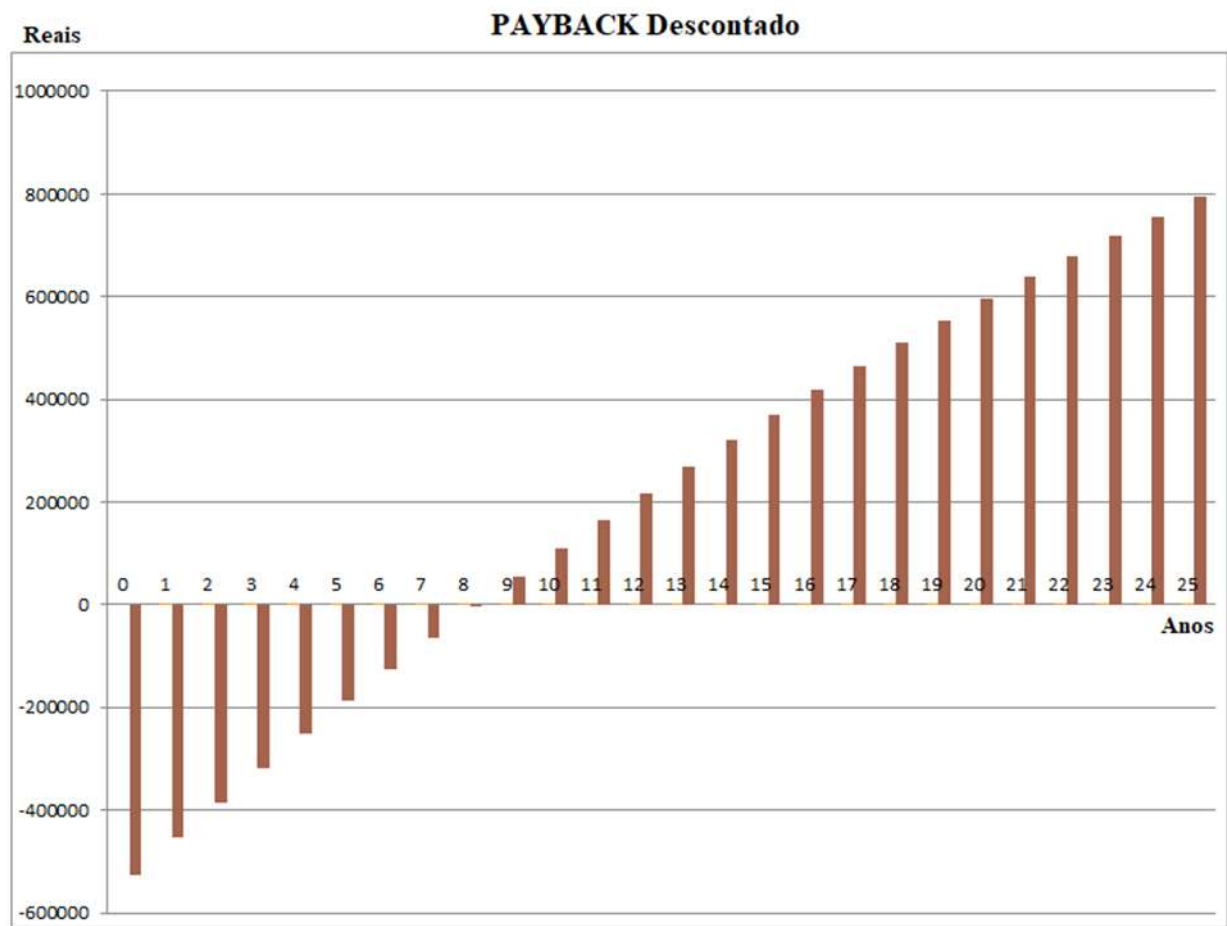
Ao trazer os valores futuros para o VPL, fica evidente uma maior projeção na análise financeira, sendo analisado a luz das projeções econômicas. Aplicando o investimento a uma taxa de 7% a.a., são demonstrados os valores de Fluxo de Caixa Descontado, onde os valores são trazidos para o presente. Posteriormente esses dados são vinculados ao *Payback* Descontado, que são representados na tabela 12 e figura 11, onde observa-se os valores obtidos de acordo com o tempo de investimento.

Figura 11 – Payback Descontado

		Energia Anual Fotovoltaica			Fotovoltaica		Fotovoltaica		payback	Payback
									simples	Descontado
Ano		Energia para compensar o horário Fora de Ponta (kWh)	Energia total (kWh)	Custo do kWh ho horário Fora de Ponta (R\$/kWh)	Economia Anual (R\$)	Manutenção	Fluxo de Caixa Anual	Fluxo de Caixa Acumulado (Payback Simples)	Fluxo De Caixa Descontado	Fluxo Descontado Acumulado (Payback Descontado)
0							-R\$526.013,08	-R\$526.013,08	-R\$526.013,08	-R\$526.013,08
1	2023	166.077	166.077	R\$0,466	R\$77.441,71	R\$774,42	R\$76.667,29	-R\$449.345,79	R\$71.651,67	-R\$454.361,41
2	2024	164.416	164.416	R\$0,49	R\$80.500,65	R\$805,01	R\$79.695,65	-R\$369.650,15	R\$69.609,26	-R\$384.752,15
3	2025	163.101	163.101	R\$0,51	R\$83.849,48	R\$838,49	R\$83.010,98	-R\$286.639,16	R\$67.761,69	-R\$316.990,45
4	2026	161.796	161.796	R\$0,54	R\$87.337,62	R\$873,38	R\$86.464,24	-R\$200.174,92	R\$65.963,16	-R\$251.027,30
5	2027	160.502	160.502	R\$0,57	R\$90.970,86	R\$909,71	R\$90.061,15	-R\$110.113,77	R\$64.212,36	-R\$186.814,94
6	2028	159.218	159.218	R\$0,60	R\$94.755,25	R\$947,55	R\$93.807,70	-R\$16.306,07	R\$62.508,03	-R\$124.306,91
7	2029	157.944	157.944	R\$0,62	R\$98.697,07	R\$986,97	R\$97.710,10	R\$81.404,03	R\$60.848,94	-R\$63.457,97
8	2030	156.680	156.680	R\$0,66	R\$102.802,87	R\$1.028,03	R\$101.774,84	R\$183.178,87	R\$59.233,88	-R\$4.224,09
9	2031	155.427	155.427	R\$0,69	R\$107.079,47	R\$1.070,79	R\$107.079,47	R\$290.258,34	R\$58.244,13	R\$54.020,05
10	2032	154.184	154.184	R\$0,72	R\$111.533,97	R\$1.115,34	R\$110.418,63	R\$400.676,97	R\$56.131,23	R\$110.151,28
11	2033	152.950	152.950	R\$0,76	R\$116.173,79	R\$1.161,74	R\$115.012,05	R\$515.689,02	R\$54.641,40	R\$164.792,68
12	2034	151.726	151.726	R\$0,80	R\$121.006,62	R\$1.210,07	R\$119.796,55	R\$635.485,57	R\$53.191,10	R\$217.983,78
13	2035	150.513	150.513	R\$0,84	R\$126.040,49	R\$1.260,40	R\$126.040,49	R\$761.526,06	R\$52.302,32	R\$270.286,10
14	2036	149.309	149.309	R\$0,88	R\$131.283,77	R\$1.312,84	R\$129.970,94	R\$891.496,99	R\$50.404,97	R\$320.691,07
15	2037	148.114	148.114	R\$0,92	R\$136.745,18	R\$1.367,45	R\$135.377,73	R\$1.026.874,72	R\$49.067,12	R\$369.758,19
16	2038	146.929	146.929	R\$0,97	R\$142.433,78	R\$1.424,34	R\$141.009,44	R\$1.167.884,16	R\$47.764,78	R\$417.522,96
17	2039	145.754	145.754	R\$1,02	R\$148.359,02	R\$1.483,59	R\$146.875,43	R\$1.314.759,60	R\$46.497,00	R\$464.019,96
18	2040	144.588	144.588	R\$1,07	R\$154.530,76	R\$1.545,31	R\$152.985,45	R\$1.467.745,05	R\$45.262,88	R\$509.282,84
19	2041	143.431	143.431	R\$1,12	R\$160.959,24	R\$1.609,59	R\$159.349,65	R\$1.627.094,70	R\$44.061,51	R\$553.344,34
20	2042	142.284	142.284	R\$1,18	R\$167.655,14	R\$1.676,55	R\$165.978,59	R\$1.793.073,29	R\$42.892,02	R\$596.236,37
21	2043	141.145	141.145	R\$1,24	R\$174.629,60	R\$1.746,30	R\$172.883,30	R\$1.965.956,59	R\$41.753,58	R\$637.989,95
22	2044	140.016	140.016	R\$1,30	R\$181.894,19	R\$1.818,94	R\$180.075,25	R\$2.146.031,84	R\$40.645,35	R\$678.635,30
23	2045	138.896	138.896	R\$1,36	R\$189.460,99	R\$1.894,61	R\$187.566,38	R\$2.333.598,21	R\$39.566,54	R\$718.201,84
24	2046	137.785	137.785	R\$1,43	R\$197.342,56	R\$1.973,43	R\$195.369,14	R\$2.528.967,35	R\$38.516,37	R\$756.718,21
25	2047	136.683	136.683	R\$1,50	R\$205.552,01	R\$2.055,52	R\$203.496,49	R\$2.732.463,85	R\$37.494,06	R\$794.212,27
							VALOR PRESENTE LÍQUIDO(VPL)		R\$794.212,3	
Custo de energia elétrica reajustado em 5% a.a., conforme índices médios do IGP-M e IPCA							TAXA INTERNA DE RETORNO(TIR)		18,09%	

Através da análise do fluxo de caixa, como visto na figura 11, percebe-se um saldo positivo após o 9º ano do investimento, apresentando ao final da vida útil do equipamento uma receita líquida de + R\$794.212,3 (setecentos e noventa e quatro mil e duzentos e doze reais e trinta centavos).

Tabela 12 – Fluxo de Caixa do Investimento



4.4 TELHA FOTOVOLTAICA X MODULO FOTOVOLTAICO

Ao Instalar sistemas fotovoltaicos em telhados, estruturas, solo e até mesmo prédios, sem a correta análise estrutural é um crime de responsabilidade. A queda de um telhado pode ocasionar danos materiais e perdas de vidas humanas. Esse assunto é sério e deve ser tratado com todo o rigor que a engenharia possibilita (Villalva, 2019).

Na tabela 13 será analisado a partir das informações técnicas dos equipamentos a sobrecarga sobre a estrutura existente, para isso será comparado um sistema de módulos fotovoltaicos tradicional com a mesma potencia do sistema avaliado. As especificações do modulo fotovoltaico analisadas são as especificadas na tabela 5.

Tabela 12 – Carregamento Sistema Fotovoltaico

CARREGAMENTO ADICIONAL AO ADOTAR MODULO FOTOVOLTAICO TRADICIONAL									
	Peso por m ²	Qtd. Por m ²	Qtd.	Potência (kWp)	Peso unitário (Kg)	Carga Total do Sistema (Kg)	Carga Adicional (Kg)	Area Ocupada (m ²)	Carga Adicional por m ² (kg)
Telha Americana Drummond	38,78 Kg	11,7	14742	-	48862,80	48862,80	0	1260	-
Telha Fotovoltaica BIG-F11	40,9 Kg	7,5	9450	103,9	51.534	51.534	2.671,20	1260	2,12
Modulo Tradicional	11,22 Kg	0,38	189	103,9	5481,00	54343,80	5481,00	488,64	11,21

Fonte: Dados do Autor

Portanto a adoção das telhas fotovoltaicas, além do retorno financeiro provindo da geração de energia elétrica, tem como benefício a menor sobrecarga a estrutura existente, em relação aos módulos fotovoltaicos comuns, que neste comparativo representou uma diferença de 5,28 vezes a sobrecarga por m² em relação as telhas fotovoltaicas, o que traz mais segurança ao projeto de geração de energia solar e ao mesmo tempo economia em relação a parte estrutural.

5. CONCLUSÃO

Os métodos de análises financeiras utilizados, mostram ser ferramentas importantes para analisar qualquer viabilidade econômica na implantação de energia solar fotovoltaica, sendo que o *payback* descontado é a forma mais precisa de estimar o tempo de retorno do investimento, pois ao contrário de outras análises financeiras o tempo é condicionante principal nos fluxos de caixa, sendo os valores futuros trazidos a valores presentes.

Paralelamente o estudo desenvolvido, verificou que a substituição das telhas comuns feitas de cerâmica, por telhas da Tégula Solar BIG-F11, que possuem módulos fotovoltaicos adicionadas ao seu corpo e produzem energia elétrica, tem um retorno financeiro considerável, garantindo um retorno de investimento de médio prazo, cobrindo os custos de instalação e manutenção, gerando ao longo de seu tempo uma receita líquida, superior a aplicações financeiras, sendo uma boa oportunidade de investimento.

Salienta-se que este método de instalação é o mais seguro, pois, não causa sobrecarga excessiva na estrutura existente como os módulos fotovoltaicos comuns, podendo ser instalado com mais segurança em estruturas menos robustas.

Portanto além do retorno financeiro favorável e viabilidade técnica assertiva, o consumidor que aderir ao SFCR, está contribuindo com a sustentabilidade, gerando energia de forma renovável e desafogando a rede de distribuição de energia elétrica pública.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 abr. 2012. Seção 1, p. 53.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 dez. 2015. Seção 1, p. 45

Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1988. “NBR10899/TB328 Conversão fotovoltaica de energia solar”, Rio de Janeiro.

BODÃO, Juliano Henrique. Desenvolvimento colaborativo de telhas fotovoltaicas com RCD. 2014.

CERÂMICA DRUMMOND. CATÁLOGO TÉCNICO. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS. 2013. Disponível em: <https://ceramicadrummond.com.br/especificacoes-tecnicas.php>. Acesso em: 25 nov. 2022.

DAH SOLAR. CATÁLOGO TÉCNICO. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS. Disponível em:

https://pt.dahsolarpv.com/dhm-72x10-540-555w_p179.html. Acesso em: 25 nov. 2022.

DOS SANTOS, Rodrigo Miguel; DE SÁ RODRIGUES, Marilsa; CARNIELLO, Monica Franchi. Energia e sustentabilidade: panorama da matriz energética brasileira. Scientia: Revista Científica Multidisciplinar, v. 6, n. 1, p. 13-33, 2021.

Eletrobras, Centrais Elétricas Brasileiras. Energia Solar aplicada ao Centros Comunitários de Produção. Divisão de estudos técnicos de projetos setoriais. - Rio de Janeiro: Eletrobras, 2016.

Filho, W. P. B., Azevedo, A. C. S., 2013. Geração distribuída: vantagens e desvantagens, II Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia, Belém – Pará, vol.02, pp. 126-135.

FONSECA, Y. D.; BRUNI, A. L. Técnicas de avaliação de investimentos: uma breve revisão da literatura. Portal de Desenvolvimento da Bahia

< http://www.desenbahia.ba.gov.br/uploads/2308201122384375Artigo_05.pdf > Acesso em: 24 de novembro de 2022.

GUSMÃO, AMANDA. QUAL O RENDIMENTO DA POUPANÇA HOJE?. IDINHEIRO. 2022. Disponível em: <https://www.idinheiro.com.br/rendimento-poupanca-hoje/#:~:text=Qual%20%C3%A9%20o%20juros%20da,%25%20ao%20m%C3%AAs%20%2B%20Taxa%20Referencial..> Acesso em: 25 nov. 2022.

Hass, R., 1994. The value of photovoltaic electricity for utilities, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, vol. 35, n. 1, pp. 424 – 427.

HUSSEIN, H. M. S.; AHMAD, G. E.; MOHAMAD, M. A. Optimization of operational and design parameters of plane reflector-tilted flat plate solar collector systems. *Energy*, v. 25, n. 6, p. 529-542, jun. 2000.

JARDIM, C. S. A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno. 2007. 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

JUSTO, Constantino Dário. Viabilidade tecno-econômica de telhas fotovoltaicas. Tese de Doutorado. 2018.

MORAIS, Fabrício Higo Monturil de et al. Influência da Irradiação Solar na Análise de Viabilidade Econômica de Sistemas Fotovoltaicos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 36, p. 723-734, 2022.

PERDIGÃO, Daniel. ATUAÇÃO POLÍTICA DE GRUPOS DE INTERESSE NA EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL DE 1960 A 2019. *Revista Mundi Sociais e Humanidades* (ISSN: 2525-4774), v. 5, n. 3, 2020.

PEREIRA, Jorge Daniel Martins. Instalações Solares Fotovoltaicas para Autoconsumo: Análise e Perspectivas de Aplicação. 2016.

PRIEB, César Wilhelm Massen. Desenvolvimento de um sistema de ensaio de módulos fotovoltaicos. 2002.

Rabuske, R.; Friedrich, L. R., Fontoura, F. B. B., 2016. Análise da viabilidade para implantação de energia fotovoltaica com utilização para sombreamento de estacionamento. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa – Paraíba

REN21 – RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY. Renewables 2016 global status report. 2016. Disponível em: Acesso em: 10 abril. 2022.

SALAMONI, Isabel Tourinho et al. Metodologia para cálculo de geração fotovoltaica em áreas urbanas aplicada a Florianópolis e Belo Horizonte. 2004

SEDRAOUI, K. et al. Optimum orientation and tilt angle for estimating performance of photovoltaic modules in western region of Saudi Arabia. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, v. 9, n. 2, mar. 2017.

SHARMA, Ronak; GIDWANI, Lata. Grid connected solar PV system design and calculation by using PV SOL premium simulation tool for campus hostels of RTU Kota. In: 2017 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT). IEEE, 2017. p. 1-5.

TÉGULA SOLAR. CATÁLOGO TÉCNICO. Tégula Solar. 32 p. Disponível em: https://www.tegulasolar.com.br/portal/tegula/arquivos/TEG05122_Atualizacao-Catalogo-Tecnico-Tegula-Solar.pdf?q=1. Acesso em: 25 nov. 2022.

VILLALVA, M.G. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações. 2 ed. São Paulo: Érica, p. 224, 2015.

VILLALVA, Marcelo G. Avaliação prévia dos telhados antes da instalação dos sistemas fotovoltaicos. Disponível

em:<http://canalsolar.com.br/index.php/artigos/item/13-avaliacaopreviadostelhados?fbclid=IwAR3LHCdg5Tvkbsb1iaU9MRRrSeEcW3Wbq0wJHpXAgrDJJ7TYC>
cRS nfpnv6g.

Capítulo 6



10.37423/221106883

ANÁLISE DE DISCREPÂNCIA DE ÁREAS GEOPROCESSADAS POR RECEPTORES HIPER SR -GNSS NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE GOIÁS

Kátia Maria de Souza

*Centro Universitário Brasília de Goiás-
UniBrasília*

Marcela Pereira Costa

*Centro Universitário Brasília de Goiás-
UniBrasília*



Resumo: O presente trabalho tem como objetivo avaliar diferenças de deslocamento planialtimétrico na execução e elaboração de áreas georreferenciadas por Receptores Topcon Tools – HIPER SR (GNSS) pós processados. Havendo a inclusão de arquivos datilografados no SIGEF (Sistema Gestão Fundiária), que alteraram a precisão anterior já lançada, ocasionando translocações significativas em áreas de execução de serviços topográficos, para efeito de georreferenciamento. Desta forma a translocação de pontos codificados por Receptores HIPER SR com recepção de sinal GNSS (*Global Navigation Satellite System*) pós processados em três áreas da região oeste do estado de Goiás, nas cidades de Jussara e Britânia. O estudo foi elaborado em diferentes estágios de altitude, em pontos determinados da propriedade, com a utilização de receptores de diferentes níveis de sinais GNSS, manuseio e situações de processamento para efetivação do lançamento da área através do processo digital especificado no trabalho.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Deslocamento; Receptores Topcon Tools.

1. INTRODUÇÃO

Com o panorama mundial, sofrendo variações nos processos de informatização e comunicação nos últimos anos, transformações foram implantadas em métodos de planimétrica e cartografia. A partir disso foi implementado no Brasil o sistema de georreferenciamento, que consiste na determinação precisa de um ponto na superfície terrestre, nas suas obrigatoriedades estão a descrição do imóvel em seus limites, características e confrontações, através de memorial descrito contendo as coordenadas dos vértices definidores de seus limites que deverá ser feito com precisão posicional fixada pelas normas do INCRA.

A fim de formar uma base de dados eletrônica de todos imóveis que compõem o território nacional com objetivo de aumentar a confiabilidade das informações do meio rural e urbano através de integrações de diversas fontes, dando maior consistência, uniformidade e integridade aos dados de natureza fundiária e dispondo para o setor público um instrumento de apoio eficaz no combate e grilagem de terras, além de potencializar as ações de caráter fiscal, ambiental, de desenvolvimento e de Reforma rural.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Desde os tempos remotos até a atualidade, as informações básicas sobre dados espaciais têm sido apresentadas de forma gráfica pelos antigos cartógrafos e utilizados por navegantes e demais profissionais. Conforme a história da datilografia demonstra a obtenção de dados através de métodos informatizados iniciou a partir da década de 1970, com a evolução da tecnologia da informática e do sensoriamento remoto, tornou-se possível obter, armazenar e representar informações geográficas em ambiente computadorizado, abrindo espaço para o surgimento da Geomática (CALDAS, 2009).

A topografia nacional desenvolveu-se muito a partir de 1980, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, foi introduzido o primeiro *software* Saga (Sistema de Análise Geo-Ambiental) que possibilitou um forte análise geográfica do país. Ainda na década de 1980 a empresa AeroSul elaborou um *software* de pesquisas para sistemas automatizados de processos cartográficos: MaxiDATA e o MaxiCAD, construindo assim um sistema permanente de construção de dados (INCRA, 2013).

No decorrer do tempo, a informatização possibilitou a inclusão governamental no sistema de datilografia digital, dados de alta precisão passaram a ser incluídos através da criação da 3ª Lei do INCRA (Instituto Nacional de Reforma Agraria), e da Lei 10.267/01 onde:

§ 2º Fica criado o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais - CNIR, que terá base comum de informações, gerenciada conjuntamente pelo INCRA e pela Secretaria da Receita Federal, produzida e compartilhada pelas diversas instituições públicas federais e estaduais produtoras e usuárias de informações sobre o meio rural brasileiro.

A certificação de imóveis rurais, CNIR, é exigida para qualquer alteração de área ou de seu(s) titular(es) em Cartório (de acordo com os prazos estabelecidos no Dec. 5.570/05), para tal é necessário à elaboração de uma planta georreferenciada deste imóvel (JELINEK, 2012).

“Art. 10. A identificação da área do imóvel rural, prevista nos §§ 3º e 4º do art. 176 da Lei nº 6.015, de 1973, será exigida nos casos de desmembramento, parcelamento, remembramento e em qualquer situação de transferência de imóvel rural, na forma do art. 9º [...]”

Conforme estudo do Banco de desenvolvimento Interamericano (BID, 2010) existem 4.560.000 imóveis rurais no Brasil, regulares e irregulares, sendo o real número de imóveis rurais um dado praticamente impossível de ser corretamente apurado. De acordo com o INCRA há cerca de 166.814 propriedades rurais em Goiás, das quais 7.836 já estão inclusas no processo de regularização de imóveis rural, perfazendo um percentual 22% da área total do estado (TEXEIRA, 2003).

Segundo MONICO, 2000, o georreferenciamento envolve além de dados, cálculos, análises, projetos e desenhos em consonância com o disposto na legislação federal e na norma técnica do INCRA. O trabalho possui estreita relação com o processo gerencial da propriedade, pois é com base nestes dados que o proprietário irá unificar e gerenciar de forma mais eficiente às informações da propriedade no que diz respeito INCRA, Receita Federal e cartório.

3. ESTUDO DE CASO

O experimento foi realizado em três propriedades rurais, em diferentes localidades do Oeste Goiano, dentre estas, Jussara e Britânia, com as seguintes coordenadas 16°32'03"W, e altitudes variadas de 250 a 569m.

Foram utilizadas no experimento aparelhos de alta precisão topográfica, como HIPER SR (empresa TopCon), com funcionalidade pós-processado (*software* Topcon Tools). Os levantamentos foram executados em campo respeitando todas as características do ambiente e de posicionamento de trabalho, sendo levantados dados em diferentes locais das propriedades, além da utilização do pós-processamento para determinar a posição exata do posicionamento por pontos do experimento.

Em cada propriedade foram extraídos dois pontos, sendo seis separados na proporção das propriedades, os mesmo têm como funcionalidade de L2 ou “Reouver”, e para a inclusão do arquivo para processamento no trabalho do aparelho há a inclusão da L1 “Base” que permaneceu em local fixo. Os “logs” formaram a datilografia do terreno que por fim foi elaborado conforme procedimento do aparelho. Rinex: (Receiver Independent Exchange Format) é um formato de intercâmbio de dados para dados brutos do sistema de navegação por satélite.

Tabela 1-Arquivos Rinex “HIPER SR” receptados “TRU”.

ARQUIVO RINEX ¹				
Rinex/propriedade	Coordenada N (UTM)	Coordenada E (UTM)	Helip (m)	Distância Vértices (m)
Reouver 10/06	8236927.668	508437.882	439.637	391,24
Reouver 10/06	8236719.351	508769.056	355.662	34,50
Reouver 23/08	8247477.849	515612.886	335.382	712,43
Reouver 23/08	8247741.469	516451.839	330.456	619,32
Reouver 20/07	8240611.350	514011.253	344.555	446,00
Reouver 20/07	8240167.388	514053.851	343.640	7,52

Fonte: Própria, 2022.

A formação de dados datilografados, inclusa no arquivo digital do próprio GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global), o mesmo descarregado no *software* “TRU” (*Topcon Receiver Utility* – Utilitário do Receptor Topcon). Cada arquivo foi correlacionado a sua data e precisão (Tabela 1). Sendo o “TRU” *software* de extrema precisão para descarregamento de pontos geodésicos, perfazendo sua importância na confiabilidade de arquivos RINEX de precisão geodésica.

As recepções dos pontos em campo foram feitas respeitando os limites de tempo e posicionamento do aparelho para um processamento ideal, sendo, o limite mínimo de 5 minutos para L2 “Reouver” (Tabela 01), sendo receptados em diversos locais da propriedade com altitudes e localizações diferentes; e L1 “Base” com o tempo determinado por efetuação de serviço em campo, respeitando o tempo mínimo de duração em campo de 3 horas.

Foram efetuados métodos de processamento pelo *software* “Topcon Tools – 7.5.1”, elaborando a construção de pontos pela recepção em campo, que em primeira instância houve distorção em relação à altitude do aparelho em campo, Reouver 1,80m bastão, respeitando o nível de sinal conforme obstáculo em todos os pontos locados; e Base 1,50m bastão base, perfazendo a conferência de localização e recepção de sinal por ambos os aparelhos “L1/L2”.

Na segunda etapa foi realizada a conferência sinal através do tempo e posição no campo, sendo eliminados pontos com pouca precisão e baixo nível de sinal (Imagem 01); e pôr fim a locação através do método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), elaborado através de auxílio do IBGE (Instituto

Brasileiro de Geografia), que persuadiu o arquivo “O G N – RINEX” da L1, conferindo dados de coeficiente angular para formação dos códigos gerados para processamento. (Figuras 01 e 02).

Figura 1 Antes do pós-processamento de dados. Elaborada pelo Topcon Tools 7.5.1 correlacionado ao método PPP fornecido através de arquivos RINEX.

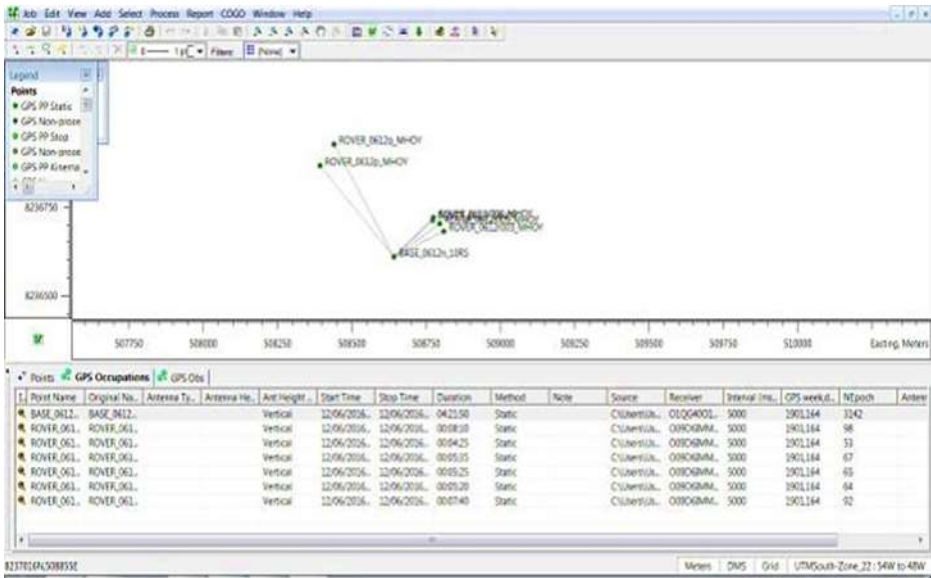
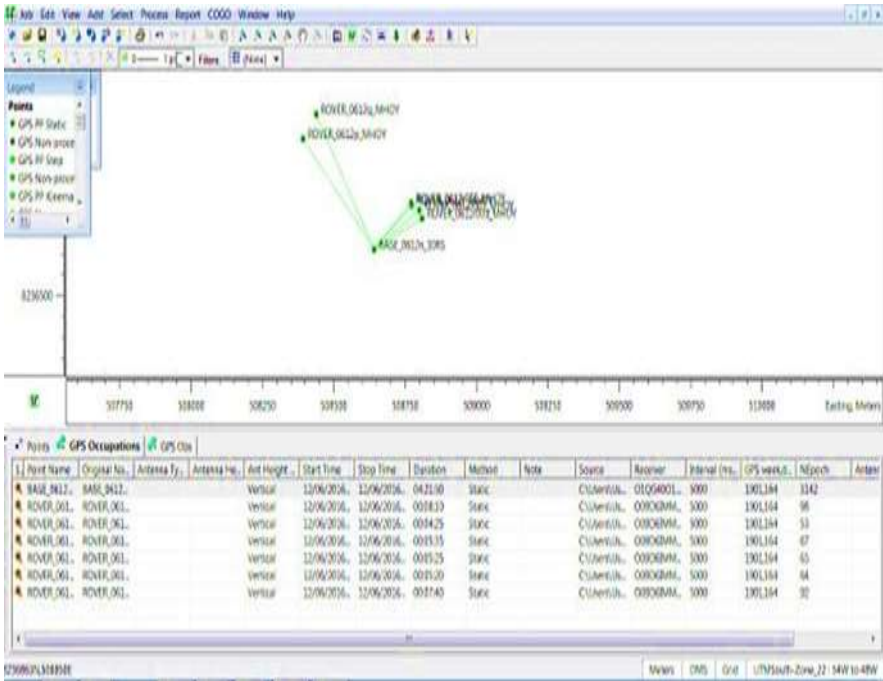


Figura 2- Depois do pós-processamento de dados. Elaborada pelo Topcon Tools 7.5.1 correlacionado ao método PPP fornecido através de arquivos RINEX.



Fonte: Própria, 2022.

Cada ponto obteve uma escala detalhada sobre a base pós-processada pelo arquivo RINEX “O G N” da L1, a locação foi alterada sobre medida e correlacionada com fatores displicentes do processamento.

A geração de “logs” foi incluída através de imagens em XML sendo coordenadas UTM, que se delimitou a planilha ODS, um arquivo de inclusão de todos os dados necessários para a inclusão no sistema, através deste arquivo obteve-se imagens com alta precisão geométrica sendo efetivadas ao SIGEF (Sistema de Gestão Fundiária) onde integram-se dados geométricos primários de posicionamento ao lançamento no sistema.

A nova planilha elaborada pelo SIGEF (Tabela 02), contém todos dados de localização e estrutura remanescente de cada “log”, esta planilha é fornecida através do próprio sistema governamental. Planilha ODS, com dados fornecidos através de processamento. Disponível em: SIGEF – <https://sigef.incra.gov.br/geo>.

Tabela 2-Arquivo INCRA, pós-processamento.

PLANILHA ODS - SIGEF				
Rinex/propriedade	Coordenada N (UTM)	Coordenada E (UTM)	Helip (m)	Distância Vértices (m)
Reouver 10/06	8236927.730	508437.910	439.637	391,43
Reouver 10/06	8236719.590	508769.300	355.662	34,52
Reouver 23/08	8247477.950	515612.930	335.382	712,76
Reouver 23/08	8247741.600	516451.840	337.362	619,6
Reouver 20/07	8240611.430	514011.040	343.640	446,2
Reouver 20/07	8240167.450	514053.500	344.555	7,55

Fonte: SIGEF, 2022

3.1 INFORMATIZAÇÃO E GEOPROCESSAMENTO RURAL

São vários benefícios que levam a introdução de métodos de informatização, para a construção de dados reprocessados, em especial o georreferenciamento, que auxiliam o a estrutura governamental brasileira, possibilitando efetuar remembramentos, desmembramentos, retificações e cancelamento de áreas no SIGEF, conforme Lei 10.267/01:

“§ 7º Os serviços de registro de imóveis ficam obrigados a encaminhar ao INCRA, mensalmente, as modificações ocorridas nas matrículas imobiliárias decorrentes de mudanças de titularidade, parcelamento, desmembramento, loteamento, remembramento, retificação de área, reserva legal e particular do patrimônio natural e outras limitações e restrições de caráter ambiental, envolvendo os imóveis rurais, inclusive os destacados do patrimônio público.”

“§ 3º Nos casos de desmembramento, parcelamento ou remembramento de imóveis rurais, a identificação prevista na alínea a do item 3 do inciso II do § 1º será obtida a partir de memorial descritivo, assinado por profissional habilitado e com a devida Anotação de Responsabilidade Técnica – ART,

contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, geo-referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional a ser fixada pelo INCRA, garantida a isenção de custos financeiros aos proprietários de imóveis rurais cuja somatória da área não exceda a quatro módulos fiscais.”

Desmembramento constitui formas de alienação judicial com diversos processos, com a finalidade de promover alguma forma de desligamento ou elaboração de novos documentos para reconstruir uma nova propriedade rural. Dentre requisitos, são constituídos a fração mínima que por si só cada município já contém pré-requisitos; são constituídos desmembramentos disciplinados, que atuam no processo de disciplinarização judicial, que efetuam a desapropriação de terras de utilidade governamental.

Dentro destes o remembramento efetua de forma, a percorrer procedimentos administrativos destinado a realizar a fusão ou unificação de dois ou mais terrenos, para a formação de uma nova área rural, pelo reagrupamento de áreas rurais contíguas, com decorrente de uma área maior. O terreno resultante de desmembramento é considerado judicialmente um novo imóvel rural, pois passa a ter uma área distinta, ou seja, formada pela soma das áreas dos terrenos remembrados, como também possuirá limites e confrontações diferentes (INCRA, 2013).

Já áreas com a necessidade de cancelamento ou retificação, são áreas de inclusão no sistema latifundiário do SIGEF, que possuem a necessidade de se alterar ou efetuar uma nova elaboração do projeto. Segundos dados pertencentes ao (Sistema de Gestão Fundiária). As áreas a serem retificadas ou canceladas, são de exclusividade de documentos inválidos ou impróprios pra coligação no sistema, outra questão, são aspectos técnicos correlacionados a manuseio operacional, além de questões básicas informativas processuais (INCRA, 2013).

Esta estrutura proporcionou uma maior eficácia na elaboração e construção de dados datilografados, resultando numa maior precisão na topografia digital de áreas nacionais e concedendo menos tempo para a elaboração de documentos de registros para imóveis rurais (MARGARETH, 2015).

De acordo com (INCRA, 2013 – Informatização de dados Geodésicos), o sistema irá garantir mais agilidade e eficiência na análise dos cerca de 12.380 processos de certificação que atualmente tramitam na autarquia. O SIGEF permite a certificação pela internet do georreferenciamento das propriedades rurais.

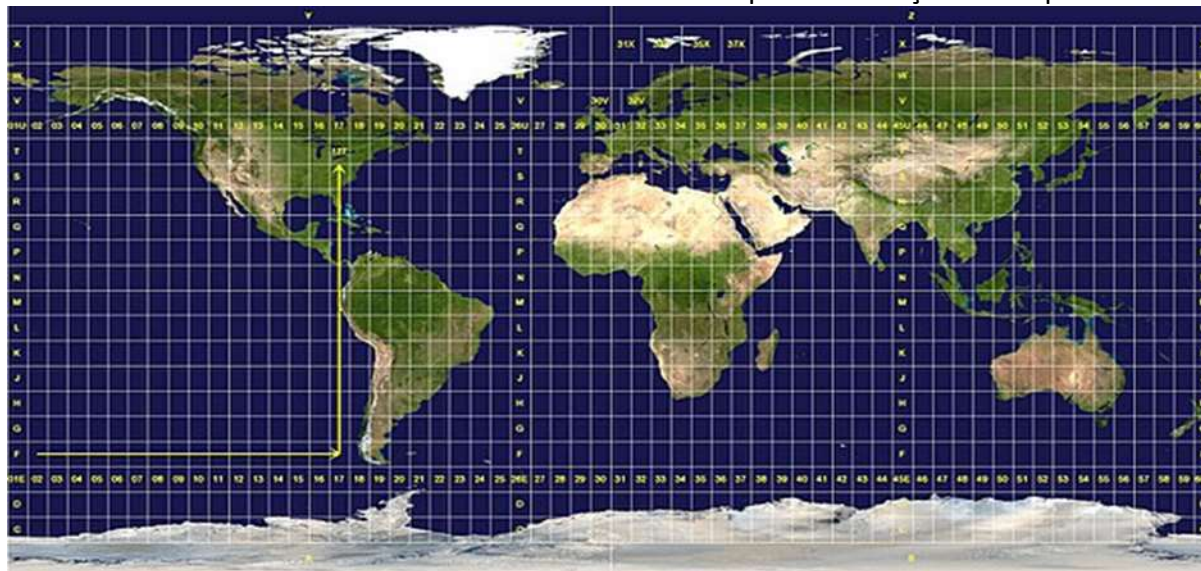
A inclusão de dados através de métodos de digitalização, utiliza parâmetros de construção da geografia brasileira, sendo inclusos aparelhos de alta precisão geodésica, que recepta sinais fornecidos

por satélites que transpõem em dados de alta precisão para datilografia, com fundamental governamental (SIGEF 2003 – Manual de Posicionamento por pontos Geodésicos).

Os usuários podem se conectar no sistema de posicionamento de GPS, dentro de um raio de até 500 km, para trabalhos topográficos e geodésicos com precisão potencializada. Porém, os imóveis georreferenciamentos proporcionados pelo método RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS é um conjunto de estações GNSS que pertencem ao Sistema Geodésico Brasileiro e servem como estações de referência para atividades geodésicas no Brasil, fornecendo dados de correção para técnicas de posicionamento GNSS como DGPS e RTK), podem causar grandes distorções ao se vincular estas estações a redes geodésicas clássicas, perfazendo uma precisão que se observa-se dez vezes menor, sendo proporcional a qualidade de receptores e recepção (PEREIRA 2003).

A norma define que a projeção cartográfica a ser utilizada nos trabalhos de Georreferenciamento de imóveis rural é a projeção UTM (Universal Transversa de Mercador), sistema de coordenadas cartesianas bidimensional para localizações na superfície da Terra, o mesmo será demonstrado na Figura 03.

Figura 2-Sistema de coordenadas cartesianas bidimensionais para localizações na superfície da Terra.



Acesso em 05/10/2022.

3.2 RECEPTORES HIPER SR “POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO”

A Empresa (TOPCON POSICHION, 2013), disponibiliza diversos modelos de aparelhos digitais a posicionamento digital, sendo classificados por classes de recepção “A, B, C, etc.” Para cada modelo

de aparelhos geodésicos sua aptidão oscila entre seu funcionamento e sua forma de trabalho em campo, além de processos, como aparelhos que exigem pós – processamento.

Dentre aparelhos da classe HIPER SR, que são classificados de aparelhos classe B que se inclui na classe dos aparelhos Geodésicos, seu processo estabelecido em campo com desempenho de recepção de dados satélite – base, satélite – reouver, sendo envolvidos aspectos naturais, como demonstra a (Imagem 03) (GEONET, CTBC).

Figura 4-HIPER SR,- Sítio Consienge, modelo de construção de dados para formação de artigos datilografados.



Fonte: Própria, 2022.

Segundo a empresa (TOPCON POSICHION -GALILEO 2013), os GPS de navegação utilizam a frequência do código C/A que é 1.023 MHz, já os GPS de precisão utilizam a fase da onda portadora L1, L1 mais L2 e também o código C/A. A onde portadora L1 tem frequência igual a 1.575,42 MHz e a L2 tem frequência de 1.227,60. Como os GPS's de precisão utilizam as ondas portadoras L1 e L1/L2, consegue-se precisões milimétricas coisa que nenhum GPS de navegação consegue, pois possui uma margem média de 15 metros.

Pontos de controle são localizações passíveis de identificação nas imagens e no terreno, ou seja, são locais cujas coordenadas são conhecidas nas imagens e no sistema de referência (ENGESAT).

O campo de Pontos de Referência é formado por um conjunto de pontos de referência, ao quais são intencionalmente preparados para a definição do sistema de referência estável. A representação destes pontos poderá ser otimizada, entre outras variáveis, em função da forma do objeto e das condições, que favorecem a execução das medições, e que atende as premissas e condimentares das medições (SEIXAS 2003).

A constituição de vários pontos referências através de métodos de posicionamentos por pontos, constroem poligonais virtuais, que construídas formam um polígono de compressão logica, que fornece dados datilográficos que constituem um perímetro logico. Estas poligonais são caracterizadas por dados de recepção geodésica, que processadas, formam uma determinada unidade de dados que constitui a unidade de informatização governamental (SEIXAS, 2003).

3.3 PÓS-PROCESSAMENTO E INCLUSÃO NO SIGEF

Com projeções deferidas em campo, a atuação de software de pós-processamento define a translocação de pontos geodésicos, e converte os arquivos em DWG (extensão de arquivos de desenho em 2D e 3D nativa do software AutoCAD, pertence à empresa Autodesk), para o fazer o mapa da área em outro software o AutoCAD (ALMEIDA, 2011).

Almeida (2011), ainda ressalta a importância dos softwares para o sucesso do levantamento topográfico da área. Seus métodos concretizam a reprodução de posicionamento de pontos em campo, posteriormente deferidos através do auxílio do IBGE, que identifica a precisão e a coerência do que foi obtido em campo, analisando aspecto L1/L2, e pontos e diferentes escalas geométricas que permite a introdução de “bases” precisas entre diversos pontos estáticos globais (O G N).

A inclusão de dados formados por arquivos datilografados pertence ao processo entre o GPS e a conclusão, que será projetada pelo AutoCAD, que faz o intermédio entre os dados para a inserção no SIGEF. A relação coordenada UTM e geodésica, estão inseridas no sistema que analise e projeta todos arquivos conforme a norma exigida. Esse processo causa uma leve discrepância entre os arquivos fornecidos por software e os arquivos fornecidos após a finalização do processo (INCRA, 2013).

A discrepância relacionada a arquivos de datilografia digital, é causada por relações entre conversões de programas, que altera a forma de localização de pontos virtuais, esta alteração causa danos a fundamentação da imagem virtual, que consecutivamente gera artigos que serão estruturados de forma diferente, ocasionando “erros” significativos ao projeto topográfico (TEIXEIRA, 2003).

Uma pesquisa realizada por TEXEIRA (2003) na cidade de Recife-PE, observou a transformação de coordenadas e uma relação funcional entre dois objetos geométricos em dois espaços. Observando aspectos de translocação e deslocamento de pontos pelo sistema RBMC, geralmente ocasionado por transformações de unidades angulares, ou seja, (x, y) , rotações angulares que não foram processadas pela forma abstrata de recepção de sinais via satélite.

Softwares e programas de inclusão digital, sofrem próprias alterações em alguns aspectos de formação de arquivos, que geralmente formam falhas entre cálculos racionais de construção de arquivos digitais (ALMEIDA, 2010).

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os efeitos da transposição de pontos através de métodos de transformações de coordenadas estão apresentados na tabela 03, correlacionando pontos da Propriedade 01, 02 e 03 (Tabela 04).

A propriedade 01 apresentou resultados de discrepância menos significativas em relação aos pontos vértices incluídos no sistema do SIGEF, suas características foram influenciadas por “pontos vértices” de menor distância entre si (Tabela 03).

A propriedade 02 demonstrou maior índice de discrepância em relação as outras duas deferidas, seus pontos vértices incluídos, alteraram significativamente, a medida que sua locação obteve uma distância maior (Tabela 03).

Já na propriedade 03 seus vértices obtiveram uma discrepância pouco maior em relação a 01, sendo que a medida de vértice foi maior em alguns determinados pontos vértices (Tabela 03).

Pontos Reouver inclusos nos vértices foram distâncias diferentes entre si, este fator correlacionou uma maior discrepância, a medida de que a poligonais eram de maior proporção entre elas (FRANCIS 2012).

Segundo a revista brasileira Cartografia e Geoprocessamento, 2010, a inclusão de dados através de sistemas de coordenadas diferentes, pode ocasionar discrepâncias entre vértices que modificam a área e o perímetro de trabalhos de geoprocessamento rural.

Aspectos referentes a discrepância de arquivos RINEX, podem estar diretamente correlacionados a conversão de sistema diferentes de coordenadas geográficas, seu método de inclusão digital pode transpor pontos com localidades diferentes em uma propriedade rural (FRANCIS 2012). Discrepância encontrada nos vértices de alinhamento topográfico área 01, 02 e 03, através de coordenadas UTM, do método PPP, até a inclusão de arquivos para elaboração de plantas topográficas pelo SIGEF – INCRA.

Tabela 3-Discrepância encontrada nos vértices de alinhamento topográfico área 01, 02 e 03

Área 01	Coordenada UTM (N) 01	Coordenada UTM (E) 01	Coordenada UTM (N) 02	Coordenada UTM (E) 02
Reouver 10/06 01	8236927.668	508437.882	8236927.730	508437.910
Reouver 10/06 01	8236719.351	508769.056	8236719.590	508769.300
Área 02	Coordenada UTM (N) 01	Coordenada UTM (E) 01	Coordenada UTM (N) 02	Coordenada UTM (E) 02
Reouver 23/08 02	8247477.849	515612.886	8247477.950	515612.930
Reouver 23/08 02	8247741.469	515451.839	8247741.600	516451.840
Área 03	Coordenada UTM (N) 01	Coordenada UTM (E) 01	Coordenada UTM (N) 02	Coordenada UTM (E) 02
Reouver 20/07 03	8240611.350	514011.253	8240167.430	514054.040
Reouver 20/07 03	8240167.388	514053.851	8240611.450	514011.500

Fonte: Própria, 2022.

À medida que os vértices foram mais distantes entre si, a discrepância encontrada aumentou de forma significativa (Tabela 04). As áreas 01 e 03, apresentam uma discrepância menor em relação aos seus pontos vértices, com a inclusão de dados no SIGEF.

A área 01 apresentou uma discrepância de aproximadamente de 0,19% a ,020%, sendo que seus pontos vértices, perfazem uma distância menor e menos significativa em campo. Sua recepção recebeu todos os fatores ordenados pela planilha estabelecida no manual do SIGEF.

Já na área 02, a discrepância apresentou-se maior, pelos vértices de alinhamento, sendo relacionada ao aumento da distância entre os vértices de “Reouver”, seu método distingue a locação e tempo do aparelho em campo, sua proporção, sendo que, a discrepância entre “Reouver 23/08”, entre 0,33% e 0,28%.

A área 03, relacionou seus vértices com discrepância pouco menor que área 01, ficando “Reouver 20/07” entre 0,2 e 0,02%. Seus pontos foram receptados com distância mínima no campo conforme apresentado na Tabela 04. Apresentação dos pontos receptados com a distância mínima no campo. Discrepância encontrada entre os vértices em áreas pós-processadas, distância ocasionada por processamento e sistema INCRA.

Tabela 2-Apresentação dos pontos receptados com a distância mínima no campo.

DISCREPÂNCIA – ÁREAS			
Reouver	Distância (m) Topcon Tools*	Distância (m) SIGEF – INCRA	% Discrepância
Reouver 10/06 01	391,24	391,43	0,19
Reouver 10/06 01	34,50	34,52	0,02
Reouver 20/07 02	712,43	712,76	0,33
Reouver 20/07 02	619,32	619,60	0,28

Fonte: Própria, 2022.

As áreas analisadas, correspondem aos procedimentos da 3ª Lei do SIGEF, sendo seu meridiano 22°51'32" W ao norte incluso para as três áreas, seu fuso procede à inclusão de dados conforme a precisão RBMC Datun "Sirgas 2000" – (Sistema de Referencia Geocêntrico para as Américas), que diretamente correlacionado a precisão do posicionamento por ponto da "log".

A altitude resultante das áreas não afetou diretamente o aparecimento da discrepância em vértices comoventes de áreas processadas com aparelhos de alta precisão, pois são bases diferentes de cálculos precisos que se distorcem em métodos diferentes de armazenamento de dados, a altitude oscilou apenas no método de recepção que significa o mínimo de incoerência que se processe em um levantamento topográfico das áreas (JENILEK, 2012).

Segundo Faggion (2012), a discrepância é um item a ser estudado, sua incompatibilidade pode ser encontrada desde fatores como inclusão de dados digitais de maneira incorreta ou mesmo a dados processadas por sistemas que se progressão de maneira diferente. A discrepância pode variar conforme distância, isto é, a adaptação de artigos com formas diferentes, pode ocasionar erros significativos em projetos de datilografia.

5. CONCLUSÃO

As áreas geoprocessadas por aparelhos HIPER SR, apresentaram pequena discrepância em relação aos seus dados fornecidos pelo SIGEF (Sistema Gestão Fundiário) com uma margem máxima de 00,2 cm e 0,33 cm ocasionada por fatores de conversão de coordenadas sendo de UTM, para Geodésicas. Fatores que influenciam diretamente na produção de projetos topográficos com finalidade de georreferenciamento rural, provocando uma pequena margem de erro em documentos escriturais, correlacionados a artigos de datilografia.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.; COSTA, C. Tocon tools Desktop, Introdução. Disponível em:

<http://scj9.sensocomum.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/articleFile77.pdf>. Acesso em: 06/10/2022.

ANTUNES, J. F. G.; GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NO MONITORAMENTO DA CULTURA DA SOJA, Anais do 6o Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBIAgro 2007, São Pedro, SP, Brasil, 8-11 outubro 2007, Embrapa Informática Agropecuária, p.46-50. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/p19_000fi_ej27gv02wyiv80z4s473kq5ywck.pdf. Acesso em: 06/10/2022.

BRASIL. Lei 10.267/01. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10267.htm. Acesso em: 06/10/2022.

CALDAS, A. J. F.S.; ROTTA, G. V.; GÓES, E. K. Sensoriamento remoto na perícia ambiental da Polícia Federal, Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 3621-3628. Disponível em:

<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.14.16.31/doc/3621-3628.pdf>. Acesso em 07/10/2022.

DATAGEOSIS – Disponível em: <http://www.datageosis.com/software/ab_software.asp>. Acesso em: 06/10/2022.

ENGESAT – Global Mapper. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/gmapper/>>. Acesso em: 06/10/2022.

FAGGION, P. L.; Fundamentos da Topografia, Engenharia cartográfica de agrimensura da Universidade Federal do Paraná, 09 de Fevereiro de 2012. p.20- 132

FRANCIS, P. F.; Georreferenciamento de imóveis rurais, Doutrina e prática no Registro de Imóveis, 14 de Agosto de 2012. p.45-54

FISCHER, 2010, V. O.; NOGUEIRA, R. E. Portal de Cartografia. Londrina, v.3, n.1, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>. Acesso em: 06/10/2022.

GEONET, CTBC – Glossário. Disponível em: <<http://geonet.ctbctelecom.com.br/glossario.cfm>>. Acesso em: 06/10/2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 06/10/2022.

JELINEK. A. R. Livro de Topografia 01, Princípios e conceitos no Geoprocessamento, 20 de Janeiro de 2012. p.01- 10.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – Manual do Sigef - métodos e procedimentos 3a Edição, Brasil 20 – 01 de dezembro de 2013, P. 04 - 37.

TEXEIRA, L. C. C.; DAVIS, C. A.; Modelagem de Dados Geográficos para Sistemas de Informação de Recursos Hídricos, Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos. Gramado, RS, de 5 a 8 de Outubro de 2003.

Capítulo 7



10.37423/221106886

ESTUDO DE REFORÇO ESTRUTURAL DE LAJES ATRAVÉS DO COMPARATIVO TÉCNICO E ECONÔMICO

Gustavo Silva de OLIVEIRA

*Centro Universitário Brasília de Goiás-
UniBrasília*

Kátia Maria de Souza

*Centro Universitário Brasília de Goiás-
UniBrasília*



Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar as possíveis causas e consequências da patologia e propor alternativas de reparo analisando a viabilidade técnica e econômica de uma edificação residencial de dois pavimentos, com aproximadamente 70 anos, executada em alvenaria portante de tijolo maciço sem vigas baldrame e de cobertura com telhas de fibrocimento, piso cerâmico e esquadrias metálicas e vidro, laje treliçada, reboco e pintura PVA. A metodologia aplicada foi dividida em: coleta de dados, tratamento de dados e diagnósticos. Posteriormente, foi elaborada a representação gráfica das patologias, representadas no mapa de incidências. Após a identificação e avaliação das manifestações patológicas e análise dos resultados. Conclui-se que ampla parte das patologias é oriunda do método construtivo empregado, da falta de projetos bem como a inexistência de responsável técnico.

Buscar entendimento a respeito de técnicas, funcionalidades e elementos que possam ser utilizados em reforços ou reparos estruturais vem se tornando cada vez mais essencial, visto que o número de manifestações patológicas tem crescido junto com novos métodos de construção e de recuperação.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas; Intervenção Estrutura;

1.INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas têm crescido junto com novos métodos de construção e de recuperação (BERTI et al., 2019). Em muitos casos devido à falta de manutenção ou em casos de construções mais antigas, o surgimento de problemas patológicos é praticamente inevitável, com isso a reabilitação se torna cada vez mais usual e necessária.

Apesar de o concreto armado existir desde o século passado, percebe-se que somente nos últimos trinta anos, começou-se a dar ênfase à necessidade de manutenção e à durabilidade deste material, devido aos problemas prematuros das estruturas de concreto.

A manutenção das estruturas é tão importante, que deveriam constar no projeto da edificação a possibilidade de futura manutenção em determinadas estruturas. A recuperação estrutural existe em grande parte pela falta dessa manutenção programada da estrutura construída. Souza e Ripper (1998) conceituam a manutenção de uma estrutura como um conjunto de atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, o conjunto de rotinas que tenham por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador.

Portanto, o concreto durável é aquele que conserva a sua forma e características originais, qualidade e capacidade de utilização quando exposto ao meio ambiente para o qual foi projetado (HELENE,1997).

A pesquisa iniciou com visita in-loco no objeto de estudo e foram constatadas múltiplas manifestações patológicas, dentre elas estrutural, como flechas excessivas. Sabendo da atual situação dos elementos, indaga-se: qual o método deve ser utilizado para recuperação da estrutura?

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

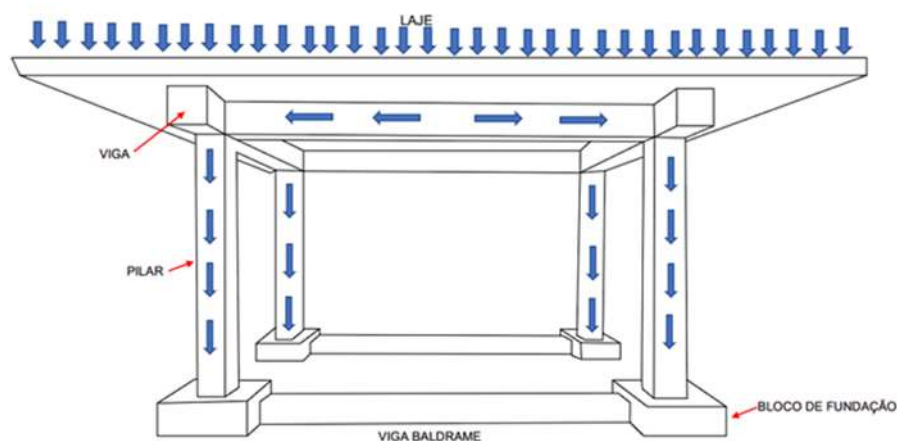
Com o crescente número de problemas nas obras de engenharia, mudou-se a percepção das estruturas de concreto armado, identificando-as como não eternas. A concepção de estruturas eternas caiu por terra e os engenheiros sentiram a necessidade de estudar as patologias do concreto para entendê-las e desenvolver técnicas para recuperar e reforçar as estruturas de concreto armado (HELENE, 1997).

O concreto armado se apresenta como um método construtivo muito comum, principalmente no Brasil. Esse tipo de estrutura conta com uma série de “elementos” que conseguem interagir e se conectar formando o concreto. O comportamento estrutural depende diretamente da qualidade e funcionalidade da aderência destes “elementos” (NBR 6118, 2014).

Alguns elementos estruturais são indispensáveis nas construções de concreto armado, sendo de pequeno, médio ou grande porte, são elas: as fundações, os pilares, as vigas e as Lajes. Se tornando assim os mais relevantes e importantes (MELO, 2009)

As lajes são elementos estruturais que têm por função receber todas as cargas advindas dos vãos e transferir aos apoios, Figura 1 que funcionam como travamento dos pilares e distribuem as cargas entre todos os elementos. Grande parte das cargas aplicadas na construção são aplicadas justamente nas lajes, os móveis, as pessoas, paredes e maquinários são exemplos de carga, além do peso próprio dessa estrutura que sempre deve ser levado em consideração. Araújo (2002) expõem que a principal função das lajes é receber e transmitir a sua carga para as vigas que a conduzem aos pilares chegando até as fundações.

Figura 1- Ações aplicadas sobre a estrutura



Fonte: Autores, 2022

Essas ações aplicadas sobre a estrutura podem ser divididas em duas partes, as ações distribuídas como, por exemplo, o peso próprio da estrutura e o revestimento do piso e as ações concentradas que é aplicado sobre a laje, um exemplo são os pilares que são apoiados sobre a laje. Essas forças são captadas pela estrutura da laje e são transmitidas para os pilares ou para as vigas de apoio (ARAÚJO, 2002).

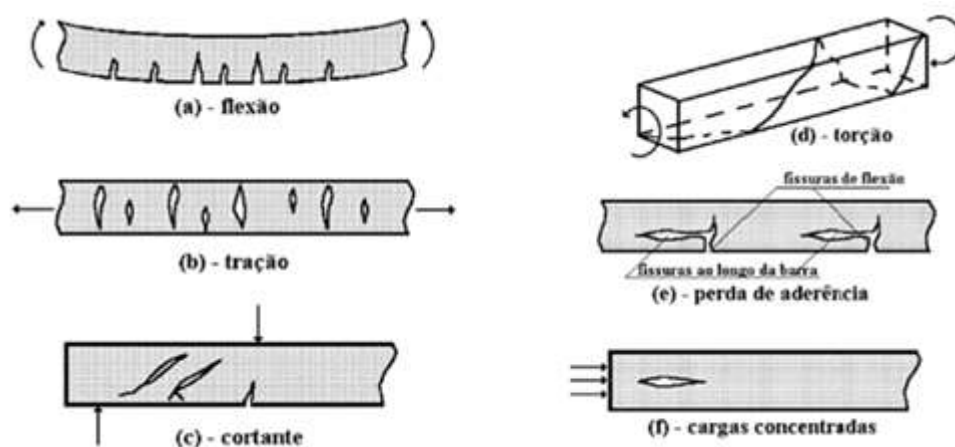
Existem diversos métodos construtivos para execução destas lajes, os mais comuns usados atualmente no Brasil são as lajes pré-moldadas de material cerâmico com uso de enchimento em poliestireno expandido- EPS e as maciças (ARAÚJO, 2002).

2.1 Manifestações Patológicas em Lajes

Devido à quantidade excessiva de carga e de esforços as lajes são um dos elementos que mais sofrem com a ocorrência de problemas estruturais e manifestações patológicas, se tornando necessário a manutenção e o reforço estrutural em alguns casos. As manifestações patológicas podem iniciar devido a três fatores, a concepção do projeto, a má execução e a utilização da estrutura de maneira irresponsável e errada (SOUZA e RIPPER, 1998).

Alguns tipos de manifestações podem aparecer devido a falhas que ocorreram no projeto e na execução, formando assim fissuras e trincas, corrosão nas armaduras, desagregação do concreto etc. As trincas e fissuras são as manifestações mais comuns e estão diretamente relacionadas ao esforço a que as peças estruturais foram submetidas, como exemplifica a Figura 2.(SOUZA & RIPPER, 1998).

Figura 1- Algumas configurações genéricas de fissuras em função do tipo de solicitação predominante.



Fonte: 1- SOUZA & RIPPER,1998

Na execução de uma laje pré-moldada cerâmica é utilizado um material para preenchimento, no caso o elemento cerâmico e são complementadas por vigotas treliçadas apoiadas sobre as vigas de aço. Após essa estruturação é feito uma camada de cobertura com concreto sob os elementos de aço e cerâmicos, ela é feita com intuito de unir as peças e os elementos da laje (ARAÚJO, 2002).

Segundo GARCEZ (2012), a opção por reforçar ou reconstruir é baseada em fatores específicos que dependem de cada caso. As intervenções em estruturas de concreto armado podem ser necessárias para restabelecer ou aumentar a capacidade de carga original destas estruturas. O reforço e recuperação das estruturas de concreto armado, quando utilizadas técnicas específicas comprovadas

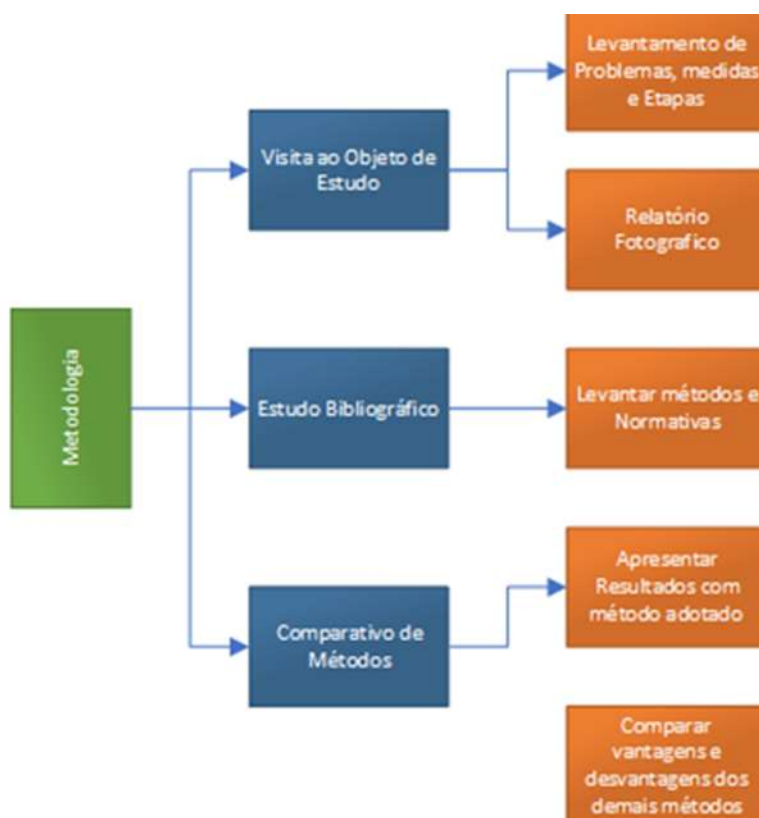
cientificamente, é um processo eficiente que restabelece a funcionalidade da edificação ou permite o aumento da capacidade de carga da estrutura.

2. METODOLOGIA

Adotou-se o tipo de pesquisa de campo, onde se buscou a informação diretamente com o tema proposto em pesquisa. Posteriormente executou a comparação entre métodos de reforços e restauração de estruturas, mais especificamente lajes, foram definidos primeiramente os métodos construtivos que iriam ser analisados. Após isso foi escolhida uma obra modelo para ser utilizada como base para as análises (MARCONI & LAKATOS, 1990)

A metodologia de trabalho seguiu o Fluxograma 1, com visita *in-loco*, relatório fotográfico e vídeos do local durante todo o processo de estudo. Após o levantamento de dados foram feitas pesquisas bibliográficas, para respaldo normativo técnico e informações para comparações com outros métodos construtivos que poderiam ser utilizados.

Fluxograma – Metodologia Aplicada



Fonte: Autores, 2022

3. PESQUISA DE CAMPO

O objeto de estudo está localizado na cidade de Firminópolis no Estado de Goiás, no Setor Central da cidade com coordenadas de latitude -16,5842778 e longitude -50,3074378. Edifício de alvenaria com idade aproximada de 15 anos. A edificação tem 1.800m² de terreno e 375m² de área construída. Para alvenaria de fechamento do pavimento térreo foi levantada com tijolo maciço e pavimento superior, blocos de tijolo com seis furos com medida de 9x14x19cm.

Figura 2- Situação do Objeto de Estudo



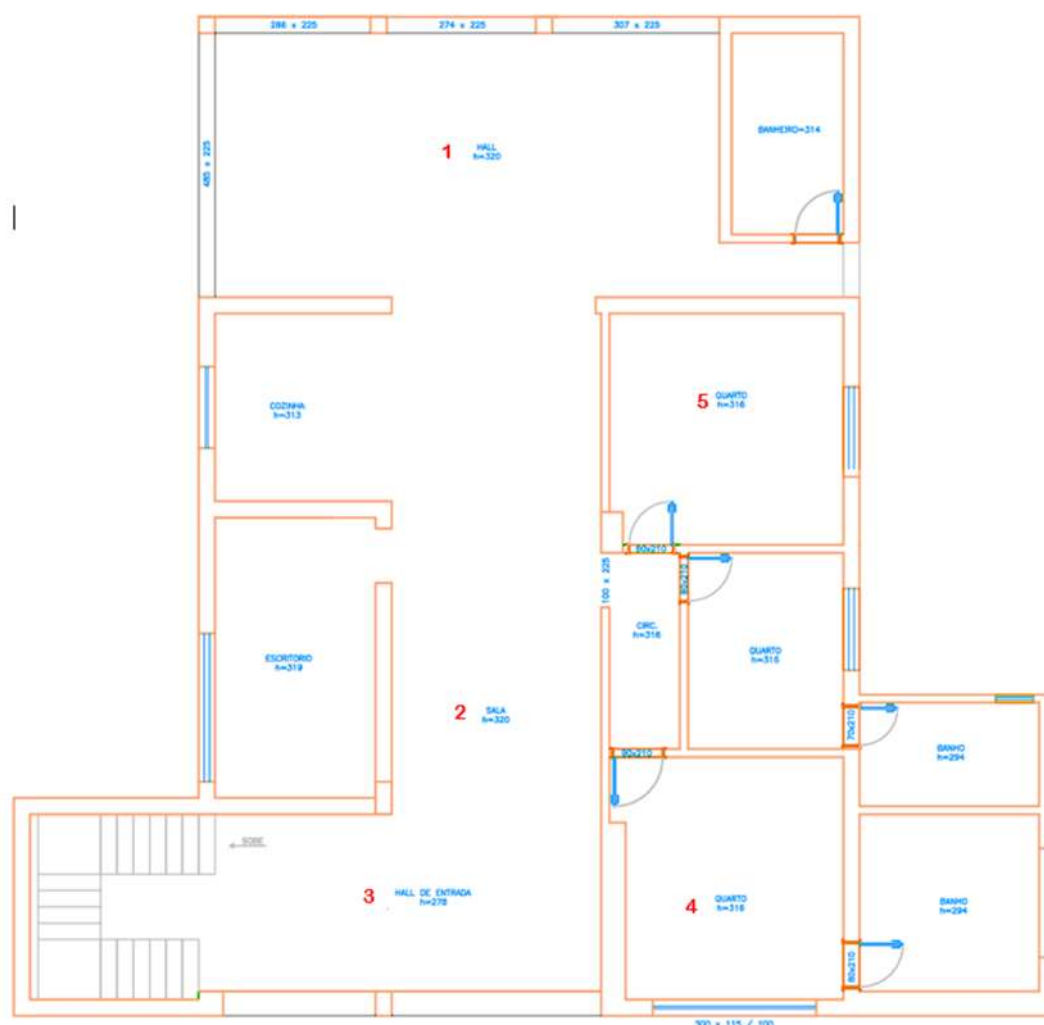
Fonte: Autores, 2022

Tabela 1- Resumo das Manifestações Patológicas

Nº	Comodô	Situação
1	Hall	Vigas com Fissuras Flexa no Centro do Vão Fissuras com Infiltração
2	Sala	Sem Vigas Baldrame Flexa no Centro do Vão Sem Vigas de Cobertura
3	Hall de Entrada	Flexa no Centro do Vão Sem Vigas de Cobertura
4	Quarto	Vigas com Fissuras Flexa no Centro do Vão Fissuras com Infiltração
5	Quarto	Sem Vigas Baldrame Sem Vigas de Cobertura

Fonte: Autores, 2022

Figura 4- Planta baixa do Objeto de Estudo



Fonte: Autores, 2022

Na realização da inspeção predial, fizeram-se as metragens dos cômodos da edificação concomitante à verificação e registro fotográfico das manifestações patológicas, para recriar o projeto arquitetônico da edificação. As anomalias foram identificadas por inspeção visual.

Diante da constatação de iminente colapso estrutural, foi solicitada a evacuação, interdição e escoramento da laje. As Figuras 5 e 6 podem ser observadas as paredes internas e laje após a retirada do reboco, tal fato se deu em função do comprometidos do elemento respaldante, este foi um ponto que contribuiu para identificação dos elementos estruturais da edificação.

Figura 3- Escoramento da Laje



Figura 4- Retirada do reboco



Fonte: Autores, 2022

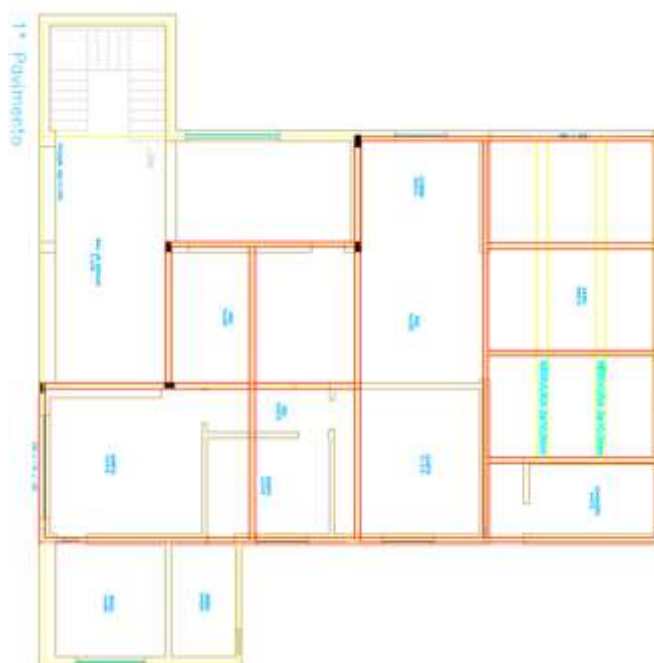
Na Figura 7 na letra (a) pode ser observado a ausência de pilar e na (b) a falta da viga de cobertura.

Figura 7- Pontos sem Pilar e sem viga de Cobertura



Fonte: Autores, 2022

Figura 8- Planta Baixa com acréscimo de Pilares e vigas



Fonte: Autores, 2022

A situação da laje na parte superior Figura 9 apresenta a falta da capa de concreto, elemento de enchimento, que tem como finalidade a união dos elementos preenchimento e a vigota ou treliça de aço (NBR 14859). Este elemento é de total importância para as lajes pré-moldadas cerâmicas tendo como espessura mínima 3,0 cm, tendo variação dependendo da espessura da laje.

Figura 5- Ausência da capa de concreto



Fonte: Autores, 2022

As Figuras 10 e 11 evidenciam a confecção do reforço da fundação.

Figura 6- Confeção De Sapatas E Vigas Baldrame



Figura 7- Concretagem Da Fundação



Fonte: Autores, 2022

Juntamente com a confecção e posicionamento das ferragens das vigas foi realizado a amarração e instalação de uma malha de aço sobre a laje Figura 12, com função de armar o concreto através de uma rede malha retangular auxiliando no aumento da resistência do elemento como diz a NBR 7481.

Após a armação de todas as ferragens da malha e das vigas invertidas, foi iniciada a etapa de preparação para concretagem conforme Figura 13. Foi feita a verificação de todas as formas inferiores das nervuras e o taliscamento para realizar o controle de espessura da laje após a concretagem.

Figura 8- Armação do concreto da laje



Figura 9- Fôrmas das Vigas de Cobertura



Fonte: Autores, 2022

A concretagem foi utilizada o concreto usinado de 25 Mpa, devido à praticidade e velocidade de realização da atividade. E por apresentar resultados e índices de resistência mais precisos em relação à realização do traço manual do concreto *in-loco*. ALVES (2018). A concretagem foi dividida em duas

etapas, a primeiro momento foram concretadas todas as nervuras, a laje em sua totalidade. E para segunda etapa foram deixadas as vigas invertidas, que necessitavam da elaboração e confecção de formas para sua concretagem. Elas foram feitas logo após a concretagem final da laje, utilizando tabuas e chapas de compensado naval.

Após o período de cura do concreto e todas as formas já estarem removidas Figura 14 foi possível observar os resultados obtidos no reforço da estrutura. Inicialmente a laje apresentava flechas significativas em todo seu decorrer, após os reparos e a suspensão realizada no elemento Figura 15, foi possível perceber a correção das manifestações patológicas encontradas. Inicialmente foram retiradas as formas e painéis dos pilares e vigamentos invertidos, e posteriormente foram retiradas as escoras espalhadas em toda extremidade da laje, foi adotado o método de retirada parcial com decorrer dos dias. Toda remoção de fôrmas e escoras foi baseada na NBR7678.

Figura 10- Vigas de Cobertura e laje concretadas



Figura 11- Retirada parcial das escoras



Fonte: Autores, 2022

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa iniciou com visita *in-loco* no objeto de estudo foi possível perceber que a camada de cobertura da laje não havia sido executada, deixando o elemento estrutura com eficiência limitada. A estrutura apresentava algumas patologias que estavam afetando a condição estrutural, como flechas excessivas e facilmente perceptivas. Sabendo da atual situação que o elemento se encontra, indaga-se: qual o método deve ser utilizado para recuperação da estrutura?

Na estrutura em estudo uma laje começou a apresentar fissuras e flecha acentuada nos centros dos vãos, e já estavam presentes no local a alguns anos, os proprietários não conseguiram informar com

exatidão o tempo de manifestação. Com o passar do tempo surgiram novas manifestações patológicas, como o início de pequenas fissuras e as infiltrações na laje.

Com a situação se agravando constantemente e se tornando cada vez mais nítida, foi necessário fazer a interdição da área. Outra ação tomada pela equipe responsável pela obra foi o escoramento da laje nos pontos mais críticos a fim de evitar um colapso na estrutura e para garantir a segurança dos profissionais durante os reparos.

Ao se iniciar as análises os primeiros elementos a serem analisados foram os pilares e as vigas. Os pilares estavam com aparência boa em relação à coloração do concreto, porém não foi realizado nenhum teste mais preciso para medir sua resistência, mesmo assim foi perceptível o número baixo de pilares encontrados, podendo ser um dos problemas que causou a manifestação patológica, outro fator alarmante nesta situação é que havia um interesse por parte do proprietário em aumentar o número de pavimentos, aumentando assim a carga que seria transmitidas para toda a estrutura, se tornou necessário o acréscimo de pilares no projeto estrutural.

O aço encontrado em algumas vigas da parte da Sala de Estar da casa era o CA-25 que é uma barra lisa sem qualquer tipo de nervuras, por ter um nível de concentração de carbono abaixo do aço convencional, no caso o CA-50 essa barra tem uma tendência a deformação e resistência um grau abaixo das mais utilizadas atualmente. O aço CA-50 apresenta a tensão de escoamento em 500MPa e conta com as barras nervuradas o que ajuda na aderência, já as CA-25 que foram encontradas apresentam a tensão de escoamento em 250Mpa, isso significa que elas têm a metade da resistência a deformação encontradas no CA-50.(NBR 7480).

Devido a somatória dos fatores apresentados, foi necessário acrescentar no projeto algumas vigas para complementar a sustentação da laje que estava defasada e substituir as que não se encaixavam no padrão de solicitação.

5.CONCLUSÃO

Como foi apresentado inicialmente algumas construções antigas começaram a perder suas funções básicas, estéticas e estruturais. Isso leva a aparição de diversos problemas patológicos em estruturas, desde os níveis mais básicos até pontos críticos e estados de emergência, como era o caso do objeto de estudo analisado.

Após a escolha do método de reforço estrutural, através de um levantamento de custo e tempo de execução, se deu início a execução dos reparos, porém como os reforços deveriam ser realizados no

elemento estrutural que descarrega toda sua carga nos pilares e fundações, esses outros dois elementos precisaram ser reforçados e acompanhados antes da execução do reforço final da laje.

Nervuras e vigas foram distribuídas no decorrer da laje, de forma que, as nervuras fiquem posicionadas nos sentidos de maiores vão e situações mais críticas, e as vigas fiquem posicionadas no sentido de menor vão e de forma invertida na parte superior da laje. Após a definição e armação da laje juntamente com as vigas foi feita a concretagem dos elementos utilizando um concreto usinado, afim de melhor a resistência e eficiência da atividade.

Após o reforço estrutural a obra foi liberada, cumprindo-se os objetivos propostos.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7480:2007: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – especificação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 1678;1983: Segurança na execução de obras e Serviços de Construção.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7481:1990: Tela de aço soldada - Armadura para concreto.

ARAÚJO, Daniel de Lima. Cisalhamento entre viga e laje pré-moldadas ligadas mediante nichos preenchidos com concreto de alto desempenho. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BERTI, Talita Lelis et al. Consumo alimentar segundo o grau de processamento e características sociodemográficas: Estudo Pró-Saúde. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 22, p. e190046, 2019.

HELENE, Paulo. Vida útil das estruturas de concreto. In: IV Congresso Iberoamericano de Patologia das Construções. Anais... Porto Alegre, RS. 1997.

GARCEZ, M. R.; SILVA FILHO, G. L. C. P.; MEIER, Urs. Reforço de vigas de concreto armado com laminados de PRFC protendidos. Parte 1: análise sob ação de carregamento estático. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 5, p. 343-361, 2012.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.

São Paulo: Pini, 1998. SOUZA, V. C.; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 1998.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1990.

MELO, Carlos Eduardo Luna de. Análise experimental e numérica de pilares birrotulados de concreto armado submetidos à flexo-compressão normal. 2009.

Capítulo 8



10.37423/221106887

MAPEAMENTO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DA SOJA NO ESTADO DO TOCANTINS

Alisson de Moraes

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*

Wildson Antonio Franzoni Junior

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*

Angelo Ricardo Balduino

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*

Cid Tacaoca Muraishi

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*



Resumo: Na região Norte, o estado do Tocantins é um estado grande produtor de grãos, porém, como em outros estados do país, o Tocantins não possui capacidade de armazenagem suficiente para o quantitativo produzido. Analisar a capacidade estática de armazenagem de soja no período de 2015 a 2021. Foi uma pesquisa exploratória descritiva. No levantamento dos dados, realizou-se pesquisas e coletas de informações a respeito da produção da soja no estado do Tocantins no período de 2015 a 2021, com base nas séries históricas obtidas na Conab. Os dados referentes aos armazéns localizados no estado do Tocantins, como capacidade estática, localização geográfica, tipo, nível de armazém, foram obtidos no SICARM. A produção da soja no estado do Tocantins, no período de 2015 a 2021 foi de 17.945,4 milhões de toneladas. O estado do Tocantins possui 183 unidades armazenadoras, com uma capacidade estática de 2.543.150,00 toneladas. Para que o estado consiga chegar ao ideal na sua capacidade estática de armazenagem de grãos, é preciso que o mesmo consiga aumentar em aproximadamente, 2.500 milhões de toneladas na sua capacidade estática de armazenagem, o que significa que, atualmente o estado está com um déficit de aproximadamente 57% da produção total de grãos.

Palavras-chave: Armazenagem. Déficit. Soja. Tocantins.

1 INTRODUÇÃO

A produção da soja no estado do Tocantins teve um avanço em praticamente todas as áreas cultiváveis. Esse crescimento é uma mola propulsora para o crescimento e desenvolvimento econômico do estado. Segundo dados da Conab (2022), a região aumentou sua área colhida de 451,2 mil hectares na safra de 2011/12, para 1.144,7 mil hectares na safra 2021/22; além de ter havido aumento na produção, a qual saiu de 1.382,9 mil toneladas em 2011/12 para 3.877,1 mil toneladas na safra 2021/22.

O aumento de produção e de produtividade ao longo dos anos voltada para a cultura da soja está relacionado ao avanço tecnológico e científico, dentre estes pode-se citar as técnicas de produção, o controle de qualidade da semente, o tratamento das sementes e o armazenamento (CARVALHO *et al.*, 2022). A qualidade da semente é um fator essencial para se obter uma boa produtividade, e o armazenamento é fundamental para manter a manutenção da qualidade fisiológica. Tal processo tem como objetivo preservar a viabilidade das sementes, além da manutenção do seu vigor até a próxima semeadura (DARONCH, 2017).

O armazenamento está relacionado ao processo de guardar o grão, além de se associar a várias operações, como limpeza, tratamento fitossanitário, secagem, classificação, dentre outros, com o objetivo de preservar as qualidades físicas, químicas e biológicas das sementes até o abastecimento (SILVA; DALCHIAVON, 2018). O crescimento acelerado da soja no estado do Tocantins em demandado pontos de armazenagem do produto, o que torna a armazenagem indispensável desde a retirada da cultura do campo até a sua chegada ao consumidor final (BRANDÃO *et al.*, 2018).

Para que ocorra o escoamento dos grãos e um valor maior de mercado destes, é essencial que exista as redes armazenadoras, uma vez que permite o produtor escolher quando e para quem vender sem ter perda de qualidade. Um dos gargalos da logística é o processo de armazenamento, evidenciando a necessidade de expansão, aumento das estruturas de armazenamento e uma melhor escolha do local das estruturas armazenadoras (GABAN *et al.*, 2017).

Baroni *et al.*, (2017) destaca que a pouca ou a falta de capacidade de armazenamento de grãos, faz com que os produtores não consigam armazenar os grãos para vender na entressafra, onde o preço sofre aumento, fazendo assim com que o produtor obtenha menor lucro, obrigando o mesmo a vender na safra para não correr o risco de perdas ainda maiores.

As unidades armazenadoras são separadas em quatro tipos, sendo estas: em nível da fazenda, que fica localizada na propriedade rural e possui capacidade estática e estrutura dimensionada para atender ao próprio produtor; a coletora: localizada na zona rural ou urbana e possui características operacionais próprias, constituídas de equipamentos para processamento de limpeza, secagem e armazenagem, com capacidade operacional compatível com a demanda; intermediária: localizada em ponto estratégico de maneira a facilitar a recepção e escoamento dos grãos provenientes de unidades armazenadoras coletoras; terminal: localizada nos grandes centros consumidores ou nos portos, com condições para recepção rápida e escoamento do produto, sendo a mesma de alta rotatividade (SILVA; DAL CHIAVON, 2018).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi Analisar a capacidade estática de armazenagem de soja no período de 2015 a 2021.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi a pesquisa exploratória descritiva. A pesquisa exploratória é uma pesquisa bastante específica, podendo dizer que a mesma assume a forma de um estudo de caso, sempre em consonância com outras fontes que dão suporte ao assunto abordado, como é o caso de dados fornecidos pela Conab e o uso da revisão bibliográfica.

No levantamento dos dados, foram realizadas pesquisas e coletas de informações a respeito da produção da soja no estado do Tocantins no período de 2015 a 2021, com base nas séries históricas obtidas na Conab (<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/armazenagem.html>). Os dados referentes aos armazéns localizados no estado do Tocantins, como capacidade estática, localização geográfica, tipo, nível de armazém, foram obtidos no SICARM (<https://sisdep.conab.gov.br/consultaarmazemweb/>).

O SICARM-Sistema de Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras, foi desenvolvido pela Conab que realiza o cadastro e acompanhamento das unidades armazenadoras junto à Companhia, contemplando todo o seu ciclo de vida: cadastro, impedimento, credenciamento e descredenciamento de armazéns, cadastro de contrato, termo aditivo, termo de rescisão, impedimentos, descredenciamentos e credenciamentos de agentes, registro de perdas de estoque e informações relativas às ofertas de armazenagem existentes nas diversas regiões do país. É um sistema integrado a outros sistemas do governo federal como o SICAF -Sistema de Cadastro de

Fornecedores, assim como ao SIRCOI - Sistema de Cadastro de Inadimplentes da Conab (CONAB, 2022).

Para a análise da falta de armazenagem (déficit de armazenagem), foi adotado a diferença entre a capacidade estática e a produção total de soja.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção da soja no estado do Tocantins, no período de 2015 a 2021 foi de 17.945,4 milhões de toneladas, conforme demonstra a tabela 1.

Tabela 1: Produção da soja no estado do Tocantins no período de 2015 a 2021

	Safra 2015/2016	Safra 2016/2017	Safra 2017/2018	Safra 2018/2019	Safra 2019/2020	Safra 2021/2022
Área em mil ha	870,8	964,0	988,1	1.028,6	1.119,0	1.144,70
Produtividade em kg/ha	1.937	2.932	3.135	2.850	3.151	3.387
Produção em mil ton.	1.686,7	2.826,4	3.097,7	2.931,5	3.526,0	3.877,1

Fonte: Conab (2022)

Ao se analisar o período entre as safras 2015 a 2022 (Quadro 1), verifica-se um constante crescimento em área plantada, produção de grãos e produtividade de soja no estado do Tocantins, que acompanhou, e até mesmo superou, a evolução nacional, com exceção da safra 2015/2016, época em que as condições climáticas com retenções hídricas penalizaram os rendimentos da safra, bem como nas demais regiões do país.

O crescimento do cultivo da soja no estado do Tocantins tem se mostrado significativo, atingindo mais de 1.500%, quando considerado o período compreendido entre as safras de 2002/2003 a 2021/2022, das quais a área de produção evoluiu de 60 mil /ha para 3.877,1mil/ha respectivamente (CONAB, 2022).

Cardozo (2021) destaca que a cada nova safra, a área e a produtividade da soja tem apresentado um crescimento expressivo. Nesse cenário, o gerenciamento eficiente e o uso de tecnologias que visem diminuir os custos e aumentar a produtividade com o uso de semeadoras de maneira mais assertiva,

passaram a serem essenciais para os produtores, uma vez que os mesmos participam de mercados cada vez mais competitivos e globalizados.

Com esse aumento constante na produção da soja, ao qual vem ocorrendo ao longo dos anos, a armazenagem de grãos vem ganhando destaque como um fator estratégico na infraestrutura do agronegócio, ao qual influencia diretamente no escoamento da produção, o que, por sua vez influencia nos custos dos fretes e na capacidade de barganha dos produtores quanto a escolha da melhor época para venda da sua produção (SOUZA, 2020).

A capacidade de armazenagem de grãos no Brasil é distribuída em três grandes categorias, sendo: armazéns convencionais, estruturais e infláveis; armazéns graneleiros e granelizado; e, silos, sendo que ao todo o país possui 17.062 unidades de armazenamento, com uma capacidade estática de 182.001.734,00 t (Tabela 2).

Tabela 2: Quantidade de unidades de armazenamento e capacidade estática (t) no Brasil

Região	Qtd de unid. armazenamento	Qtd capacidade estática (t)
Sul	8.183	69.035.345,00
Sudeste	2.767	26.031.806,00
Norte	629	6.426.110,00
Nordeste	1.185	12.450.486,00
Centro-Oeste	4.298	68.057.987,00
Total	17.062	182.001.734,00

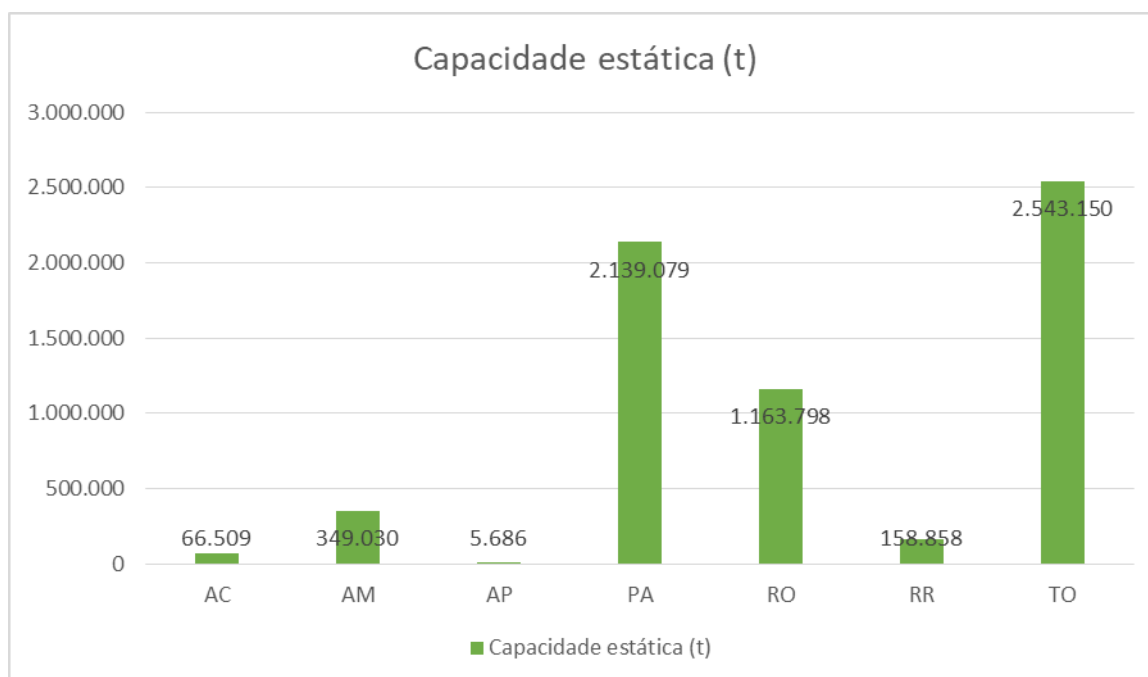
Fonte: SICARM (2022)

Analisando os dados das regiões brasileiras, verifica-se que a região Norte é a que menos possui unidades armazenadoras, representando 4%. A região Sul é a que apresenta maior número de unidades armazenadoras, responsável por 48% do total nacional, seguida da região Centro-Oeste (25%) e região Nordeste (16%).

O estado do Tocantins está localizado na região Norte do Brasil, sendo que o mesmo possui 183 unidades armazenadoras, com uma capacidade estática de 2.543.150,00 t, sendo o segundo estado

da região que mais possui unidades armazenadoras, ficando atrás apenas de Rondônia, que possui 212 unidades. Um fator que merece destaque, é que, apesar do estado do Tocantins possui menor número de unidades armazenadoras, o mesmo é detentor da maior capacidade estática da região Norte (Gráfico 1).

Gráfico 1: Capacidade estática (t) dos estados da região Norte



Fonte: SICARM (2022)

Assim, buscou-se identificar a quantidade de armazéns distribuídos nos municípios do estado do Tocantins (Tabela 3). É importante destacar que as unidades de armazenamento, no Brasil, geralmente se dividem em três categorias, silos, graneleiros e convencionais.

Tabela 3: Armazéns distribuídos nos municípios do estado do Tocantins, 2022

Município	Tipo de Armazenagem	Quantidade	Capacidade estática (t)
Almas	Bateria de Silos	01	16.320
Alvorada	Bateria de Silos	04	22.850
	Graneleiro	01	76.740
	Convencional	01	13.476

Ap. Rio Negro	Convencional	01	3.375
Araguacema	Convencional	01	1.890
	Bateria de Silos	01	1.705
Araguaína	Convencional	03	6.295
	Silo	01	520
	Bateria de Silos	01	3.686
Barra do Ourto	Bateria de Silos	03	20.850
Bom Jesus do TO	Bateria de Silos	01	600
Brejinho de Nazaré	Bateria de Silos	02	26.350
Campos Lindos	Bateria de Silos	05	61.863
	Graneleiro	02	79.240
Cariri do Tocantins	Bateria de Silos	07	73.090
	Graneleiro	01	10.070
	Convencional	03	31.515
Caseara	Bateria de Silos	03	38.390
	Graneleiro	02	77.230
Chapada da Natividade	Silo	01	2.329
	Convencional	01	1.727
Cristalândia	Bateria de Silos	01	12.130
	Convencional	03	17.626
Darcinópolis	Bateria de Silos	01	9.710
Dianópolis	Bateria de Silos	02	39.640

	Graneleiro	01	35.110
	Silo	01	5.400
Divinópolis	Bateria de Silos	01	5.560
Dueré	Bateria de Silos	01	14.070
	Convencional	01	2.386
Fátima	Graneleiro	01	19.180
Figueirópolis	Graneleiro	02	85.610
Formoso do Araguaia	Bateria de Silos	09	215.999
	Convencional	12	87.682
	Silo	01	1.160
	Depósito	01	17.820
Fortaleza do Tabocão	Graneleiro	01	34.210
Goiatins	Bateria de Silos	02	19.060
Guaraí	Bateria de Silos	02	31.220
	Convencional	01	1.350
	Silo	01	3.800
Gurupi	Convencional	01	32.400
	Graneleiro	01	33.140
Itapiratins	Bateria de Silos	01	2.687
Lagoa da Confusão	Bateria de Silos	16	264.171
	Convencional	10	54.164

	Silo	01	1.590
Marianópolis do Tocantins	Bateria de Silos	02	21.360
	Convencional	01	8.135
	Silo	01	4.540
Miracema do Tocantins	Convencional	01	1.507
Miranorte	Bateria de Silos	01	63.600
	Convencional	01	3.352
Nova Rosalândia	Bateria de Silos	01	12.090
Palmas	Bateria de Silos	02	34.174
	Graneleiro	01	2.470
	Convencional	01	2.126
Palmeirante	Bateria de Silos	02	29.730
Palmeirópolis	Convencional	01	2.700
Paraíso do Tocantins	Bateria de Silos	03	42.740
	Convencional	04	13.358
	Silo	01	934
Pedro Afonso	Bateria de Silos	02	61.640
	Convencional	02	4.663
	Silo	01	16.064
	Graneleiro	01	6.890
Peixe	Graneleiro	01	20.610

	Bateria de Silos	01	2.930
Piraquê	Bateria de Silos	01	14.620
Pium	Bateria de Silos	02	24.620
	Convencional	01	2.700
	Silo	01	5.467
Porto Nacional	Bateria de Silos	08	138.550
	Graneleiro	02	74.710
	Silo	01	5.880
Sta. Rosa do TO	Bateria de Silo	03	61.320
	Graneleiro	02	62.180
Silvanópolis	Bateria de Silo	01	7.320
	Graneleiro	04	132.370
Talismã	Bateria de Silos	01	1.530
	Convencional	01	2.250
Tocantinópolis	Bateria de Silos	01	3.676
	Convencional	01	1.296
Tupirama	Graneleiro	01	32.000

Fonte: SICARM (2022)

Ao se analisar a distribuição das unidades de armazenagem de soja pelo estado do Tocantins, percebe-se que os três tipos de armazéns são prevalentes no estado.

Paturca (2014) conceitua os silos como unidades armazenadoras que se caracterizam por compartimentos herméticos ou estanques e ainda semi-herméticos. Os silos permitem o controle das características físico-biológicas dos grãos, devido sua compartimentação disponível, embora os grãos acabem perdendo a identidade de origem, as espécies e padrões agrícolas são armazenados

separadamente. Os silos se subdividem em tipos, sendo estes: silos elevados de concreto, silos metálicos (bateria de silos), silos horizontais, silos bolsa, silos pulmão.

Os armazéns graneleiros, são um tipo de armazém concorrente aos armazéns convencionais. Geralmente, nessas estruturas, são implantados sistemas de termometria, que mantém os grãos em condições adequadas de umidade e temperatura por tempos mais prolongados, evitando perdas e mantendo maior controle de pragas. Este tipo de armazém, possui fundo plano, reforço nos fechamentos laterais e equipamentos de transporte vertical e horizontal de grãos. Por mais que sejam estruturas a granel adaptadas, apresentam vantagens, como:baixo custo de instalação (já que são adaptações), aproveitamento da capacidade ociosa de armazéns convencionais, eliminação da sacaria, aumento da capacidade armazenadora e rapidez de execução. Porém, esses armazéns apresentam capacidade dinâmica baixa, não havendo versatilidade na movimentação dos grãos, exigindo maior mão de obra para execução de seus processamentos. os armazéns graneleiros, são raros existir sistema eficiente de aeração, e sistema que evite a infiltração da água (SOUZA, 2020).

Os Armazéns convencionais possuem piso plano e não existem compartimentos. Geralmente, são construídos de alvenaria, estruturas metálicas ou mistos. Os grãos são armazenados em sacaria, sendo que os grãos ensacados podem apresentar inconvenientes, como: elevado preço da sacaria, por não ser um material permanente; movimentação altamente dispendiosa, já que requer muita mão de obra e requer muito espaço por unidade de peso de grãos armazenados, e necessidade de desensacar e reensacar o produto quando tiver que passar pelos processos de secagem e outras operações. As vantagens desse tipo de armazenamento, é que possuem baixo custo de instalação e, caso ocorra fermentação em um ou mais sacos de grãos, estes sacos poderão ser retirados, sem haver a necessidade de remoção de todo o empilhamento. Outra vantagem é a fácil identificação e separação de lotes dentro da unidade (PATURCA, 2014).

Assim, procurou-se identificar qual o déficit de armazenagem de soja que o estado do Tocantins possui. Para tanto buscou-se identificar, na safra 2021/2022 a produção total de grãos do estado foi de 6.567,20 milhões de toneladas e a estimativa para a safra 2022/2023 é de 6.563,4 milhões de toneladas. Deste total, a soja é responsável por uma produção de 3.877,1 na safra de 2021/2022 e a estimativa para a safra 2022/2023 é de 3.732,0.

Como as unidades armazenadoras abrigam toda a produção de grãos do estado, percebe-se que a capacidade armazenadora encontra-se com um déficit aproximado de 4 milhões de toneladas. Mesmo

pegando como base somente a produção da soja do estado, a capacidade de armazenagem continuaria com um déficit aproximado de mais de 1.334.012 milhões de toneladas.

Silva; Dalchiavon (2018) compararam o histórico da produção de grãos do Tocantins com a capacidade estática dos seus armazéns entre o período de 1990 a 2017, definindo os municípios e/ou regiões com maior potencial para instalação de novos empreendimentos de armazenagem e constataram que mesmo havendo crescimento na capacidade estática de armazenagem, este não tem acompanhado o crescimento da produção de grãos, o que justifica atualmente o déficit de armazenagem da produção em aproximadamente 2.512.305 de toneladas, representando 57,97% da produção total de grãos do estado. As regiões ou municípios que apresentam maiores déficits em capacidade estática e, conseqüentemente, melhores oportunidades para novas instalações na área de armazenagem são: Porto Nacional, Campos Lindos, Dianópolis, Lagoa da Confusão, Peixe, Caseara, Gurupi, Goiatins, Pium e Miracema do Tocantins.

4 CONCLUSÃO

Nos últimos anos, o Tocantins se tornou um dos principais produtores de grãos da região Norte, especialmente de soja. É um estado que vem apresentando um grande potencial de crescimento no setor da agricultura, porém os investimento em armazenamento de grãos não tem acompanhado esse desenvolvimento da produção, o que tem provocado déficit na capacidade estática para armazenar a produção de grãos do estado.

Para que o estado consiga chegar ao ideal na sua capacidade estática de armazenagem de grãos, é preciso que o mesmo consiga aumentar em aproximadamente, 2.500 milhões de toneladas na sua capacidade estática de armazenagem, o que significa que, atualmente o estado está com um déficit de aproximadamente 57% da produção total de grãos.

Verificou-se que a capacidade estática de armazenagem de soja no período de 2015 a 2021, encontra-se em déficit, uma vez que o estado, ao total possui uma capacidade estática de armazenagem de grãos de 2.543.088.

REFERÊNCIAS

BARONI, G. D.; BENEDETI, P. H.; SEIDEL, D. J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. *Revista Thema*, v. 14, n. 4, p. 55-64, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/452/681>. Acesso em: 22 Out. 2022

BRANDÃO, T. P.; SOUZA, A. G. V.; FARIA, L. O.; SILVA, C. S.; SIMÃO, K. G.; ARAÚJO, M. S.; BERT, M. P. S. O déficit na capacidade estática de armazenagem de grãos em Matopiba. *Revista Agri-Environmental Sciences*, v. 4, n. 1, p. 23-31 2018. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/543>. Acesso em: 22 Out. 2022

CARDOZO, R. G. Produtividade da soja em função da velocidade de semeadura no Sul do Tocantins. Monografia (Graduação em Agronomia)- Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, 2020. Disponível em:

<http://umbu.uft.edu.br/bitstream/11612/3165/1/Rafael%20Galv%c3%a3o%20Cardozo..pdf>. Acesso em: 27 Out. 2022

CARVALHO, E. V.; SANTOS, P. R. R.; MORAIS, A. B. L.; CONCLIÇÃO DE JESUS, W. M.; PROVENCIO, L. Z.; FREIBERGER, C. N.; COLOMBO, G. A. Distribuição espacial da produção, qualidade e armazenamento de sementes de soja obtidas em várzea tropical. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 21, n. 12, p. 93-106, 2022. Disponível em:

<https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/21203>. Acesso em: 22 Out. 2022

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos. Atualizado em 08/09/2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>. Acesso em: 22 Out. 2022

DARONCH, W. J. Resfriamento e armazenamento de sementes de soja: interações com a qualidade fisiológica. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)- Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em:

<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4463>. Acesso em: 22 Out. 2022

GABAN, A. C.; MORELLI, F.; BRISOLA, M. V.; GUARNIERI, P. Evolução da produção de grãos e armazenagem: perspectivas do agronegócio brasileiro para 2024/25. *IGEPEC*, v. 21, n. 1, p. 28-47, 2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/15407/11649>. Acesso em: 22 Out. 2022

PATURCA, E. Y. Caracterização das estruturas de armazenagem de grãos: um estudo de caso no Mato Grosso. 2014. 35 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2014. Disponível em:

<https://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2015/05/Caracteriza%E2%94%9C%C2%BA%E2%94%9C%C3%BAo-das-estruturas-de-armazenagem-de-gr%E2%94%9C%C3%BAos-um-estudo-de-caso-no-Mato-Grosso-PATURCA-E.-Y..pdf>. Acesso em: 28 Out. 2022

SOUZA, J. C. Agronegócio e unidades de armazenamento de grãos no Tocantins. Monografia (Graduação em Geografia)- Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus de Porto Nacional, 2020. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3901>. Acesso em: 27 Out. 2022

SILVA, R. A.; DALCHIAVON, F. C. Déficit de armazenagem da produção agrícola do Tocantins. Revista iPecege., v. 4, n. 1 p. 19-27, 2018. Disponível em:

<https://www.revista.ipecege.com/Revista/article/view/181>. Acesso em: 22 Out. 2022

Capítulo 9



10.37423/221106891

CYPERUS ROTUNDUS L. COMO BIOESTIMULANTE NA GERMINAÇÃO DA SOJA

Jéssica Cristina Rodrigues Nunes

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*

Luiz Henrique Ribeiro Fernandes

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*

Angelo Ricardo Balduino

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*



Resumo: *Cyperus rotundus* L., conhecida popularmente como “tiririca”, é uma planta daninha apresentada como uma das piores do mundo. Para evitar que sua perpetuação ocorra é difícil por motivos de sua reprodução assexuada. No entanto, seus bulbos podem liberar compostos que podem inibir o desenvolvimento de plantas de outras espécies. Este experimento tem como objetivo utilizar o extrato aquoso do bulbo da *Cyperus rotundus* L emergindo a semente da soja (*Glycine max*) para testar o efeito alelopático na germinação. Diluídos na concentração inicial de 10 ml, a diluição foi dirigida para verificar a percentagem da taxa de germinação da soja (*Glycine max*). A parte experimental foi feita em uma única etapa, foi verificado que o extrato não expôs efeito alelopático em concentrações 5ml para a planta estudada. Comparado apresentou diferença entre 5ml e 2,5 ml apresentando uma baixa taxa de germinação no 2,5ml, porém em maiores concentrações efeito positivo como bioestimulante de germinação. Com estes resultados conclui-se há viabilidade desse bioestimulante para aplicação na germinação da soja.

Palavras-chave: Germinação. Soja. Tiririca. Bioestimulante.

1 INTRODUÇÃO

Cyperus rotundus L., comumente conhecida como 'tiririca', é considerada uma das piores plantas daninhas do mundo, pois ocorre em pelo menos 92 países e é capaz de se espalhar por mais de 50 espécies de tipos de culturas (HOLM et al., 1997). *C. rotundus* é uma herbácea perene que se reproduz sexuada e assexuadamente. A reprodução sexual não é o método de reprodução mais comumente usados, e a reprodução de bulbos e tubérculos subterrâneos é o principal método de reprodução. (JAKELAITIS et al., 2003).

Espécie de daninha agressiva em decorrência das suas particularidades fisiológicas que permitem e asseguram a sua disseminação, pois seus tubérculos possuem substâncias que apontam, atividades alelopáticas sobre alguns gêneros cultivados, mas há referências que essas mesmas substâncias atuam como sinergistas do ácido indol acético (IAA) podendo ser utilizado na indução de raízes em estaca (QUAYYUM et al., 2000).

No Brasil, segundo o estudioso (Lorenzi, 1994) a *Cyperus rotundus* L. pode ser encontrada em todos os tipos de solos, climas e culturas sendo uma planta de difícil controle e erradicação e, ainda menciona sobre o poder alelopático da tiririca sobre a brotação das culturas, principalmente na cana de açúcar.

Dito de outro modo, as características morfofisiológicas desse tipo de planta daninham permitem seu desenvolvimento nas mais diversas condições e, com habilidades superiores às culturas comerciais para o uso de recursos do meio, principalmente luz, água e nutrientes (RAFAIN et al., 2020).

Ressalta-se que esse tipo de planta tem como característica, dominar o seu entorno pelo fato de liberar compostos alelopáticos no solo, em sua maioria, oriundos do metabolismo secundário de plantas via exsudação radicular, lixiviação e decomposição de resíduos da parte aérea, além de estabelecer interações a nível físico, químico e biológico do solo (SCAVO et al., 2019).

Em se tratando dos compostos alelopáticos, segundo (CHENG; CHENG, 2015), eles são hábeis para inibir a germinação ou crescimento do vegetal concorrente, a partir da perturbação de diferentes processos fisiológicos como divisão e crescimento celular, atividade enzimática, desestruturação de membranas, síntese de proteínas e clorofilas.

Para Castro e Vieira (2001), o termo bioestimulante demonstra a combinação de reguladores vegetais com outros compostos de natureza bioquímica diferente (aminoácidos, nutrientes, vitaminas etc.). Como uma prática agrônoma, otimizam a produção de diversas culturas nas últimas décadas.

O Brasil, em se tratando das plantações de soja, segundo o CONAB (2021), é o maior produtor mundial do grão mundo com uma produção de 135,409 milhões de toneladas, ou seja, a soja é a principal commodity agrícola em termos de produção de grãos e exportação, além de possuir um elevado teor de óleo e de proteína. Assim, a partir deste contexto, o uso de bioestimulantes têm se tornado uma prática recorrente.

Destacam-se nesse cenário de elevados índices produtivos da soja brasileira, os avanços tecnológicos e científicos disponíveis ao setor. Dessa maneira, o presente estudo justifica-se pelo fato do uso de bioestimulantes entrelaçar-se com a realidade da produção de soja e com a possibilidade da *Cyperus rotundus* L. (tiririca), ser um alelopático do extrato da tiririca que age sobre a germinação da semente da soja.

Bolzan (2003), de acordo com pesquisas realizadas anteriormente,) apontam a interferência de extratos de tiririca na germinação de sementes de algumas espécies como: milho, feijão, alface, mesmo cada semente reagindo de maneira distinta à avaliação empreendida pelo pesquisador, logo a experiência serve como parâmetro para estudos posteriores, como este.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo verificar a eficácia agrônômica da tiririca (*Cyperus rotundus* L) como um bioestimulante natural favorável para a plantação da soja.

2 METODOLOGIA

O presente experimento investigativo foi realizado no laboratório de sementes do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos (ITPAC), em Porto Nacional, Tocantins, a partir da seleção de 750 sementes para realizar o teste. Esta cultivar é um material comercial da variedade OLIMPO IPRO do grupo de maturação 8.0; o mesmo sendo adaptado para nossa região.

Antes de iniciarmos os testes com as sementes, realizou-se a higienização do local e dos equipamentos. Para cada ensaio as sementes foram organizadas e colocadas em papel “Germiteste” umedecido com água destilada, e posteriormente, coberta com outro papel é feito o rolinho.

Foram realizados cinco tratamentos, mais a testemunha que consistiu em cinco repetições com vinte e cinco sementes cada uma. Para obter essa substância, macerou os bulbos da tiririca em um pistilo, deixado durante uma semana em repouso em câmara gelada com temperatura de 25°. Em cada repetição as sementes foram embebidas em uma substância extraída do bulbo da tiririca durante 2 minutos, depois dispostas no papel Germiteste.

Para realizar o teste de germinação, utilizou-se 60 folhas de papéis para calcular a média de peso e obter a massa de 413,4g. Em seguida multiplicou-se esse valor por 2,5 para saber a quantidade de água a se utilizar para umedecer os papéis.

Os tratamentos foram: Testemunha (água destilada); 100% (10 ml da solução); 75% (7,5ml da solução), 2,5ml de água; 50% (5ml) da solução, 5ml de água; 25% (2,5ml) da solução, 7,5 de água; 10% (1ml) da solução 9ml de água.

Os testes foram identificados e, posteriormente, colocados na B.O.D (Biochemical oxygen demand) estufa como controle de luz e temperatura, onde ficou com a temperatura de 25º e luz durante 12 horas por dia, durante os 8 dias. Ficaram armazenadas até a data estabelecida, onde foram retiradas a identificação de como se portou cada tratamento.

Os dados recolhidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando avaliado apresentaram uma boa germinação de forma botânica, sendo que alguns tratamentos tiveram variações de desenvolvimentos das plântulas. Na germinação no tratamento Testemunha (T1) uma significância em relação (T4) onde esse tratamento teve uma boa porcentagem de germinação. Neste caso, o extrato do bulbo da tiririca não reduziu o percentual de germinação da soja, independente do percentual de concentração da solução (Quadro 1).

Nas concentrações entre 50% e 100% mostram que o efeito alelopático foi um efeito positivo na germinação, já nas concentrações mais baixas entre 25% e 10% não houve significância em relação à germinação do 100%, onde o T2 que foi exposto a 100% da solução teve melhor desempenho. Sendo assim, embora a alelopátia seja o resultado da composição aleloquímica, as espécies afetadas pelo produto podem variar e, em alguns casos, isso pode ser um efeito aditivo na germinação foi observado devido à presença de aleloquímicos, dito isto, os efeitos na germinação das sementes nem sempre são necessariamente negativos. (Matos *et al.*, 2014).

Segundo (BONATO *et al.*, 1998) a soja passa por uma série de mudanças fisiológicas e morfológicas, quando seu pedido não é atendido. E ao contrário do esperado houve um efeito positivo na germinação em relação ao T2 e T5 percebendo que as maiores concentrações do extrato tiveram uma

melhor taxa de germinação em relação às menores concentrações entre 25% e 10% que teve o menor percentual de germinação.

Tabela 1 - Média de germinação da semente de soja

Tratamentos	Concentração do extrato%	Média %	Germinação %
T1	0%	72.8000	a6
T2	100%	49.6000	a4
T3	75%	44.8000	a3
T4	50%	69.6000	a5
T5	25%	42.4000	a1
T6	10%	44.0000	a2

Os dados foram coletados a partir de um experimento realizado por os autores , o quadro apresenta médias de seis repetições,apontando qual teve melhor desempenho utilizando (Tukey, 5%).

Não houve interferência na germinação independente da concentração do extrato em relação à testemunha, a concentração, porém observou que houve uma melhor taxa de germinação em maiores concentrações do produto, sendo assim demonstrando um efeito alelopático positivo em relação a germinação.

4 CONCLUSÃO

O extrato aquoso do bulbo de *Cyperus rotundus L.*, na concentração 5ml da solução e 5 ml de água (50%), obteve um efeito alelopático positivo para bioestimulante na germinação da soja (*Glycine max*), em relação a menores concentrações como 2,5ml de solução e 7,5ml de água (25%) não obteve nenhum efeito alelopático, tanto positivo quanto negativo, na germinação.

Ao verificar que não houve interferência negativa na germinação, este bioestimulante apresenta viabilidade na aplicação para germinação de soja, especialmente porque é uma alternativa para não usar insumo químico. Novos estudos devem ser realizados testando o mesmo composto para verificar se a solução terá algum efeito em relação ao enraizamento da soja (*Glycine max*).

5 REFERÊNCIAS

- BOLZAN, F. H. C. Estudo do efeito alelopático e de identificação de compostos presentes na tiririca (*Cyperus rotundus* L.). Lavras: UFLA/FAPEMIG, 2003.
- BONATO, E. R.; BERTAGNOLLI, P. F.; IGNACZAK, J. C.; TRAGNAGO, J. L.; RUBIN, S. A. L. Desempenho de cultivares de soja em três épocas de semeadura, no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. 6, p. 879-884, 1998.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers*, v. 6, 2015. Doi: 10.3389/fpls.2015.01020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- HOLM, L. G. et al. *The world's worst weeds*. [S.l.]: University Press., 1977
- JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. *Planta daninha*, v. 21, n. 1, p. 89–95, 2003.
- LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas. 4 ed. Londrina:Plantarum, 1994. 220 p.
- MATOS, Dulcenéia. Potencial alelopático de *bidens pilosa*, *cyperus rotundus* e *andropogon bicornis* na germinação e vigor de sementes de cultivares de aveia branca com diferentes qualidades fisiológicas. 2014.
- MUNIZ, F.R; CARDOSO, M.das G; VON PINHO, E.V.R; VILELA, Michelle. Qualidade fisiológica de sementes de milho, feijão, soja e alface na presença de extrato de tiririca. *Revista Brasileira Sementes* 29. ago/2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/pvn3nKLVZrTh9NBwQ95SQPP/abstract/?lang=pt>
- QUAYYUM, H.A.; MALLIK, A.U.; LEACH, D.M. & GOTTARDO, C. 2000. Growth inhibitory effects of nutgrass (*Cyperus rotundus*) on rice (*Oryza sativa*) seedlings. *Journal of Chemical Ecology*, 26:2221-2231.
- RAFAIN, Eliakin Frederico et al. Correlation between sowing and fertilizer application systems and weeds in soybean crops. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 281-286, 2020.
- SCAVO, A.; ABBATE, C.; MAUROMICALE, G. Plant allelochemicals: agronomic, nutritional and ecological relevance in the soil system. *Plant Soil*, v. 442, p. 23-48, 2019. Doi:10.1007/s11104-019-04190-y.

Capítulo 10



10.37423/221106892

GERMINAÇÃO DO CAPIM ATLAS NO CERRADO TOCANTINENSE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Maurício Cesar Barreira de Almeida

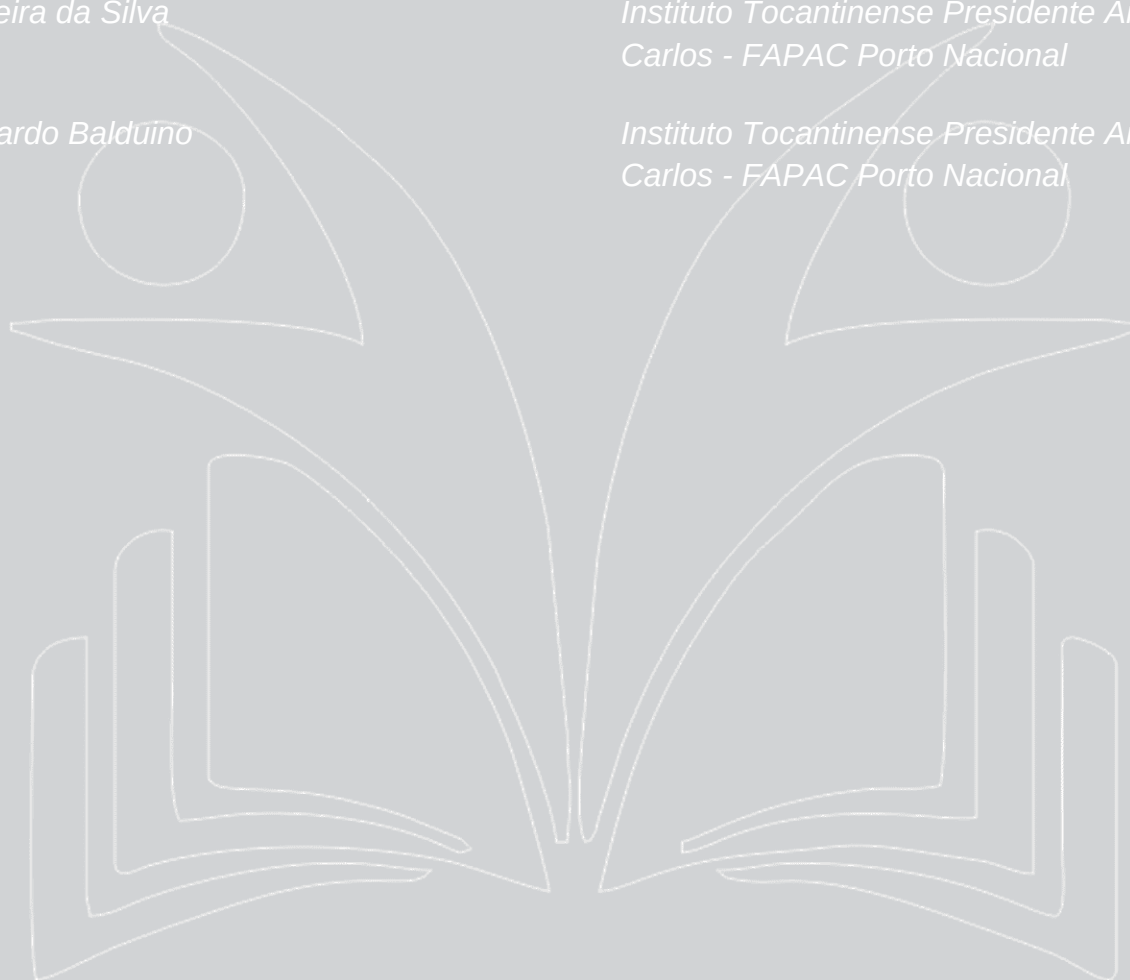
Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos - FAPAC Porto Nacional

Yure Nogueira da Silva

Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos - FAPAC Porto Nacional

Angelo Ricardo Balduino

Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos - FAPAC Porto Nacional



Resumo: O Capim Atlas principal pertence ao gênero *Panicum*, *Panicum maximum* Jacq, a principal característica desta forrageira é seu grande potencial de perfilhamento e a boa resistência ao pisoteio animal e a média tolerância à saturação de alumínio no solo. O que confere a planta uma boa adaptabilidade e alta resistência. O Cerrado é um dos maiores Biomas do País e no Estado do Tocantins é o que possui maior predominância. Objetivou-se com esse trabalho identificar, analisar e avaliar estudos que abranjam a temática de Germinação do Capim Atlas no Cerrado Tocantinense, visto que o mesmo possui uma característica de alta resistência e pode ser utilizado na pecuária como uma alternativa na de alimentação animal. O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica sobre a temática proposta, trata-se de uma pesquisa secundária realizada a partir de estudos primários já escritos. A partir dos trabalhos lidos e analisados foi possível observar que o Capim Atlas pode ser introduzido e germinado de forma positiva no Cerrado Tocantinense, já que como foi apresentado ele possui uma alta resistência a climas mais temperados e a incidência solar, que no Estado é alta.

Palavras-chave: Capim Atlas, Germinação, Cerrado, Tocantins.

1 INTRODUÇÃO

Percebe-se com o passar dos anos que inúmeros avanços originados através da pesquisa, esse fato não é diferente no plantio de forrageiras. Novas técnicas de plantio surgem a cada dia e com isso o aumento na produtividade.

O capim atlas principal pertence ao gênero *Panicum*, *Panicum maximum Jacq*, a principal característica desta forrageira é seu grande potencial de perfilhamento, o que garante uma alta taxa de germinação, e a boa resistência ao pisoteio animal, o que favorece o seu plantio em áreas de pastejos, e a média tolerância à saturação de alumínio no solo (VILELA, 2009).

O Capim Atlas é descrito por canais de vendas como o resultado de um cruzamento artificial entre Tobiata e K-68. Como qualquer cultivar de *Panicum maximum*, o Atlas também exige alta fertilidade do solo. Tem porte alto e pode atingir a altura máxima de até 2,0 metros. Recomendado para bovinos e eqüinos em fase de cria e engorda.

Originada da África (Congo), o Capim Atlas tem sido amplamente distribuído por regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido sua qualidade forrageira, porém como mencionado por Kissmann (1997) pela sua agressividade e resistência é uma importante espécie infestante, evadindo-se para ambientes indesejados, e sendo menos predisposta ao aparecimento de ervas daninha nos locais onde se tem a sua plantação.

Aparentemente o Capim Atlas possui uma boa resistência no solo Brasileiro já que gramíneas africanas são espécies invasoras em potencial, grandes responsáveis por contaminações biológicas. Entre elas está o capim colônia (*Panicum maximum Jacq.*), espécie altamente infestante e principal invasora da área da Estrada do Colono, no Parque Nacional do Iguaçu, (Carvalho & Jacobison, 2005; Espíndola et al., 2005).

O Cerrado possui uma área de 2,04 milhões de quilômetros quadrados, o que equivale a aproximadamente 22% do território nacional, o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, somente superado pela Amazônia. Este bioma ocupa a área central do Brasil, englobando os Estados de Goiás, Distrito Federal, e parte dos Estados de Minas Gerais, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Tocantins, Maranhão, Piauí e Pará (Sano et al, 2008).

Como visto o Cerrado é um dos maiores biomas do País localizado nos Estados que possuem um forte influência na agropecuária como Mato Grosso e Minas Gerais (INACIO 2021). Dito isso nota-se a

importância de conhecer e entender as características desse bioma para adequar boas práticas de plantio e consequentemente atingir uma melhor produtividade.

Objetivou-se com esse trabalho identificar, analisar e avaliar estudos que abranjam a temática de Germinação do Capim Atlas no Cerrado Tocantinense, visto que o mesmo possui uma característica de alta resistência e pode ser utilizado na pecuária como uma alternativa na de alimentação animal.

2 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica sobre a temática proposta em uma tentativa de averiguar como seria a germinação do Capim Atlas no solo do Cerrado Tocantinense. Trata-se de uma pesquisa secundária realizada a partir de estudos primários já escritos.

A revisão bibliográfica sistemática é um método científico para busca e análise de artigos de uma determinada área da ciência. É amplamente utilizada em pesquisas na medicina, psicologia e ciências sociais, onde há grandes massas de dados e fontes de informações (CONFORTO, AMARAL,SILVA 2011).

Esse tipo de pesquisa requer um tempo de preparo para escolher e analisar os conhecimentos a cerca da temática escolhida para ser abordada.

A revisão bibliográfica sistemática, para Pai et al. (2004), é uma abordagem de pesquisa confiável pela sua abrangência e apresentação explícita dos meios e resultados obtidos. Cook, Mulrow e Haynes (1997) e Pai et al. (2004) consideram que a revisão bibliográfica sistemática, em comparação com a revisão tradicional, inclui uma declaração clara do propósito da revisão, uma busca minuciosa de publicações, a avaliação crítica das principais publicações e a possibilidade de replicação do método de pesquisa (GONZÁLEZ, TOLEDO 2012).

Uma forma de obter maior rigor e melhores níveis de confiabilidade em uma revisão bibliográfica é adotar uma abordagem sistemática. Isso significa, definir uma estratégia e um método sistemático para realizar buscas e analisar resultados, que permita a repetição por meio de ciclos contínuos até que os objetivos da revisão sejam alcançados (CONFORTO, AMARAL,SILVA 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

RESULTADOS

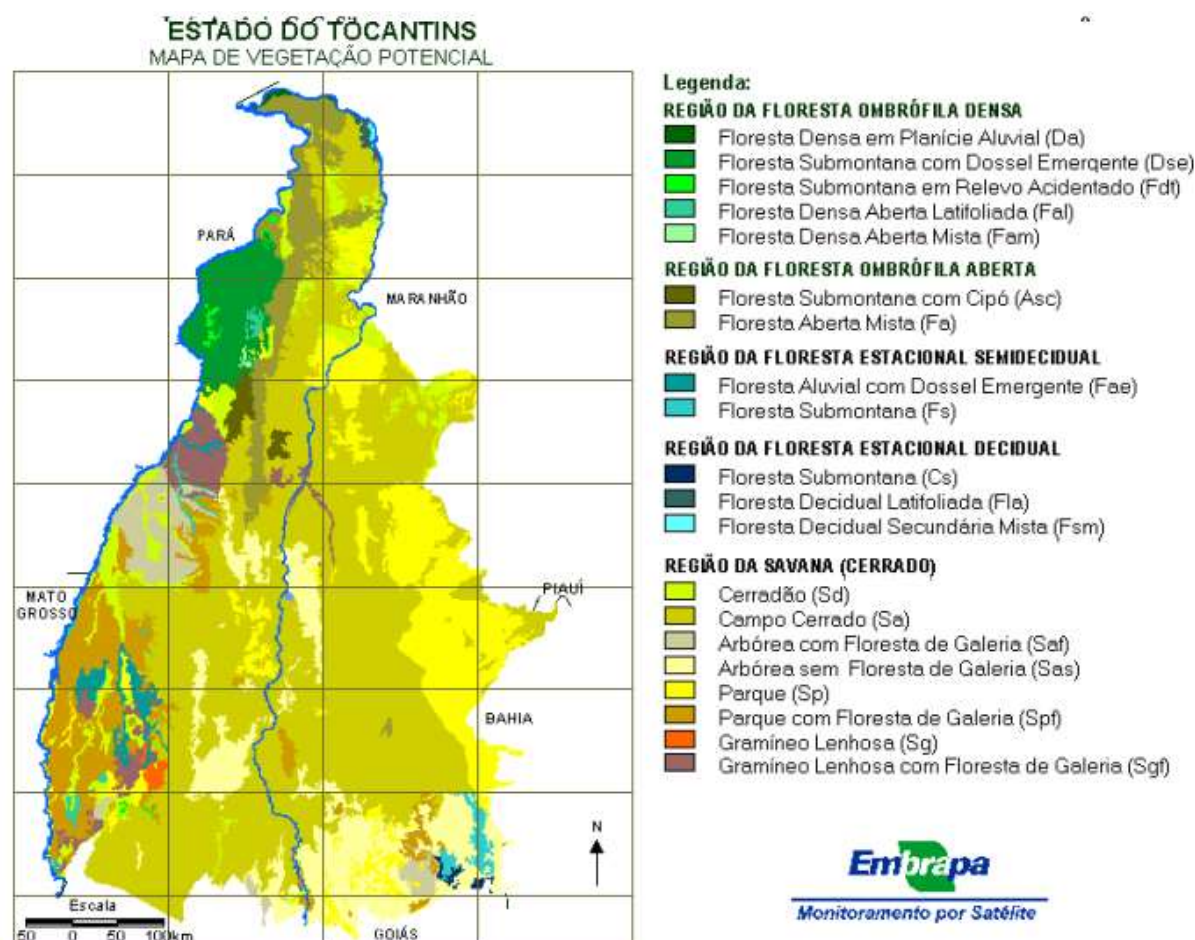
O BIOMA CERRADO

O Cerrado Brasileiro começou a ser explorado no século XVII, quando os colonizadores portugueses se deslocaram para o interior do país a procura de ouro e pedras preciosas, e de índios para serem utilizados como escravos. Com uma preocupação clara com questões relativas à segurança nacional e à defesa das fronteiras, foi somente após a Guerra do Paraguai (1864-1870) que as autoridades brasileiras começaram a incentivar a ocupação do sul do Mato Grosso (Klink e Moreira, 2002).

Embora pertença formalmente à região Norte, o Estado do Tocantins encontra-se na zona de transição geográfica entre o cerrado e a floresta amazônica. Dos cinco grandes tipos de vegetação que formam as províncias vegetacionais que cobrem o país, Tocantins apresenta duas: a Floresta Amazônica de terra firme, ou Floresta Ombrófila, e a Savana, denominados, respectivamente, de Bioma Amazônia e Bioma Cerrado (SILVA 2007).

Na figura 1 pode-se observar a divisão dos tipos de vegetação que se encontra no Estado, além disso, nota-se que a vegetação de maior predominância é o Cerrado que ocupa grande parte do território.

O cerrado (sentido restrito) caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares, retorcidas e geralmente com evidências de queimadas (SILVA 2007).

Figura 1 – Representação dos tipos de vegetação do Estado do Tocantins

Fonte: SILVA 2007

No que concerne às características climáticas do bioma Cerrado, Silva, Assad e Evangelista (2008) aponta os sistemas atmosféricos atuantes no Cerrado e retrata a variação espaço-temporal das precipitações e das temperaturas (máxima, mínima e média), da radiação solar, evapotranspiração potencial e umidade relativa do ar, além de esboçarem uma proposta de classificação climática para o bioma baseada nos preceitos de Koppen, indicando o predomínio da tipologia Aw (clima tropical, com chuva de verão e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C) e ocorrência, nos extremos sudoeste e sudeste do bioma, da tipologia Cwa (clima subtropical, com chuva de verão e verão quente, sendo o mês mais frio com temperatura média entre -3°C e 18°C e o mês mais quente com temperatura média maior do que 22°C) (NASCIMENTO, NOVAIS 2020).

GRAMÍNEAS TROPICAIS - GÊNERO PANICUM, CAPIM ATLAS

O Capim Atlas é descrito por canais de vendas como o resultado de um cruzamento artificial entre Tobiata e K-68. Como qualquer cultivar de *Panicum maximum*, o Atlas também exige alta fertilidade do solo. Tem porte alto e pode atingir a altura máxima de até 2,0 metros. Recomendado para bovinos e eqüinos em fase de cria e engorda.

A Semente de Capim Atlas (*Panicum maximum*) Incrustada desenvolvida pela Matsuda recebe um tratamento com um material especial que eleva sua pureza e acelera o processo de germinação. Tratada com fungicida e inseticida (opcional), esta semente possui alta resistência à pragas, doenças e nematóides trazendo maior segurança ao meio ambiente.

VILELA 2009 aponta algumas características básicas sobre a forrageira que presentes na tabela abaixo.

Tabela 1 – Características gerais do Capim Atlas.

CARACTERÍSTICAS GERAIS	
Nome Científico	<i>Panicum maximum</i> Jacq. vr. Atlas.
Origem	Africana, cruzado e selecionado pela Matsuda GENÉTICA.
Digestibilidade	Satisfatório
Palatabilidade	Satisfatório
Ciclo Vegetativo	Perene
Tolerância à seca	Satisfatória
Tolerância a insetos	Sensível à cigarrinha

DA COSTA et al 2002 descreve o *Panicum maximum* como uma planta infestante de importância em áreas canavieiras e represamentos, por conta de suas características de elevada agressividade, intensa capacidade de produção e longevidade de sementes.

A partir de seu lançamento, o capim também denominado como Tanzânia vem sendo amplamente usado pelos produtores, principalmente quando se emprega maior nível tecnológico, como adubação, pastejo rotacionado e irrigação, entre outros. Seu uso é devido às suas características de alta produtividade, boa resposta à adubação, resistência às pragas, grande agressividade para com as plantas invasoras e possibilidade de manejo sob altas pressões de pastejo (TEODORO et al, 2002).

Percebe-se que de acordo com Rice, 1977; Taiz & Zeiger, 2009; Raven et al., 2007 que dos fatores responsável pela dominância de uma espécie no ambiente, a alelopatia é o principal, pode ser que seja exercida pelo capim sobre as espécies nativas do banco de sementes da Estrada do Colono. A alelopatia é a interferência de uma espécie sobre outra, a qual pode ser estimulante ou inibidora; baseia-se na liberação de compostos químicos, provenientes de metabolismo secundário, que agem isoladamente ou em conjunto.

ROSA et al. 2011 realizou um experimento em duas etapas, onde na primeira, avaliaram-se os efeitos do extrato de capim colônia sobre a germinação de alface, em que foi verificada a presença de aleloquímicos no capim colônia. Na segunda etapa, o extrato aquoso de capim colônia foi testado sobre as espécies nativas canafístula e angico.

Como resultado desse estudo teve-se que o comprimento de raiz foi alterado: para a concentração de 20%, foi reduzido pela metade, sendo maior o efeito quanto mais concentrado o extrato do capim colônia. O que indica interferência de capim colônia no desenvolvimento de alface, logo o mesmo pode inibir o crescimento de outras plantas onde for inserido, caso a forrageira esteja sendo produzida intencionalmente a sua alta resistência é um ponto positivo para a produção.

Entretanto a maioria das espécies de gramíneas forrageiras tropicais possui fatores que dificultam a obtenção de altas produções de sementes de boa qualidade, tais como a desuniformidade na emissão das inflorescências, o florescimento irregular dentro das panículas, o baixo número de sementes férteis, a elevada degradação natural e a dormência das sementes, fenômeno fisiológico que dificulta o estabelecimento uniforme das populações e favorece o surgimento de plantas invasoras na pastagem (Bonome et al. 2006).

GERMINAÇÃO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS

Atualmente, a grande maioria das espécies de gramíneas cultivadas para atividades pecuárias são de origem africana. Só no Distrito Federal, Filgueiras (1991) fez o levantamento de 305 espécies, sendo 209 nativas.

Outra importante possibilidade de uso destas espécies, com grande potencial de desenvolvimento, é como vegetação pioneira para recuperação de áreas degradadas por atividades mineradoras ou voçorocas em áreas de cerrado (Martins, 1996).

Com isso, nota-se a necessidade de entender sobre a forma de germinação das espécies de gramíneas forrageiras de origem africanas a fim de melhorar a produção e a produtividade.

O ciclo de desenvolvimento de uma planta se inicia com a germinação, passando pelas fases de crescimento vegetativo, reprodutivo e morte. Com relação à duração do ciclo de desenvolvimento (tempo desde a emergência até o período reprodutivo e morte), as plantas podem ser anuais, perenes ou bienais (SALVADOR 2022).

Figura 2 - Classificação segundo a duração do crescimento



Fonte: SALVADOR 2022

Carmona, Martins e Fávero (1998), concluíram em um estudo que germinação das sementes foi bastante afetada pelas condições ambientais durante o teste (presença de luz e alternância de temperaturas), porém estes fatores não afetaram de forma semelhante a germinação de todas as espécies estudadas nos dois anos. Tal fato pode ser comprovado pelas interações significativas entre espécie e temperatura. A luz promoveu a germinação das sementes de quase todas as espécies testadas nos dois anos, com exceção de *Setaria geniculata* e *Paspalum trichostomum*. Nesta última, o efeito da presença de luz e da temperatura foi praticamente desprezível, apresentando sempre germinação muito baixa (inferior a 8%). A alternância de temperaturas também estimulou a germinação em relação à temperatura constante.

Para que haja uma germinação eficiente é necessário que se tenha boas condições para o desenvolvimento da semente dentre eles uma iluminação e uma temperatura adequados para aquele tipo de forrageira além de fornecer a irrigação correta para a planta.

DISCUSSÕES

A partir das pesquisas feitas e das análises dos textos selecionados referentes à temática observou-se que o Capim Atlas assim como outras forrageiras de origem Africana possuem alta resistência principalmente em relação à climática do Cerrado Tocantinense.

Sabe-se que há fatores que dificultam a obtenção de altas produções de sementes de boa qualidade, no caso do Capim Atlas a preocupação com o surgimento de plantas invasoras não é tão relevante já que o mesmo pode inibir o crescimento de outras plantas onde for inserido, o que diminui a necessidade de se usar herbicidas nas plantações.

Outro importante fator que pode interferir no processo germinativo da semente é a sua uniformidade, Carmona, Martins e Fáveiro (1998), observou em seu estudo que quanto mais elevado o índice de uniformidade maior a sincronização de germinação entre as sementes do lote. Além de uma relação inversa entre o tempo médio de germinação e a uniformidade do processo.

Pode-se observar também que a forrageira tem sido amplamente utilizada devido a suas características principalmente de alta resistência como opção em pastejos rotacionados.

Uma das principais características do bioma Cerrado é possuir somente duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa e possuir solos “barrentos”, avermelhados e porosos além de bem drenados, costumam ser férteis e para a germinação do Capim Atlas uma ótima opção já que o mesmo possui uma boa adaptabilidade se bem manejado.

Assim devido as suas características de boa adaptabilidade a germinação do Capim Atlas em solo Tocantinense apresentaria bons resultados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos trabalhos lidos e analisados foi possível observar que o Capim Atlas pode ser introduzido e germinado de forma positiva no Cerrado Tocantinense, já que como foi apresentado ele possui uma alta resistência a climas mais temperados e a incidência solar, que no Estado é alta.

Os principais fatores que podem interferir na germinação da forrageira e prejudicar a produtividade são a luminosidade e a temperatura do ambiente, desde que ambos estejam adequados as necessidades da planta não haverá prejuízos em sua produção.

REFERÊNCIAS

- Bonome, L.T.S.; Guimarães, R.M.; Oliveira, J.A.; Andrade, V.C. & Cabral, P.S. 2006. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência agrotécnica* 30 (3): 422-428.
- CARMONA, Ricardo; MARTINS, CARLOS ROMERO; FÁVERO, ALESSANDRA PEREIRA. Fatores que afetam a germinação de sementes de gramíneas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n. 1, p. 16-22, 1998.
- CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, SL da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. Trabalho apresentado, v. 8, 2011.
- COOK, D.; MULROW, C.; HAYNES, R. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of Internal Medicine*, v. 126, p. 376-80, 1997.
- DA COSTA, E. A. D.; MATALLO, M. B.; CARVALHO, J. C.; ROZANSKI, A. Eficácia de nova formulação do herbicida oxyluorfen no controle de plantas daninhas em área de *Pinus caribea* morelet var. *hondurensis* barr. et Golf. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 26, p. 683-689, 2002.
- DE TOLEDO, F. F.; CHAMMA, H. M. C. P.; NOVENBRE, A. D. L. C. Germinação de sementes de *Panicum maximum* Jacq. pré-tratadas com ácido sulfúrico. *Scientia Agricola*, v. 52, p. 20-24, 1995.
- FILGUEIRAS, T.S. A floristic analysis do the gramineae of Brasil's Distrito Federal and a list of the species occuring in the area. *Edinburgh Journal of Botany*, Edingurgh. v.48, n.1, p.73-80. 1991
- GONZÁLEZ, Mario Orestes Aguirre; TOLEDO, José Carlos de. A integração do cliente no processo de desenvolvimento de produto: revisão bibliográfica sistemática e temas para pesquisa. *Production*, v. 22, p. 14-26, 2012.
- KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. (2002) Past and current human occupation and land-use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R.J. (org.) *The Cerrado of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York, Columbia University Press, 2002, p. 69-88, 424 p
- KISSMANN, Kurt G. 1997. *Plantas Infestantes e nocivas*, 2ª edição, São Paulo – Basf, p. 644-649
- MARTINS, C.R. *Revegetação com gramíneas de uma área degradada no Parque Nacional de Brasília - DF, Brasil*. Brasília: Universidade de Brasília, 1996. 70p. (Dissertação Mestrado).
- NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; NOVAIS, Giuliano Tostes. *Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas*. *Eliséé*, v. 9, n. 2, p. e922021, 2020.
- PAI, M. et al. Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated step-by-step guide. *The National Medical Journal of India*, v. 17, n. 2, p. 86-95, 2004.
- Raven P, Evert RF, Eichhorn SE. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2007.
- Rice EL. Some roles of allelopathic compounds in plant communities. *Biochemical Systematics and Ecology* 1977; 201-206.

SANO, E. E.; FERREIRA, L. G. (2005) Monitoramento semidetalhado (escala 1:250.000) de ocupação de solos do cerrado: considerações e proposta metodológica. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE, 16-21 abril 2005, p. 3309-3316.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. ; FERREIRA, L. G. (2008). Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 1, jan. 2008, p.153-156.

SÉRIE GRAMÍNEAS TROPICAIS - GÊNERO PANICUM (Panicum maximum Jacq – Atlas Capim), Vilela, 2009. Disponível em:

http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_panicum_atlas.htm. Acessado em 20 nov. 2022.

SILVA, L. A. G. C. Biomas presentes no estado do Tocantins. Consultoria Legislativa Nota Técnica Câmara dos Deputados, Brasília, DF, Brasil, p. 2-9, 2007.

Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. 3rd ed. Porto Alegre: Editora Artmed; 2009. 819 p.

TEODORO, Reges Eduardo Franco et al. Irrigação na produção do capim Panicum maximum cv. Tanzânia. Bioscience Journal, v. 18, n. 1, p. 13-21, 2002.

Capítulo 11



10.37423/221106902

IMPLEMENTAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE E TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO EM BAIRROS DE PAPAGAIOS – MG, UMA COMPARAÇÃO PRÁTICA

Heron Viterbre Debique Sousa

Universidade Federal de Minas Gerais

Ícaro Viterbre Debique Sousa

Universidade Federal de Lavras

Antonio Mendes Magalhães Júnior

Universidade Federal de Lavras

Alessandro Leonardo da Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais

Marcelo Robert Fonseca Gontijo

Universidade do Estado de Minas Gerais

Thais Prado Vasconcelos Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais

Ivana Prado de Vasconcelos

Universidade do Estado de Minas Gerais

Mateus Vítor de Souza

Universidade de Itaúna

Tiago Lucas Ferreira

Instituto Federal de Minas Gerais

Bruno Henrique Lourenço Camargos

Universidade do Estado de Minas Gerais

Resumo: Este trabalho apresenta um estudo sobre pavimentação asfáltica na cidade de Papagaios - MG, onde constatou-se, por intermédio do mapa do território urbano e de visitas aos bairros existentes, que ainda existe um grande número de ruas sem pavimentação. Após análise, foi elaborado um comparativo da viabilidade de aplicação de 02 (dois) revestimentos asfálticos, o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) e o tratamento superficial duplo (TSD).

Palavras-chave: Revestimento, concreto betuminoso, tratamento superficial.

INTRODUÇÃO

A pavimentação consiste na ideia principal de revestir um piso ou chão com uma cobertura. Em aplicações na engenharia, a pavimentação trata-se de uma base horizontal composta por uma ou mais camadas sobrepostas, elevando sua durabilidade e facilitando o fluxo de veículos e pessoas.

O pavimento possui uma estrutura básica de camadas que se denominam: subleito, regularização do subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento (NBR 7207/82).

O subleito é o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. Deve ser considerado e estudado até as profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego (de 0,6 m a 1,50 m de profundidade) (Marques et al., 2010).

A regularização do subleito são operações de corte ou aterro para conformar transversal e longitudinalmente o leito da plataforma da via, englobando pista e acostamento com movimentos de terra. Esta camada deverá ter no máximo 20cm de espessura após compactação (DNIT 137/2010).

O reforço do subleito é uma camada estabilizada granulometricamente, com espessura variável, definida de acordo com o dimensionamento do pavimento, cuja finalidade é melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito (DNIT 138/2010).

A sub-base é analisada como uma camada granular de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado (DNIT 139/2010).

A base é uma camada de pavimentação que tem por função aliviar a tensão nas camadas inferiores e resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado (DNIT 141/2010).

O pavimento consiste em camadas básicas e, de acordo com a disposição destas, pode ser classificado em pavimentos flexíveis, rígidos, semirrígidos e invertidos.

De interesse deste estudo, os pavimentos flexíveis são aqueles em que a absorção de esforços se dá de forma dividida entre várias camadas, encontrando-se as tensões verticais em camadas inferiores, concentradas em região próxima da área de aplicação de carga. Podem ser aplicados como tratamentos da superfície do pavimento, tais como tratamento superficial simples (TSS), tratamentos superficiais duplos (TSD) ou tratamentos superficiais triplos (TST), utilizados geralmente em estradas

de volume de tráfego mais baixo, ou camadas de misturas asfálticas, geralmente concretos betuminosos usinados a quente (CBUQ) em vias de volume mais elevado.

Em obras de pavimentação, o material mais nobre e resistente utilizado na estrutura é o revestimento, camada esta que receberá diversas cargas aplicadas que causam esforços no pavimento e que serão transmitidas para a fundação, além de proteger contra intempéries (conjunto de processos e fenômenos que levam à desintegração das rochas).

Assim sendo, o CBUQ é visto como a mistura asfáltica a quente mais tradicional e comum utilizada na construção dos revestimentos de pavimentos do país, sendo útil também para camada de ligação e capa de rolamento (Balbo, 2007).

O CBUQ, o qual se dará ênfase neste trabalho, é o produto resultante do processamento à quente em usinas apropriadas. A mistura homogênea é composta por agregados graduados e inertes, como por exemplo, britas, pó-de-pedra e fíler, que somam aproximadamente 95% da mistura.

A função dos agregados é dar resistência mecânica e estabilidade. O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) soma os outros 5%, e é usado como material ligante. Sua função é possibilitar a aglutinação, além da flexibilidade, impermeabilidade e durabilidade do concreto. Na usina, tanto o agregado como o ligante são previamente aquecidos para depois serem misturados. Pode ser empregado como revestimento asfáltico em uma só camada (capa), revestimento em duas camadas e como camada de nivelamento ou reperfilagem.

O CBUQ pode ser obtido a partir da produção em dois tipos de usinas diferentes: volumétrica ou gravimétrica. Nas usinas gravimétricas a produção da massa é processada de forma unitária, além disso, nos diversos componentes da mistura, ou a maioria deles, são proporcionados no estágio final, em bases ponderais. Nas usinas volumétricas a mistura é obtida de forma constante, e nelas a dosagem dos componentes em todos os estágios se desenvolve volumetricamente (Prado, 1961).

Os equipamentos necessários para a execução dos serviços serão adequados ao local da instalação, porém devem ser utilizados no mínimo os seguintes equipamentos: depósito para ligante asfáltico, silos para agregados, usina para misturas asfáltica, caminhões basculantes, pavimentadoras automotrizes (com a finalidade de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento constantes no projeto) e equipamento para compactação (representado por rolo pneumático, com dispositivo destinado a calibrar a variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm² (DNIT 031/2004).

No que se refere ao tratamento superficial, trata de um revestimento flexível de pequena espessura, executado por espalhamento sucessivo de ligante betuminoso e agregado, em operação simples ou múltiplas em comboio de forma quase simultânea. Consiste em aplicação de ligantes asfálticos e agregados sem mistura prévia, na pista, com posterior compactação que promove o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligantes.

O tratamento superficial é particularmente indicado nos seguintes casos: revestimento para pavimentos novos de tráfego leve a médio, pois que, por ser uma capa de alta flexibilidade, o tratamento é empregado extensivamente em pavimentos recém-construídos quando a infraestrutura do pavimento ainda está em fase de consolidação; revestimento de acostamentos; tratamento antiderrapante de superfícies lisas, inclusive pavimentos de concreto ou paralelepípedos; conservação de revestimentos betuminosos desgastados e envelhecidos; selagem de revestimentos betuminosos abertos e outros.

As principais funções do tratamento superficial são: proporcionar uma camada de rolamento de pequena espessura, porém, de alta resistência ao desgaste; impermeabilizar o pavimento e proteger a infraestrutura do pavimento; base granular ou solo estabilizado com ou sem aditivo estabilizante; e proporcionar um revestimento de alta flexibilidade que possa acompanhar deformações relativamente grandes da infraestrutura.

Classificam-se os tratamentos superficiais em: tratamento superficial simples (TSS); tratamento superficial duplo (TSD); tratamento superficial triplo (TST) (Teixeira, 2012). O tratamento superficial simples (TSS) é a camada de revestimento constituída de uma aplicação de ligante betuminoso coberta por uma camada de agregado. Já o tratamento superficial duplo (TSD) é a camada de revestimento, constituída por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas, cada uma, por camada de agregado. No que corresponde ao tratamento superficial triplo (TST) é a camada de revestimento constituída por três aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas cada uma por camada de agregado.

Ademais, para o dimensionamento de um pavimento, é indispensável o conhecimento do solo que servirá para a futura estrutura a ser construída. Este solo de fundação, chamado subleito, requer atenção especial através de estudos que possibilitam o seu reconhecimento, identificação e quantificação das suas características físicas e mecânicas, assim como a obtenção dos parâmetros geotécnicos necessários ao dimensionamento da estrutura. A espessura final do pavimento, assim como os tipos de materiais a serem empregados, é função das condições do subleito.

Um dos fatores que influenciam no dimensionamento dos pavimentos flexíveis é o tráfego. O dano causado pela passagem de cada veículo é, usualmente, de pequena magnitude, mas, o efeito danoso se acumula e é o que determina a resistência de vida à fadiga dos pavimentos.

O surgimento de novos bairros gera a necessidade de se ter uma infraestrutura adequada no local, neste caso, se dará ênfase à pavimentação. Na cidade de Papagaios - MG, existem ainda 6 (seis) bairros onde se pode ver ruas sem a existência de pavimento. A área total de ruas sem pavimento é de 108.121,30m². No período de 2005 a 2016, houve um crescimento na quantidade de veículos na cidade. A partir dos dados coletados no site do IBGE, pôde-se relacionar os valores de crescimento anuais com uma previsão de crescimento de tráfego para os próximos dez anos. Para a estimativa do aumento de veículos, a média de aumento computado foi o de 9% ao ano.

O objetivo deste trabalho é elaborar um comparativo de revestimentos asfálticos, a fim de demonstrar qual método tem o melhor custo benefício, considerando sua utilização na pavimentação das ruas do município de Papagaios - MG.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, para a realização do dimensionamento do pavimento, teve-se como base o método de dimensionamento utilizado pelo DNIT denominado como “Método de projeto de pavimentos flexíveis”, com sua 3ª edição em 1981, elabora pelo Engenheiro Murillo Lopes de Souza.

Neste método de dimensionamento, para efeito de projeto, o tráfego que transitará sobre determinado pavimento ao longo de sua vida útil de serviço é convertido em um número de operações/solicitações de um eixo rodoviário padrão. Este número de solicitações é conhecido como número “N”, baseado na tabela disponibilizada pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP, 2012).

Quadro 1. Classificação do tráfego de acordo com método SUDECAP.

Tipo de via	Tráfego previsto	Veículo Pesado	N
V-1	Muito Leve	3 a 20	1x10 ³ a 3x10 ⁴
V-2	Leve	21 a 100	4x10 ⁴ a 3x10 ⁵
V-3	Médio	101 a 500	4x10 ⁵ a 3x10 ⁶

V–4	Médio Pesado	501 a 1000	4x10 ⁶ a 1x10 ⁷
V–5	Pesado	101 a 1999	2x10 ⁷ a 3x10 ⁷
V–6	Muito Pesado	Acima de 2000	4x10 ⁷ a 2x10 ⁸

Para determinar os valores intermediários do número “N”, podem ser utilizados métodos numéricos, denominados interpolação, que servem como ferramenta para a obtenção de uma aproximação para uma função que descreve um conjunto de dados.

A interpolação de Lagrange utiliza classe dos polinômios para aproximar outras funções. Definida por Joseph Louis Lagrange, a função a ser aproximada deve se ter a garantia de ser contínua no intervalo analisado.

Para o sistema adotado neste trabalho, admite-se o conhecimento de dois pontos de um determinado intervalo, sendo assim a interpolação em uma função de primeiro grau, caracteriza-se em uma função contínua no intervalo conhecido.

Define-se genericamente polinômio de Lagrange como:

$$P_k = \prod_{1 \leq j \neq k \leq n} \frac{x - x_j}{x_k - x_j} \quad (1)$$

Para dimensionar um pavimento precisa-se de algumas informações importantes sobre o solo, uma delas é sobre o quanto de carga sua estrutura suporta, informação que pode ser recolhida mediante o índice de Suporte Califórnia (ISC) ou CBR. De acordo com o resultado do ensaio de CBR, se o solo for de baixa resistência necessita-se de uma maior área para se dissipar a carga transmitida pelos veículos, e, pelo contrário, se o solo for de alta resistência, é preciso de uma área menor.

Dispondo do índice suporte (IS), do subleito, do reforço do subleito e da sub-base, pode-se obter, através do ábaco de dimensionamento, em primeira aproximação, as espessuras necessárias, respectivamente, dessas camadas.

A simbologia a ser adotada é:

Subleito: IS = Hm;

Reforço do subleito: IS = Hn;

Sub-base: IS = H20.

O ábaco (Figura 1) dará as espessuras necessárias das camadas de subleito, reforço do subleito e sub-base, sem levar em conta a qualidade dos materiais que irá compor o pavimento. Admite-se que todos

os materiais das camadas são iguais quanto ao comportamento estrutural, correspondente a um coeficiente de equivalência $K = 1$, a ser definido a seguir. Então se tem:

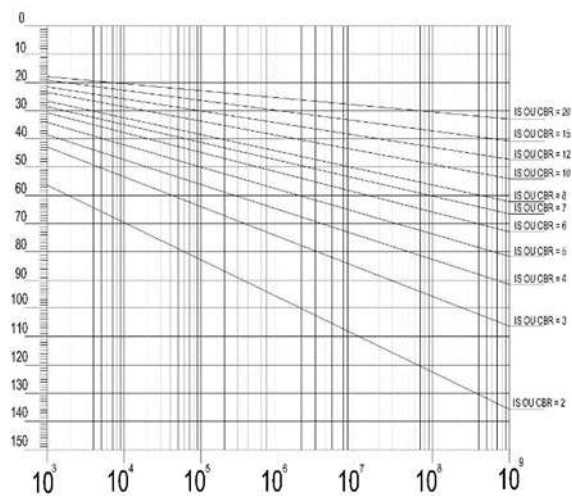


Figura 1. Ábaco de dimensionamento.

O Coeficiente de Equivalência Estrutural (k) é uma relação da capacidade de carga estrutural direcionada a cada material que será utilizado nas camadas do pavimento.

Trata-se de um valor empírico definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada de material considerado, que apresente desempenho semelhante, ou seja, considera-se que uma camada de 10 cm de um material com coeficiente de equivalência estrutural igual a 1,5 apresenta comportamento igual ao de uma camada de 15cm de base granular.

A seguir contém um quadro que descreve o coeficiente de equivalência (k) de cada tipo de material que poderá ser utilizado no pavimento.

Quadro 2. Valores de coeficiente de equivalência estrutural (K).

COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL (k)		
Material de Camada	Materi al Típico	Valor de k
Base ou revestimento de concreto betuminoso	CBUQ	2,00
Base ou revestimento de pré-misturado a quente, de graduação densa	PMQ	1,70
Base ou revestimento de pré-misturado a frio, de graduação densa	PMF	1,40

Base ou revestimento por betuminoso penetração	PMAF - TSS - TSD - TST	1,20
Camadas granulares	S - BC SB	1,00
Sub-base granular	-	0,77 / 1,00
Reforço do subleito	-	0,77 / 1,00
Solo cimento, resistência aos 7 dias > 45 kg/cm ²	BCTC - SC	1,70
Solo cimento, resistência aos 7 dias entre 28 e 45 kg/cm ²	SC	1,40
Solo cimento, resistência aos 7 dias entre 21 e 28 kg/cm ²	SMC	1,20
Solo cal	-	1,20

As espessuras de base (B), sub-base (H20) e reforço de subleito (Hn), são obtidas através da solução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb \geq H20$$

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb + SUB \cdot Ksub \geq Hn$$

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb + SUB \cdot Ksub + REF \cdot Kref \geq Hm$$

Em Papagaios - MG, cada bairro apresenta sua característica particular na quantidade de veículos que ali circulam, sendo assim, foi realizada uma visita em cada um para a contagem de veículos que transitam no local diariamente.

Para o dimensionamento do pavimento, na metodologia utilizada pelo DNIT, consideram-se apenas os veículos pesados, ônibus e caminhões, como sendo os únicos existentes na corrente de tráfego.

Para fins deste trabalho, foi utilizado o agregado Brita Graduada Simples (BGS) e coeficiente para base, sub-base e reforço k=1.

Para o cálculo das espessuras utilizando o ábaco, considerou-se o índice de suporte (IS ou CBR) do material do reforço do subleito igual a 12, e o IS do material do subleito igual a 8. Através desses

valores, encontra-se no ábaco a espessura de H_n e H_m , respectivamente. Para se encontrar a espessura de H_{20} , o IS considerado é igual a 20.

A espessura mínima de qualquer camada de sub-base deve ser de 10 cm, após a compactação, portanto, $SUB \geq 10$ cm (DNIT 139/2010).

Para ser denominado reforço do subleito, a espessura mínima deve ser 10cm após a compactação, portanto, de acordo com o valor calculado, considera-se a camada como regularização e tratamento do subleito, e o valor do reforço da sub-base, é somado à camada superior que é a sub-base (DNIT 138/2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dimensionamento para o bairro Vasco Lopes

Para o dimensionamento do pavimento no bairro Vasco Lopes, realizou-se uma contagem no local nos dias 04 e 11 de Setembro de 2017, no horário de 07h às 19h, onde constatou-se que, em média, transitam 6 (seis) veículos pesados. Após 08 anos, o tráfego previsto de veículos pesados será de aproximadamente 12 veículos/dia, considerando o aumento estimado de 9%.

Utilizando o quadro 1, classifica-se a via como V-1 e o tráfego previsto como MUITO LEVE, sendo assim, de acordo com a SUDECAP sua expectativa de vida útil é de 08 anos.

Tendo como resultado do número “N” o valor de $1,64 \cdot 10^4$, as espessuras de revestimento adotadas, tanto para CBUQ quanto para TSD, serão de 2,5 cm, a partir de tratamento superficial betuminoso.

Quanto aos valores do ábaco, foram encontrados os seguintes:

Com IS = 20 $\rightarrow H_{20} \cong 21$ cm C

Com IS = 12 $\rightarrow H_n \cong 27$ cm

Com IS = 8 $\rightarrow H_m \cong 34$ cm

a) Dimensionamento utilizando concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base: $B \geq 16$ cm

- Camada de sub-base: $SUB \geq 6$ cm

- Camada de reforço de subleito: REF $\geq$ 3cm

b) Dimensionamento utilizando tratamento superficial duplo (TSD)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base: B $\geq$ 18cm

- Camada de sub-base: SUB $\geq$ 6cm

- Camada de reforço do subleito: REF $\geq$ 3cm

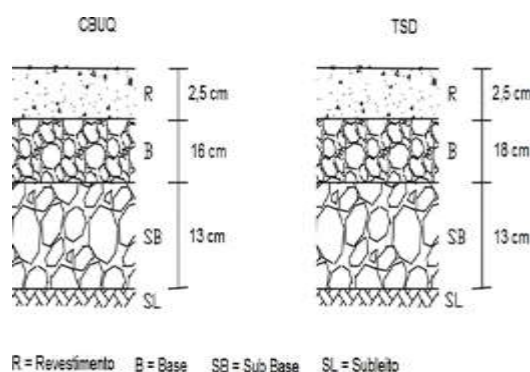


Imagem 2. Espessura final das camadas do pavimento no bairro Vasco Lopes.

DIMENSIONAMENTO PARA O BAIRRO JAIR CORDEIRO

Para o dimensionamento do pavimento no bairro Jair Cordeiro realizou-se uma contagem no local nos dias 18 e 25 de Setembro de 2017, no horário de 07h às 19h, onde constatou-se que, em média, transitam 4 (quatro) veículos pesados. Após 08 anos, o tráfego previsto de veículos pesados será de aproximadamente 08 veículos/dia.

Utilizando o quadro 1, classifica-se a via como V-1 e o tráfego previsto como MUITO LEVE, sendo assim, de acordo com a SUDECAP sua expectativa de vida útil é de 08 anos.

Tendo como resultado do número “N” o valor de $9,53 \cdot 10^3$, as espessuras de revestimento adotadas, tanto para CBUQ quanto para TSD, serão de 2,5cm.

Quanto aos valores do ábaco, foram encontrados os seguintes:

$H_{20} \cong 21 \text{ cm}$

$H_n \cong 26 \text{ cm}$

$H_m \cong 33 \text{ cm}$

a) Dimensionamento utilizando concreto usinado a quente (CBUQ)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base: $B \geq 16$ cm
- Camada de sub-base: $SUB \geq 5$ cm
- Camada de reforço do subleito: $REF \geq 2$ cm

b) Dimensionamento utilizando tratamento superficial duplo (TSD)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base: $B \geq 18$ cm
- Camada de sub-base: $SUB \geq 5$ cm
- Camada de reforço do subleito: $REF \geq 2$ cm

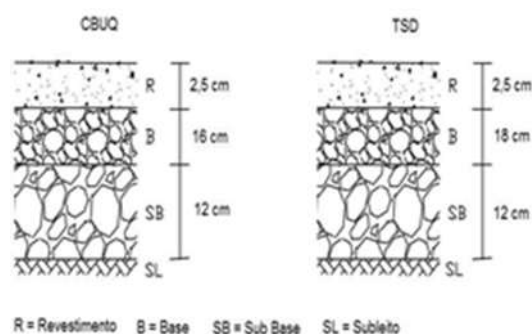


Imagem 3. Espessura final das camadas do pavimento no bairro Jair Cordeiro.

Dimensionamento para o bairro Bela Vista

Para o dimensionamento do pavimento no bairro Bela Vista realizou-se uma contagem no local nos dias 02 e 09 de Outubro de 2017, no horário de 07h às 19h, onde constatou-se que, em média, transitam 5 (cinco) veículos pesados. A quantidade de veículos previsto após 8 anos, no bairro Bela Vista, com uma taxa de aumento de 9% ao ano, é o de 10 veículos/dia.

Utilizando o quadro 1, classifica-se a via como V-1 e o tráfego previsto como MUITO LEVE, sendo assim, de acordo com a SUDECAP sua expectativa de vida útil é de 08 anos.

Tendo como resultado do número “N” o valor de $1,29 \cdot 10^4$, as espessuras de revestimento adotadas, tanto para CBUQ quanto para TSD, serão de 2,5 cm.

Quanto aos valores do ábaco, foram encontrados os seguintes:

$$H20 \cong 21 \text{ cm}$$

$H_n \cong 27 \text{ cm}$

$H_m \cong 34 \text{ cm}$

a) Dimensionamento utilizando concreto usinado a quente (CBUQ)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base: $B \geq 16 \text{ cm}$
- Camada de sub-base: $SUB \geq 6 \text{ cm}$
- Camada de reforço do subleito: $REF \geq 3 \text{ cm}$

b) Dimensionamento utilizando tratamento superficial duplo (TSD)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base $B \geq 18 \text{ cm}$
- Camada de sub-base: $SUB \geq 6 \text{ cm}$
- Camada de reforço do subleito: $REF \geq 3 \text{ cm}$

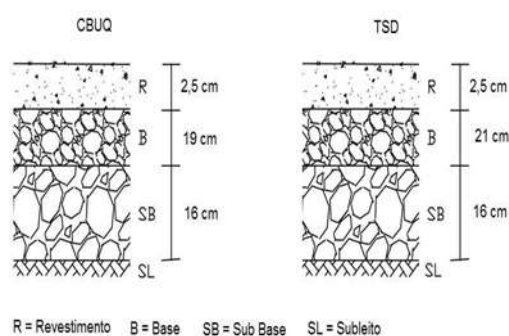


Imagem 4. Espessura final das camadas do pavimento do bairro Bela Vista.

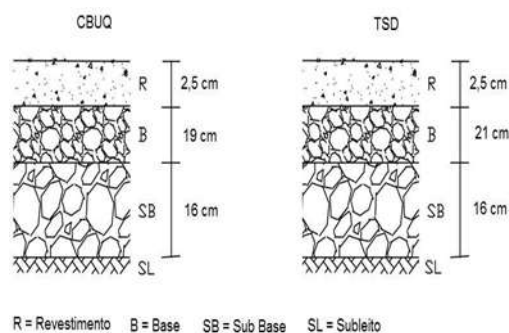


Imagem 5. Espessura final das camadas do pavimento bairro Edith Cordeiro.

DIMENSIONAMENTO PARA O BAIRRO EDITH CORDEIRO

Para o dimensionamento do pavimento no bairro Edith Cordeiro realizou-se uma contagem no local nos dias 10 e 11 de Outubro de 2017, no horário de 07h às 19h, onde constatou-se que, em média, transitam 32 (trinta e dois) veículos pesados. A quantidade de veículos previsto após 8 anos com uma taxa de aumento de 9% ao ano é de 64 veículos/dia.

Utilizando o quadro 1, classifica-se a via como V-2 e o tráfego previsto como LEVE, sendo assim, de acordo com a SUDECAP sua expectativa de vida útil será de 08 anos.

Tendo como resultado do número “N” o valor de $1,82 \cdot 10^5$, as espessuras de revestimento adotadas, tanto para CBUQ quanto para TSD, serão de 2,5 cm.

Quanto aos valores do ábaco, foram encontrados os seguintes:

$$H_{20} \cong 24 \text{ cm}$$

$$H_n \cong 32 \text{ cm}$$

$$H_m \cong 40 \text{ cm}$$

a) Dimensionamento utilizando concreto usinado a quente (CBUQ)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base: $B \geq 19 \text{ cm}$
- Camada de sub-base: $SUB \geq 8 \text{ cm}$
- Camada de reforço do subleito $REF \geq 6 \text{ cm}$

b) Dimensionamento utilizando tratamento superficial duplo (TSD)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base $B \geq 21 \text{ cm}$
- Camada de sub-base $SUB \geq 8 \text{ cm}$
- Camada de reforço do subleito $REF \geq 6 \text{ cm}$

DIMENSIONAMENTO PARA O BAIRRO HEITOR GARCIA

Para o dimensionamento do pavimento no bairro Heitor Garcia realizou-se uma contagem no local nos dias 30 e 31 de Outubro de 2017, no horário de 07h às 19h, onde constatou-se que, em média,

transitam 16 (dezesseis) veículos pesados. Após 08 (oito) anos, o tráfego previsto de veículos pesados será de aproximadamente 32 veículos/dia.

Utilizando o quadro 1, classifica-se a via como V-2 e o tráfego previsto como LEVE, sendo assim, de acordo com a SUDECAP sua expectativa de vida útil será de 08 anos.

Tendo como resultado do número “N” o valor de $7,62 \cdot 10^4$, as espessuras de revestimento adotadas, tanto para CBUQ quanto para TSD, serão de 2,5 cm.

Quanto aos valores do ábaco, foram encontrados os seguintes:

$H_{20} \cong 23 \text{ cm}$

$H_n \cong 30 \text{ cm}$

$H_m \cong 38 \text{ cm}$

a) Dimensionamento utilizando concreto usinado a quente (CBUQ)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base $B \geq 18 \text{ cm}$
- Camada de sub-base $SUB \geq 7 \text{ cm}$
- Camada de reforço do subleito $REF \geq 5 \text{ cm}$

b) Dimensionamento utilizando tratamento superficial duplo (TSD)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base $B \geq 20 \text{ cm}$
- Camada de sub-base $SUB \geq 7 \text{ cm}$
- Camada de reforço de sub-base $REF \geq 5 \text{ cm}$

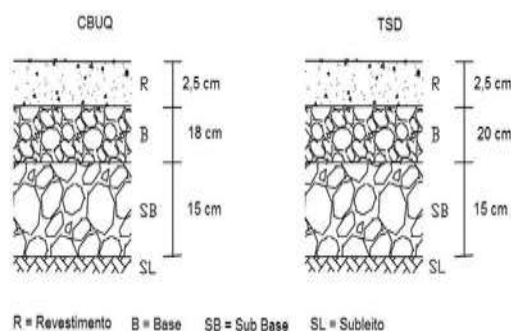


Imagem 6. Espessura final das camadas do pavimento do bairro Heitor Garcia.

DIMENSIONAMENTO PARA O BAIRRO VISTA ALEGRE

Para o dimensionamento do pavimento no bairro Vista Alegre realizou-se uma contagem no local nos dias 16 e 23 de Outubro de 2017, no horário de 07h às 19h, onde constatou-se que, em média, transitam 57 (cinquenta e sete) veículos pesados. Após 08 (oito) anos, o tráfego previsto de veículos pesados será de aproximadamente 135 veículos/dia.

Utilizando o quadro 1, classifica-se a via como V-3 e o tráfego previsto como MÉDIO, sendo assim, de acordo com a SUDECAP sua expectativa de vida útil é de 10 anos.

Tendo como resultado do número “N” o valor de $6,22 \cdot 10^5$, as espessuras de revestimento adotadas, tanto para CBUQ quanto para TSD, serão de 2,5 cm.

Foram encontrados os seguintes valores no ábaco:

$$H_{20} \cong 25 \text{ cm}$$

$$H_n \cong 33 \text{ cm}$$

$$H_m \cong 43 \text{ cm}$$

a) Dimensionamento utilizando concreto usinado a quente (CBUQ)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base B ≥ 20 cm
- Camada de sub-base SUB ≥ 8 cm
- Camada de reforço do subleito REF ≥ 8 cm

b) Dimensionamento utilizando tratamento superficial duplo (TSD)

Cálculo das espessuras da camada do pavimento

- Camada de base B ≥ 22 cm
- Camada de sub-base SUB ≥ 8 cm
- Camada de reforço do subleito REF ≥ 8 cm

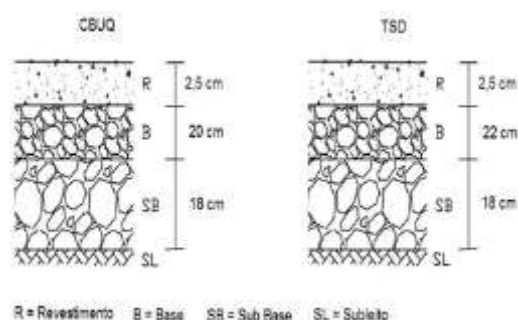


Imagem 7. Espessura final das camadas do pavimento do bairro Vista Alegre.

Disposto então o tráfego ali presente e o dimensionamento de todos os bairros analisados, dividiu-se em zonas de tráfego muito leve, leve e médio, onde a classificação de cada bairro deu-se conforme o quadro abaixo:

Quadro 3. Classificação dos bairros por zoneamento.

	Bairro	Área a ser pavimentada (m²)
Zona 1	Vasco Lopes	55.505,10
	Jair Cordeiro	
	Bela Vista	
Zona 2	Edith Cordeiro	34.744,50
	Heitor Garcia	
Zona 3	Vista Alegre	17.871,70
		Total: 108.121,30

As vantagens do revestimento TSD estão ligadas principalmente ao uso de equipamentos mais simples, trabalhabilidade à temperatura ambiente, possibilidade de estocagem e flexibilidade elevada. Devido a esses fatores e sua facilidade de manuseio no campo, o TSD é uma ótima opção para vias de tráfego leve e médio, sua aplicação pode não ser vantajosa quando comparado com o CBUQ, pois apresenta maior desgaste ao uso e um envelhecimento mais rápido. O CBUQ é utilizado como revestimento de pavimento para qualquer volume de tráfego, desde o muito baixo até o muito elevado.

Para o comparativo de custos, buscou-se valores junto a empresas que atuam no meio de pavimentação na região da cidade de Papagaios - MG e através de tabela fornecida pelo Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DEER – MG) e Empresa ASR Engenharia.

Foram orçados os preços para a aplicação do TSD, de modo que na Tabela Referencial DEER – MG, de vigência em abril de 2017, o preço do metro quadrado é de R\$12,66, enquanto que pela empresa ASR Engenharia, o preço total é de R\$16,10. O preço médio para a aplicação do TSD por metro quadrado resulta-se então em R\$14,38.

Quanto aos valores orçados para CBUQ, na Tabela Referencial DEER – MG, de vigência de 2017, o preço total R\$18,06, e o valor indicado pela empresa ASR Engenharia é de R\$21,50. O preço médio para a aplicação do CBUQ por metro quadrado resulta-se então em R\$19,78.

Foi caracterizado como “zona 1” todos os bairros que apresentaram tráfego muito leve (Vasco Lopes, Jair Cordeiro e Bela Vista) determinado então a área total a ser pavimentada de 55505,10 m². O valor total afim de obter o custo para a aplicação do TSD é de R\$ 798.163,34 e CBUQ é de R\$ 1.097.890,88.

Foi caracterizado como “zona 2” todos os bairros que apresentaram tráfego leve (Edith Cordeiro e Heitor Garcia), determinado então a área total a ser pavimentada de 34744,5 m². O custo para a aplicação do TSD é de R\$499.625,91 e CBUQ é de R\$687.246,21.

Foi caracterizado como “zona 3” todos os bairros que apresentaram tráfego médio (Vista Alegre), determinado então a área a ser pavimentada de 17871,7 m². O custo para a aplicação do TSD é de R\$256.995,05 e CBUQ é de R\$353.502,23.

Na comparação de custos entre os revestimentos tem-se o TSD como a solução mais vantajosa inicialmente, pois CBUQ apresenta uma diferença superior de aproximadamente 37% que o TSD.

Para tráfegos caracterizados como muito leve e leve, descritos na “zona 1” e “zona 2” será utilizado o TSD, pois a baixa intensidade do tráfego não justifica a aplicação do CBUQ que é um revestimento com alta resistência, caracterizando a análise dessas zonas somente pelo custo.

A “zona 3” foi caracterizada como tráfego médio, ainda sim apresenta um custo menor para a aplicação do TSD, sendo este viável aos custos de aplicação, mas, no que tange ao tráfego ali presente torna-se outra alternativa a aplicação de um pavimento com resistência maior, pois tal local apresenta a maior probabilidade de crescimento do número de veículos pesados, sendo assim pode-se aplicar o CBUQ neste zoneamento.

CONCLUSÃO

Com todas estas informações, conclui-se que o tratamento superficial duplo atende a pavimentação de todos os bairros citados neste trabalho, porém o CBUQ pode ser indicado para bairro com tráfego médio, se houver o aumento de tráfego maior do que o esperado, e para vias onde há tráfego de veículo muito pesados.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7207/82: Terminologia e Classificação de Pavimentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

Balbo, Jose Tadeu. Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Método de projeto de pavimentos flexíveis. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 1981.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Manual de Pavimentação – DNIT. 3ª Edição. Rio de Janeiro. Diretoria Colegiada do DNIT, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – SIDRA. Rio de Janeiro, 2010.

Marques, G. L. O. et al. Estudo de Pré-Misturado a Frio Utilizando Agregados da Região de Juiz de Fora-MG. Relatório final de pesquisa CNPQ / Programa PIBIC -UFJF, 2010.

Prado, J. L. S. Manual de Pavimentação. Belo Horizonte, 1961, vol. 2.

Senço, W. de. Manual de Técnicas de Pavimentação. São Paulo: PINI, 1997, vol. 2.

Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP). Classificação de Vias. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/>. Acesso em 13 maio 2021.

Teixeira, L. H. Tratamento Superficial. Boletim Técnico SINICESP, São Paulo, n. 12, 2012.

Capítulo 12



10.37423/221206906

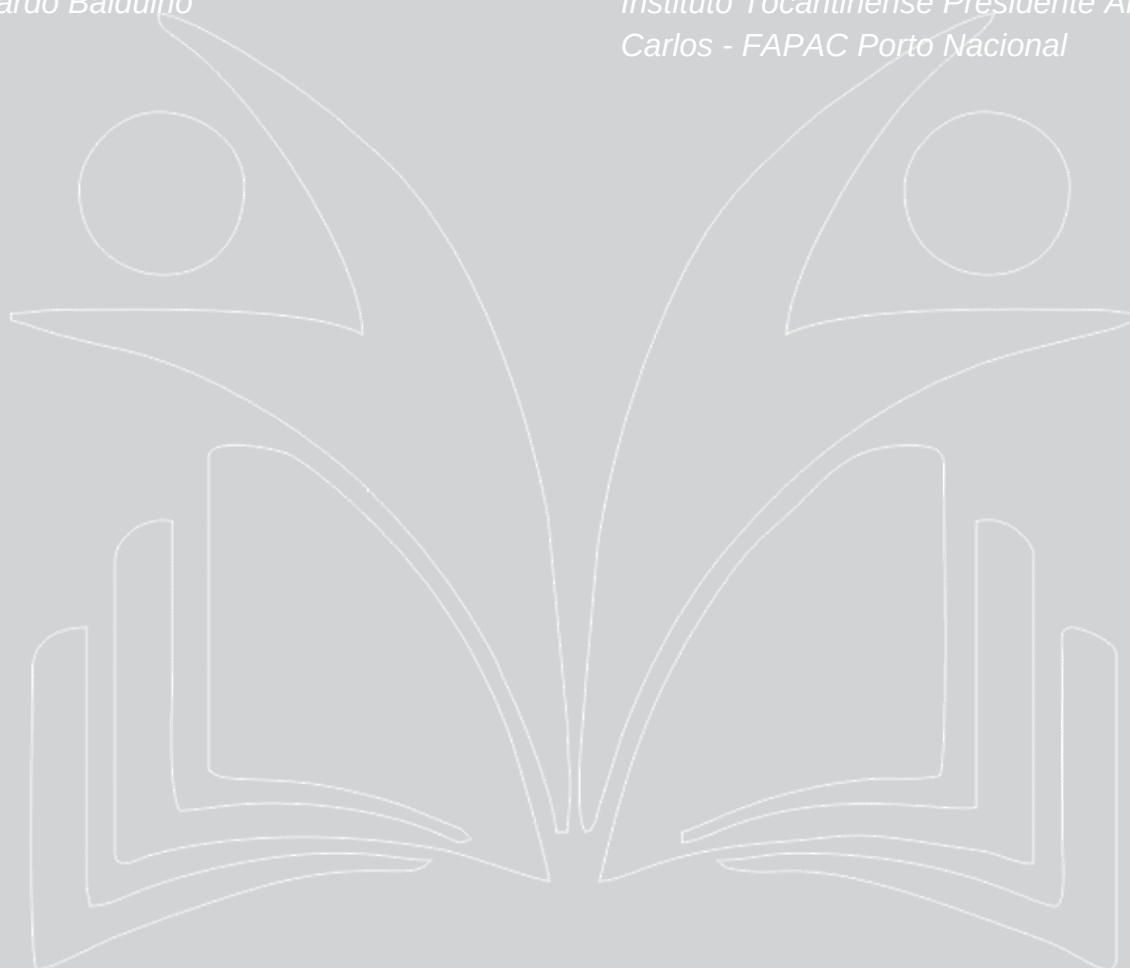
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA BALNEABILIDADE NA PRAIA BEIRA RIO – PORTO NACIONAL - TO

Frederico Paranhos Matos

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*

Angelo Ricardo Balduino

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio
Carlos - FAPAC Porto Nacional*



Resumo: A água é um bem imprescindível para a humanidade, em que pese ser renovável, é finito, ou seja, esgotável. Mediante a necessidade e a quantidade de água para o desenvolvimento e progresso das atividades humanas, ocorre um aumento significativo do consumo de água ano após ano no Brasil. A balneabilidade é um instrumento de verificação de parâmetros que determinam se a água de uma determinada praia tem qualidade para a recreação de contato primário. O objetivo da pesquisa foi avaliar as condições da água da Praia Artificial Beira Rio, situada na bacia hidrográfica do Rio Tocantins em Porto Nacional no estado do Tocantins, para fins de balneabilidade, de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000. Essa pesquisa priorizou a balneabilidade da água para uso pela população local. A metodologia que foi empregada contou-se com uma pesquisa experimental, segundo a técnica de *Colilert*, e ainda de acordo com a metodologia adotada por *Standard Methods* (APHA 2005), com análise de dados primários e secundários de qualidade da água. As informações sobre o monitoramento foram realizadas em parceria com o Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Tocantins – IFTO. Os resultados mostraram valores de E. coli e pH satisfatórios para o balneário da Praia artificial Beira Rio, de acordo com parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 274/2000.

Palavras-chave: Balneabilidade. Qualidade da água. Resolução CONAMA 274/2000.

1. INTRODUÇÃO

A utilização das águas para a prática de atividades de lazer sempre esteve presente na cultura humana, principalmente nos países de clima favorável e com vasta riqueza de recursos hídricos, como o Brasil. Tais condições são propícias para a prática de atividades de recreação que envolvam o contato primário com as águas do mar, rios, cachoeiras, represas e lagoa.

Berg, Guercio e Ulbricht (2013), ressaltam que a balneabilidade é um instrumento de qualidade das águas utilizado principalmente para o lazer e entretenimento de contato primário, ou seja, quando ocorrer relação de contato direto com água por meio de práticas de esportes e até mesmo de ingestão de forma acidental.

Atualmente, no Brasil, a avaliação da qualidade das águas de rios, lagoas e mares para atividades que envolvam o contato primário com as águas, ou seja, a balneabilidade, deve atender aos parâmetros determinados pela Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000. De acordo com a resolução acima citada, as condições para o banho das águas doces são avaliadas em categorias, definidas de acordo com os níveis de coliformes fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli*.

Na atualidade, as questões ambientais vêm recebendo maior significância com o desenvolvimento dos sistemas voltado as gestões ambientais, entretanto necessita maior atenção e cumprimento aos parâmetros estabelecidos. O conteúdo abordado neste estudo foi sobre água, considerado um bem natural fundamental para a sobrevivência de todos os seres que habitam o Planeta Terra.

Embora a água seja um bem natural renovável, ela pode a vim se tornar escassa, devido ao uso inconsciente, tendo em vista que apenas a água potável é própria para o consumo. O Brasil é um país abundante em água potável, abrigando cerca de 12% do total mundial, principalmente na Região Norte (BRASIL DAS ÁGUAS, 2013). O Estado do Tocantins, pertencente à Região Norte, é um dos estados com grande concentração de água doce, abrigando grandes bacias hidrográficas, entre elas a Bacia Araguaia e Tocantins (GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS, 2011). Porém a sociedade não a utiliza de forma consciente. Desperdício, crescimento demográfico, poluição, exploração, desmatamento são fatores que intensificam a redução em quantidade deste recurso e, além disso, interferem na qualidade da mesma.

Uma das principais causas da poluição das águas é o desenvolvimento desordenado das atividades econômicas, sobretudo nas áreas urbanas, com o aumento desigual e a falta de planejamento

demográfico, contribui para a disposição indevida de rejeitos advindos dos sistemas das redes de esgoto e saneamento.

Com base nesse questionamento, o objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar as condições da água da Praia Beira Rio, situada na bacia hidrográfica do Rio Tocantins em Porto Nacional – TO, para fins de balneabilidade, de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000. Como Objetivo específicos buscou-se avaliar a qualidade da água através de testes laboratoriais, comparar os valores alcançados, com os padrões determinados pela Resolução CONAMA 274/2000 e classificar as condições da água, certificando se estão conforme a legislação ambiental.

Ainda nessa mesma perspectiva, é importante ressaltar que o município de Porto Nacional é margeado pelas águas do Rio Tocantins, represadas pela Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães. Portanto, é privilegiada por ter a sua disposição uma pequena porção da água doce disponível no Planeta Terra.

2. METODOLOGIA

2.1 MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TO.

O município de Porto Nacional, localiza-se aproximadamente 64km da Capital Palmas, e conta com uma área de 4.434.680 km². Estima-se que em 2020 a cidade contava com uma população de 53.316 habitantes (IBGE, 2021).

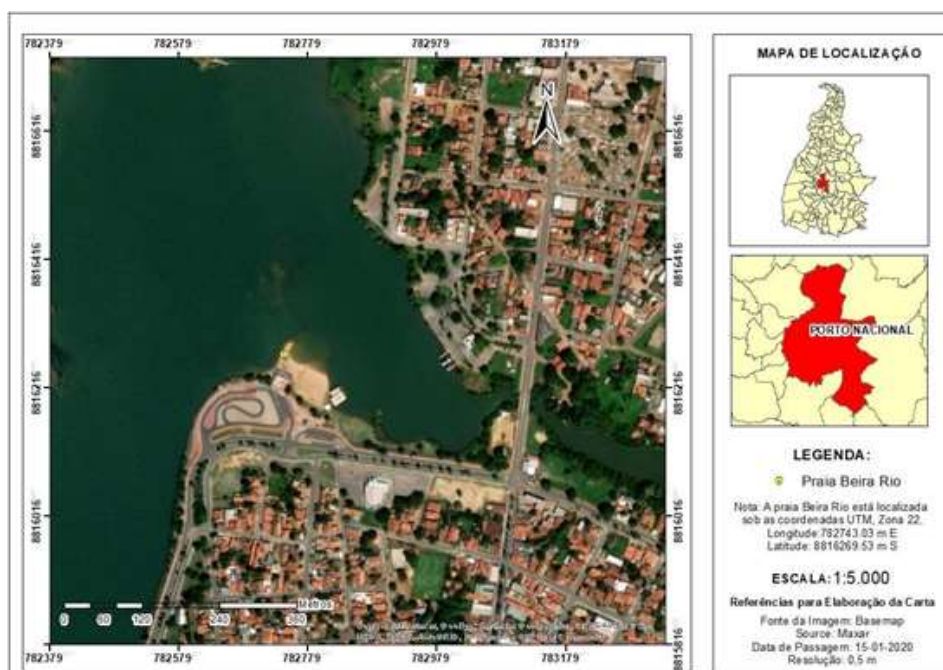
Porto Nacional sempre esteve diretamente ligado historicamente e culturalmente ao rio Tocantins. O rio Tocantins era uma das principais via de acesso, embarcações singravam o Tocantins transportando mercadorias entre Porto Nacional e Belém do Pará. Com a construção da rodovia BR-153, nos anos 1970, o fluxo de pessoas e mercadorias passou para a via terrestre.

Os nomes atribuídos à cidade estão relacionados com a situação política vigente no país: Porto Real, quando era Brasil-reino; Porto Imperial, na época do Império e finalmente Porto Nacional, após a proclamação da república.

2.2 LOCAL DA COLETA DAS AMOSTRAS

A pesquisa foi realizada na Praia Artificial Beira Rio, localizada às margens do Lago da Usina Luís Eduardo Magalhães ou Usina de Lajeado, como é conhecida, no município de Porto Nacional/TO que fica à aproximadamente 64 KM da capital Palmas (figura 2).

Figura 2: Localização da Praia Beira Rio, Porto Nacional/TO



Fonte: Castro Filho (2020)

2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE AMOSTRAS

A pesquisa foi realizada “in loco” no período compreendido entre fevereiro e março de 2022. Neste período há maior probabilidade de incidência de contaminação do corpo do rio através do carregamento de materiais concentrados no solo através das chuvas.

A figura 3 é uma imagem de satélite extraída via Google Earth para melhor compreensão e visualização do ponto de monitoramento demarcado para coleta na Praia Beira Rio.

Figura 3 – Localização do ponto de amostragem da Praia de Porto Real.



Fonte: Google Earth (2022)

Este ponto foi marcado pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS modelo de navegação GARMIN-60CSx), e sabe-se que o ponto de amostragem foi definido de acordo com os parâmetros contidos na NBR-9897, onde teve como alvo direto o plano de amostragem do ponto de amostragem dos efluentes líquidos e corpos receptores.

O ponto foi delimitado para facilitar a análise das condições de balneabilidade para uso recreativo de contato primário.

- PI - Área delimitada para o banho. As coordenadas geográficas do ponto escolhido para efetuar as coletas das amostras para análise da qualidade da água para uso recreativo de contato primário, encontra-se descrita no quadro 1.

Quadro 1 – Coordenada geográfica do ponto demarcado.

PONTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Latitude (ϕ)	Longitude (λ)
P1	10°41'42''S	48°25'09'' W

Fonte: Próprio Autor (2022)

Semanalmente, foi cumprindo o cronograma planejado, foram coletadas as amostras de água no ponto definido, com o uso luvas descartáveis e de recipiente de vidro esterilizado com medida de 100 ml, a uma profundidade de mais ou menos 1 (um) metro, durante o período de seis semanas, iniciando-se no dia 28 de junho e finalizando-se no dia 31 de julho do corrente ano, conforme demonstrado no quadro 2 abaixo.

Durante a realização da pesquisa, o monitoramento ocorreu nos meses de junho e julho de 2022, o que levou um total de seis semanas, conforme o quadro abaixo.

Quadro 2 – Cronograma das datas de coletas das amostras

DATAS DAS COLETAS				
SEMANA	MÊS	DIA DA SEMANA	DIA DO MÊS	HORÁRIO
1ª semana	Junho	Terça-feira	28	13:00 às 17:00
2ª semana	Julho	Terça-feira	05	
3ª semana	Julho	Terça-feira	12	
4ª semana	Julho	Terça-feira	19	

5ª semana	Julho	Terça-feira	26
6ª semana	Julho	Domingo	31

Fonte: Próprio autor (2022).

As amostras foram colhidas semanalmente, após a seleção do ponto principal, utilizamos recipientes de vidro esterilizados de 100ml, cerca de 25cm. De acordo com o artigo 5º da cláusula única da Resolução Conama 274/2000, o local da coleta foi escolhido de acordo com o local com maior concentração de pessoas banhando.

Figura 4: Exemplo de coletor



Fonte: Castro Filho,(2022).

Na realização da coleta do material para análise de dados, foram utilizadas luvas descartáveis e frascos esterilizados, sendo que as amostras coletadas em campo ficaram armazenadas em caixa térmica com gelo e depois transportadas para o laboratório de química do IFTO.

2.4 MÉTODO DE ANÁLISE EM LABORATORIO

As amostras recolhidas foram transportadas para o laboratório do IFTO – Campus Porto Nacional, posteriormente efetuada a análise microbiológica de *E. coli* de acordo com a técnica baseada em Colilert descrita no método padrão seguindo Standard Methods (APHA, 2005).

O método colilert é amplamente utilizado neste tipo de pesquisa. O meio de cultura (enzima Colilert) usada para analisar 100 mL de água é apropriada; cada enzima foi adicionada a um frasco de 100 mL junto com a amostra coletada e agitada até que as partículas estejam completamente diluídas. Em seguida, incube a solução em estufa a 35°C por 24 horas.

A Resolução CONAMA 274/2000 determinou os parâmetros que foram seguidos e estabelecidos métodos analíticos para obtenção dos resultados das amostras coletadas. Além deste parâmetro, foi

executado outro parâmetro, que foi uma análise física e química do pH por meio de uma medição de pH de bancada.

O parâmetro indicador microbiológico de balneabilidade foram os coliformes fecais segundo a resolução CONAMA 274/00.

3. RESULTADOS

Com base na CETESB (2004), balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário (natação, mergulho, esqui-aquático, etc), sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água, onde a probabilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada.

Berg, Guercio e Ulbricht (2013) ressaltam que a qualidade da água é determinada através de análises de parâmetros microbiológicos das amostras com o propósito de determinar a quantidade de coliformes fecais, *Escherichia coli* e enterococos. Os parâmetros utilizados para mensurar a balneabilidade de água são determinados pela presença de coliformes fecais no local e, portanto, podem ser atribuídos à presença de esgoto na água. Em alguns casos, existem fontes de poluição que levam à degradação da qualidade da água, como despejo nas proximidades, água da chuva, condições naturais da praia, uso por turistas durante a temporada de praia, dentre outros.

Campos e Cunha (2015) destacam que balneabilidade é um monitoramento da qualidade das águas importante para analisar a política de saneamento implantada pelo órgão ambiental responsável. Portanto, sua finalidade é monitorar a qualidade da água para analisar “o risco de contaminação de banhistas, e o tempo, relativamente curto, entre a contaminação e o decaimento bacteriano” (PELEJA, 2015).

Segundo Aureliano (2000), o banho é uma ferramenta de avaliação que pode analisar a qualidade da água em contato com as pessoas. Essa verificação é baseada em amostras coletadas em testes de laboratório realizados localmente e, a partir daí, as conclusões só podem ser tiradas se a água atender aos parâmetros necessários para recreação.

Dessa forma, vale ressaltar que o contato secundário se refere a qual o contato é associado a atividades com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é pequena, como na pesca e na navegação (CETESB, 2014).

Para se chegar ao resultado pretendido, ou seja, responder se a qualidade da água que banha a Praia Beira Rio no município de Porto Nacional/TO é própria ou imprópria para o uso recreativo de contato

primário, inicialmente buscou-se a média dos resultados das análises microbiológicas das 06 (seis) amostras coletadas, somando-se os seus resultados e dividindo-os por 6, e na sequencia confrontando esses valores com os critérios de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000.

A Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000 define os critérios de balneabilidade em águas localizadas no território brasileiro, com o objetivo de garantir as condições de recreações de contato primário e analisar o desenvolvimento da qualidade das águas comparados aos níveis estabelecidos (CONAMA, 2000).

O artigo 2º da Resolução 274 nos seus §§ 1º e 4º define as condições de avaliação nas categorias própria e imprópria:

Art. 2º. As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 1º As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias: (grifo nosso)

Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;

Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

§ 4º As águas serão consideradas IMPRÓPRIAS quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- b) Valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2.000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- c) Incidência elevada ou anormal, na região de coleta, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;

- d) Presença de resíduos ou despejos sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- f) Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- g) Outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário;

A Tabela 1 apresenta a classificação da água em relação à balneabilidade, segundo as categorias e os critérios pré-determinados na Resolução 274/2000.

Tabela 1 - Classificação da água em relação à balneabilidade segundo a Resolução 274

Categoria	Coliformes fecais (NMP/100ml)*	Escherichia Coli (NMP/100ml)*
Excelente	< 250	< 200
Muito Boa	< 500	< 400
Satisfatória	< 1000	< 800
Imprópria	Acima de 2500	Acima de 2000

Fonte: RESOLUÇÃO Nº 274/2000 DO CONAMA.

A Resolução 274/2000 aborda questões relacionadas ao bloqueio de praias e balneários em seu artigo terceiro, medida que pode ser tomada caso o órgão de controle ambiental entenda que o contato principal com as águas recreativas é de má qualidade. Os trechos devem ser interditados também em caso de ocorrência dos seguintes acidentes: derrames de óleo e transbordamento de esgotos, toxicidade ou formação de nata devido ao crescimento de algas ou outros organismos e, no caso de água doce, existe a possibilidade de propagação de moluscos transmissores, esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

Portanto, os órgãos de controle ambiental são responsáveis por divulgar as condições de balneabilidade das praias e dos balneários e pela inspeção da aplicação e cumprimento desta resolução (CONAMA, 2000).

Em relação as precauções indicadas aos banhistas cabe destacar as possíveis contaminações supramencionadas, considerando-se as diversas variáveis intervenientes na balneabilidade das praias

e sua relação com a possibilidade de riscos à saúde dos frequentadores, é recomendável EVITAR: (CETESB, 2009):

- Banhar em águas do mar classificadas como impróprias;
- Tomar banho de mar nas primeiras 24 horas, após chuvas intensas;
- Banhar em canais, córregos ou rios que afluem às praias; pois estes em sua grande maioria recebem esgotos domésticos;
- Engolir água do mar, com redobrada atenção para com as crianças e idosos, que são mais sensíveis e menos imunes do que os adultos;
- Não levar animais à praia.

Neste sentido, a Organização Mundial da Saúde (OMS) utiliza seus próprios padrões para classificar as águas recreativas sob a perspectiva de possíveis doenças infecciosas relacionadas à gastroenterite e doenças respiratórias febris agudas (CETESB, 2014).

A OMS classifica em quatro grupos, sendo dessa forma possível identificar as classes A, B, C e D, de acordo com os riscos oferecidos por cada uma delas, com base no percentil 95 da concentração de Enterococos intestinais /100mL. A tabela 4 exibe os dados associados a esses riscos (CETESB, 2014). Chama-se a atenção para o fato de que as classes identificadas pela OMS equivalem às denominações “Muito Boa, Boa, Regular e Ruim” utilizadas pela CETESB.

Tabela 2: Critérios de classificação das praias segundo a OMS e riscos associados

Classe	Percentil 95 EnterococosUFC / 100 mL	Risco de contrair Gastroenterite	Risco de contrair doenças respiratórias febris
A – Muito boa	≤40	<1%	<0,3%
B - Boa	De 41 a 200	1 a 5%	0,3 a 1,9%
C – Regular	De 201 a 500	5 a 10%	1,9 a 3,9%
D – Ruim	>500	>10%	>3,9%

Fonte: CETESBE (2014).

Outro fator determinante na contaminação das praias e balneários são os esgotos compostos por dejetos humanos, água e compostos químicos derivados de produtos domésticos e / ou industriais. Além disso, as fontes de esgoto que afetam o meio aquático (principalmente ecossistemas costeiros) são oriundas de cidades e áreas industriais, atividades agrícolas, dragagem e, às vezes, do próprio

material gerado nas estações de tratamento – ETE's. A maior parte do lançamento de esgoto são destinados aos córregos e canais, e sua destinação final é a praia (CETESB, 2005).

De maneira geral, os esgotos constituem um dos maiores problemas de poluição marinha, não só pelo volume do material poluente despejado, mas também pelos transtornos que é causado em termos de saúde pública (CRAPEZ, 2008).

A Resolução CONAMA 274/2000 define coliformes fecais como bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais, que se caracterizam pela presença da enzima β -galactosidade e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de serem encontradas nas fezes de humanos e animais, também podem ser encontradas no solo, plantas ou qualquer efluentes que contenha matéria orgânica.

Bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes termotolerantes só podem se desenvolver no trato gastrointestinal de animais de sangue quente (supostamente animais de sangue quente) e podem causar doenças, como *Klebsiella* e *Escherichia coli* (PADUA, 2003).

Em geral, a fonte potencial de carga de poluição por coliformes fecais na água se deve à ocupação humana e ao uso do solo, bem como a fatores como atividades agrícolas e sua ampla gama de atividades animais (gado de leite, de corte, suínos, aves e equinos) em conjunto ao não tratamento dos dejetos gerados, efluentes domésticos (TRAFICANTE, 2011).

No período chuvoso, o aumento do escoamento e da lixiviação do local de moradia das pessoas com fossas é um dos principais fatores que levam ao aumento do número de coliformes fecais nos corpos d'água (SOUZA; NUNES, 2008).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000, *Escherichia coli* é uma bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, que se caracteriza pela presença das enzimas β -galactosidade e β -glicuronidase. Ele cresce em um meio complexo a 44-45 °C, fermenta a lactose e o manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. *Escherichia coli* é rica em fezes humanas e de animais e só tem sido encontrada em esgotos, efluentes, água natural e solo recentemente contaminado por fezes. De acordo com esta resolução, as condições de banho de água doce devem ser classificadas e avaliadas de acordo com o nível de *Escherichia coli*. No quadro abaixo apresenta-se a média geral dos resultados das análises das amostras da água da praia Beira Rio município de Porto Nacional – TO em relação à balneabilidade.

Quadro 3 – Média geral dos resultados das análises das amostras para *pH* e *E. Coli*

PARÂMETROS	MÉDIA - PI (6 amostras)
pH	6,38
<i>Escherichia Coli</i> (NMP/100mL)	34,1

Fonte: Próprio Autor (2022).

Encontrado os resultados dos indicadores *E. Coli* e pH, e na sequência confrontando-se os dados obtidos com os parâmetros e critérios pré-determinados na Resolução CONAMA nº 274/2000, foi possível afirmar que no período avaliado a água da Praia Beira Rio apresenta condições favoráveis ao uso recreativo de contato primário, classificando-a na categoria de “EXCELENTE”, portanto, Própria.

Nota-se ser de fundamental a importância do monitoramento constante da água que banha a Praia Beira Rio pelas autoridades e órgãos competentes, com vista a evitar doenças e degradações ambientais, proporcionando bem estar, saúde e segurança aos banhistas que a frequentam durante todo o ano.

Destarte, os resultados obtidos no presente trabalho de pesquisa de caráter experimental foram apresentados e discutidos através dos indicadores de pH, Temperatura, Condutividade Elétrica, Turbidez, Coliformes Termotolerantes Totais e *Escherichia Coli*, considerando os critérios de classificação da Resolução CONAMA nº 274/00, para águas próprias e impróprias para fins de balneabilidade, com base na média de seis amostras consecutivas, demonstrada no quadro 1.

Com relação a estrutura física a Praia do Beira Rio apresenta um bom estado de conservação e de limpeza, mostrando-se favorável também neste aspecto.

4. DISCUSSÃO

Assim como os resultados mostraram-se positivos para atividade própria de balneabilidade neste estudo, poderiam também em outro momento apresentarem condições desfavoráveis, ou seja, impróprias para uso recreativo de contato primário, desde que presentes na água agentes causadores de doença em razão de vários fatores.

Nesse sentido, a CETESB elaborou critérios para medir a balneabilidade, encontrando a densidade de coliformes fecais no local devido à presença de esgoto naquela água em razão de diversos fatores, tais como:

- Existência de sistemas de coleta e disposição dos despejos domésticos gerados nas proximidades;
- Existência de córregos afluindo ao mar;
- Fisiografia da praia;
- Ocorrência das chuvas;
- Condições de maré.

Quando essa situação ocorrer, os órgãos de controle ambiental são responsáveis pela inspeção e divulgação das condições de balneabilidade das praias e dos balneários, obrigando-se a fazer a aplicação e cumprimento do disposto na Resolução CONAMA nº 274/2000 no seu artigo 3º, podendo inclusive interditar trechos que ficar constatado a contaminação da água, bem como, se houver derramamento de óleo, ocorrência de toxicidade, além de outras doenças de veiculação hídrica.

Tabela 3 – Doenças de veiculação hídrica

DOENÇA	TRANSMISSÃO	SINTOMAS
Cólera	Água contaminada, alimentos crus e moscas.	Diarréias, fezes semelhantes à água de arroz, sede, dores e coma.
Febre Tifóide	Água contaminada, leite, laticínios, ostras, alimentos e moscas.	Infecção geral, caracterizada por febres contínuas, manchas rosadas, diarreias.
Leptospirose	Alimentos, a água ou solo contaminado ou excrementos e urinas de animais infectados.	Febre, dores de cabeça, náusea, dores musculares, vômitos, sede e prostração.
Amebíase	Água contaminada, alimentos crus, moscas e baratas.	Desconforto abdominal, diarreia, sangramento nas fezes.
Ascaridíase-Helminthos	Alimentos, água contaminada e esgotos.	Vermes nas fezes, dores abdominais, erupções na pele e náuseas.
Esquistossomose	Água contaminada	Diarreia, dermatose, cirrose do fígado, distúrbios do baço.
Ancilostomose	Água e alimentos crus.	Distúrbios intestinais, dores abdominais, vômitos, perturbação do sono.
Hepatite Infecciosa (A e)	Água, alimentos, leite, contato direto.	Febre, náusea, dor de cabeça, perda de apetite, possivelmente vômitos e fadiga.
Poliomielite	Contato direto e através da rede de esgoto.	Febre, dores de cabeça, mal-estar e paralisia.

Fonte: Resolução CONAMA (2000).

Diante desse contexto, Lustosa e Balduino (2018), destacam que os coliformes são bactérias utilizadas como indicador microbiológico de controle de qualidade da água – monitoramento de microrganismos patogênicos. A sobrevivência desses microrganismos dependem da qualidade da água em relação a temperatura, quantidade de oxigênio, turbidez e nutrientes presentes na água. Os patógenos podem estar aderidos nas partículas de areia e sedimentos ocasionando o aumento da concentração desses organismos em rios e lagos (HERMES e SILVA, 2004).

A Resolução CONAMA 274/00 determina que pelo menos 80% das amostras analisadas apresentem uma contagem de *Escherichia coli* inferior a 800 NMP/100 ml de amostra para que a balneabilidade da praia pesquisada seja considerada na categoria própria e subcategoria satisfatória.

De acordo com a Resolução nº 274 (CONAMA, 2000), a Praia em referência foi classificada quanto à balneabilidade na categoria própria e subcategoria excelente, pois mais de 80% das amostras obtidas apresentaram valores inferiores ao estabelecido na Resolução CONAMA, ou seja, inferiores a 200 NMP/100ml.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a pesquisa de caráter experimental, realizada nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, com as amostras da água da Praia Beira Rio no mês julho/2022 apresentou resultados para pH e *Escherichia Coli*, dentro dos padrões recomendados para balneabilidade, se confrontados aos parâmetros determinados na Resolução CONAMA nº 274/2000, classificada na categoria de “Excelente” a qualidade da água para a finalidade desejada, visto que os valores de *E. Coli* se apresentaram inferiores a 200 NMP/100 ml e de pH dentro dos limites estabelecidos na referida resolução, que estabelece como sendo impróprias para o uso recreativo se for encontrado $pH < 6,0$ ou $pH > 9,0$ para águas doces. Em que pese o resultado encontrado, é necessário a atuação permanente das autoridades legalmente constituídas e dos órgãos de fiscalização no controle da qualidade das águas da Praia Beira Rio para o uso recreativo de contato primário permanentemente, visto que a praia é frequentada pelos banhistas durante todo o ano.

6. AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus nosso Criador e Redentor, pela dádiva da vida e pela vitória de estar realizando mais um sonho.

Agradeço ao Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos – ITPAC PORTO, pelo ensino de qualidade, mesmo em dias de escuridão como os de hoje. Que com muita competência e eficiência buscou meios e ferramentas tecnológicas para superar os desafios impostos no decorrer do curso.

Aos professores pelas contribuições, pois não mediram esforços e se mostraram eficaz possibilitando-nos a realização desse grande sonho em tempos sombrios.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins na pessoa do Professor Doutor Ângelo Ricardo Balduino, por ceder suas instalações, neste caso, seu laboratório de análises para rodar as amostras da água da Praia Beira Rio. Sem essa parceria, com certeza, nossa missão teria sido muito mais difícil.

Agradeço ao meu orientador professor Doutor Ângelo Ricardo Balduino, profissional que tenho uma enorme admiração e gratidão, por ter de pronto atendido meu pedido de orientação. Suas experiências e orientações me conduziu com segurança neste trabalho de pesquisa e também durante toda a minha graduação. Muito obrigado!

REFERÊNCIAS

AURELIANO, J. T. Balneabilidade das praias do Estado de Pernambuco. O núcleo da Região Metropolitana do Recife. Dissertação (Mestrado em Gestões Políticas e Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2000.

APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21ª edição. Associação Americana de Saúde Pública. Washington: APHA, 2005.

BERG, C. H.; GUERCIO, M. J.; ULBRICHT, V. R. Indicadores de Balneabilidade: A situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. International Journal of Knowledge Engineering and Management. Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, jul./out, 2013.

BRASIL DAS ÁGUAS. A importância da água. 2013.

BRASIL. Crises hídricas no Brasil – Fórum Mundial da Água. Ministério da Integração Nacional, 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de Novembro de 2000. Seção 1, páginas 70 – 71. Define critérios de balneabilidade das águas brasileiras. Publicada no Diário Oficial da União, nº 18 de 25 de Janeiro de 2001.

BRASIL, G. E. O. Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Recursos Hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília: MMA, 2007.

CAMPOS, J. S.; CUNHA, H. F.A. Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. Biota Amazônia, ISSN 2179-5746. v.5, n.4, p. 110-118, Macapá, 2015.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias. São Paulo: 142 p, 2004.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo: balneabilidade das praias, 2004. São Paulo: CETESB, 2005. 260p.

-----Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas do Estado de São Paulo, 2008. São Paulo: CETESB, 2009. 323p.

-----Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo, 2013. São Paulo: CETESB, 2014. 213p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 274 de 29 de novembro de 2000: Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília, 2000. 3 p.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 274 de 29 de novembro de 2000: Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília, 2000.

CRAPEZ, M.A.C. Microrganismos. In: Baptista Neto, J.A.; Wallner Kersavach, M.; Patchineelam, S.M. (Orgs). Poluição Marinha. Rio de Janeiro. Interciência, 2008, p. 21-42.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins. Secretaria do Meio Ambiente e de Desenvolvimento Sustentável, 2011.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. Relatório de Fiscalização: ação de fiscalização no sistema de abastecimento de água da cidade de Porto Nacional– TO. Palmas, 2017.

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. Avaliação da Qualidade das águas: manual prático. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica. p. 55, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília/DF, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/porto-nacional/panorama>. Acessado em 11 de abril de 2022.

LUSTOSA, Rubens Oliveira. BALDUÍNO, Ângelo Ricardo. Avaliação da qualidade das águas para balneabilidade na Praia do Querer no Município de Santa Rosa do Tocantins – TO, 2018. Disponível em: <http://www.itpacporto.com.br/app/.Mod/Public_/Repositorio.php?NVL=2&ID=6&YEAR=2>. Acessado em: 10 de abril de 2022.

PELEJA, J.R.P. Estudo das Condições de Balneabilidade das Praias de Alter do Chão: Relatório Técnico Científico. Santarém, Universidade Federal do Oeste do Pará, 2015.

SOUZA, R. F. P.; SILVA, A. G. J. Poluição hídrica e qualidade de vida: o caso do saneamento básico no Brasil. 2005. 8 p.

TRAFICANTE, D. P. Estudos limnológicos de balneabilidade no Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta (Botucatu, SP, Brasil): relação com possíveis fontes poluidoras. Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. São Paulo 2011.

ENGENHARIA: SOLUÇÕES E INOVAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

VOLUME II

 conhecimentolivre.org/home
 contato@conhecimentolivre.org
 [editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE