GALILEU

FACULDADE

Revista de Engenharia da Faculdade Galileu

Revista de Engenharia da Faculdade Galileu

A Revista de Engenharia da Faculdade Galileu foi criada em julho de 2021, com o objetivo de publicitar os resultados de trabalhos científicos, por meio da publicação de artigos produzidos pelas diversas áreas da engenharia.

Conselho Editorial

Prof.ª Dra. Janaina Aparecida Alves Scaliza

Prof.ª Ma. Aline Jauch Antônio

Prof.ª Ma. Tamara Vieira Pascoto

Conselho Científico

Prof.ª Dra. Meire Cristina Nogueira Andrade

Prof.º Ms. Gabriel Nunes Maia Junior

Prof.ª Ma. Tamara Vieira Pascoto

Prof.º Ms. Diego Augusto Valverde

Prof.º Ms. Douglas Ricardo Fumes

Prof.º Dr. Eduardo José Martin

Revista de Engenharia da Faculdade Galileu

Revista de Engenharia da Faculdade Galileu: Revista Faculdade Galileu
Periodicidade: Semestral
Capa e diagramação: Aline Jauch Antônio
Produção e Organização: Janaina Ap. Alves Scaliza
Apoio: FRB – Faculdades Reunidas de Botucatu

Revista de Engenharia da Faculdade Galileu : Revista Faculdade Galileu. Botucatu-SP:FRB,2021 – semestral – v1, n1 (jul/2021). Faculdade Galileu. ISSN -

Semestral, v.1, n.1

Volume 1 - Julho/2021 – Botucatu/SP

ARTIGOS DE PESQUISA

1. Estudo comparativo entre a viabilidade econômica de estrutura em aço e concreto armado na região de Barra Bonita – SP.....5
(Rodrigo Vieira Chagas e Tamara Vieira Pascoto)

2. Análise da viabilidade econômica na implantação de um sistema de energia fotovoltaica em uma indústria metalmecânica.....20
(Adenir Henrique Berto, Aline Jauch Antônio, Janaina Ap. Alves Scaliza e Valmir Meneguim)

3. Análise da precisão de aplicativos de medição.....35
(Benjamin Luís Teixiera Napolitano e Tamara Vieira Pascoto)

4. Utilização de RFID para gestão de estoque em uma empresa metalomecânica do interior do estado de São Paulo.....51
(Luiz Fernando Gianoni, Aline Jauch Antônio, Janaina Ap. Alves Scaliza e Valmir Meneguim)

5. Avaliação da superfície do pavimento da Rodovia Vicinal Alcides Soares.....65
(Beatriz Fernanda Alves e Diego Augusto Valverde)

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DE ESTRUTURA EM AÇO E CONCRETO ARMADO NA REGIÃO DE BARRA BONITA – SP

Rodrigo Vieira Chagas e Tamara Vieira Pascoto
FACULDADE GRANTIETÊ

RESUMO

O PRESENTE ESTUDO TEM POR OBJETIVO DISCORRER ACERCA DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA CONSTRUÇÃO PROJETADA EM ESTRUTURA METÁLICA E EM CONCRETO ARMADO, ATRAVÉS DO DIMENSIONAMENTO DE UMA GARAGEM, LOCALIZADA NA CIDADE DE BARRA BONITA – SP. A ESTRUTURA METÁLICA FOI DIMENSIONADA DE ACORDO COM A NBR 8800/2008, ENQUANTO A ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO FOI DIMENSIONADA COM AS ORIENTAÇÕES DA NBR 6118/2014. APÓS A FINALIZAÇÃO DO PROJETO, FOI REALIZADO UM COMPARATIVO DE CUSTOS PARA AS RESPECTIVAS EXECUÇÕES DA ESTRUTURA APRESENTADA, COM BASE NOS PREÇOS ATUAIS DE MERCADO. CONCLUIU-SE QUE A ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO TEM CUSTO INFERIOR, EM TORNO DE 21,8%, QUANDO COMPARADA COM A METÁLICA. ENTRETANTO, É IMPORTANTE RESSALTAR QUE, ESSE NÃO PODE SER O ÚNICO PADRÃO DE ESCOLHA DO PROCESSO CONSTRUTIVO.

PALAVRAS-CHAVE: ESTRUTURAS EM AÇO; CONCRETO ARMADO; VIABILIDADE; ESTUDOS COMPARATIVOS.

ABSTRACT

THE PRESENT STUDY AIMS TO DISCUSS THE FEASIBILITY OF A CONSTRUCTION DESIGNED IN METAL STRUCTURE AND REINFORCED CONCRETE, THROUGH THE DIMENSIONING OF A REAL GARAGE, LOCATED IN THE CITY OF BARRA BONITA - SP, AND THE METAL STRUCTURE WAS DIMENSIONED THROUGH CALCULATIONS PRESENTED IN THE SCOPE OF THE STUDY, CONSIDERING SUGGESTIONS PRESENT IN NBR 8800, WHILE THE REINFORCED CONCRETE STRUCTURE WAS RELATED THROUGH A SUMMARY OF MATERIALS THAT FACILITATED THE DETERMINATION OF THE COSTS OF THE STRUCTURE. AFTER THE COMPLETION OF THE PROJECT, A COST COMPARISON WAS MADE FOR THE RESPECTIVE EXECUTIONS OF THE STRUCTURE PRESENTED, BASED ON CURRENT MARKET PRICES, SHOWING THAT THE STRUCTURE IN REINFORCED CONCRETE HAS A LOWER COST WHEN COMPARED TO THE METALLIC ONE, HOWEVER THIS CANNOT BE THE ONLY STANDARD OF CHOICE, AND IT HAS TO BE CONSIDERED NUMEROUS CONTEXTS. REGARDLESS OF THE VALUES DETERMINED, THE OWNER OF THE RESIDENCE OPTED FOR THE CONSTRUCTION WITH STEEL STRUCTURE.

KEYWORDS: STEEL STRUCTURES; REINFORCED CONCRETE; VIABILITY; COMPARATIVE STUDIES.

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica na engenharia civil, em razão de sua dinâmica tem permitido a inclusão de novos métodos e materiais junto ao mercado, visando cada vez mais otimizar o processo construtivo. Dentre esses novos recursos destaca-se a implantação da estrutura metálica. (BELLEI et al., 2010).

Segundo defendem Bellei et al., (2010) a utilização de estruturas metálicas foi difundida durante o século XVIII, revolucionando a engenharia civil, considerando ainda que a obra mais importante desse período, a ser construída com esse recurso foi a Ponte sobre Severn, na cidade de Coalbrookdale, na Inglaterra, tendo sido projetada por Abraham Darby.

Posteriormente, esse material foi agregado à construção civil, fomentando a construção de edifícios industriais e estações de trem, porém sua empregabilidade era mais recorrente na construção de pontes. (BELLEI, et al., 2010).

Com o advento da Revolução Industrial, a empregabilidade do aço generalizou-se. Nesse contexto, surge o primeiro edifício metálico “O Palácio de Cristal”, construído em 1851 na cidade inglesa de Londres.

Varela (2016) aponta que essa tecnologia chegou ao Brasil no século XX, com a fundação da Companhia Siderúrgica Belgo Mineiro seguida da criação da Companhia Siderúrgica Nacional, sendo introduzida na construção civil com a construção, em 1957 do primeiro prédio com estruturas metálicas: a Garagem América, na cidade de São Paulo, com 16 andares.

A estrutura metálica apresenta inúmeras vantagens, relacionadas a alta resistência do aço, se comparada a outros materiais, o que favorece sua empregabilidade em seções menores, bem como facilita a adaptação aos projetos arquitetônicos, decorrente do alto controle tecnológico, facilitando sua substituição, desmonte ou reforço, ou ainda o reuso. Outra vantagem está relacionada as dimensões reduzidas para as fundações, em razão da redução da carga, além da rapidez para a execução da obra, se comparado ao concreto armado. (VARELA, 2016).

Por conseguinte, Rossatto (2015) aponta que o método construtivo em aço tem sido amplamente utilizado, entretanto a construção em concreto armado ainda é predominante no Brasil, seja pelo tradicionalismo cultural, pelo custo do material, ou ainda pela dificuldade em encontrar mão de obra especializada no trabalho com estruturas metálicas.

Rossatto (2015) aponta que a comparação entre a utilização do concreto armado e das estruturas metálicas não pode ficar restrita ao custo dos materiais empregados, uma vez que existem outros fatores que influenciam na escolha pelo método mais adequado, o que exige uma análise mais detalhada do contexto estrutural, considerando todas as tecnologias existentes e as características do projeto, que podem influenciar no orçamento final, incluindo o prazo de execução, que eventualmente pode corroborar para a redução nos demais custos da obra.

Sob esse enfoque, o presente estudo tem por objetivo traçar um parâmetro comparativo e analítico, através de modelos de cálculos e planilhas financeiras, sobre as vantagens competitivas da execução de uma estrutura de garagem residencial com o emprego dos perfis metálicos X o concreto armado. Portanto a finalidade do estudo é mostrar a projeção de uma edificação dimensionada em estruturas diferentes – metálicas e em concreto armado – comparando vantagens e desvantagens delas.

Justifica-se a escolha pela temática da pesquisa, na necessidade de destacar as potencialidades existentes nos perfis metálicos, para a execução de estruturas de menor porte, como exemplificado na cobertura de garagem residencial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estudo de Viabilidade

Segundo Nogueira (2016) a construção civil brasileira tem crescido muito nos últimos anos, em razão do déficit habitacional, o que tem levado os responsáveis pelo setor a buscar por melhorias e novas tecnologias para fomentar o setor.

Dentro das melhorias propostas para o setor, surge o estudo da viabilidade do empreendimento, onde se faz uma comparação estimativa dos custos, associado aos rendimentos esperados para seu uso ou comercialização. Esse estudo abrange todo o planejamento técnico básico e necessário, desde o projeto inicial, até a construção finalizada. (NOGUEIRA, 2016).

Para embasar o estudo da viabilidade de um projeto é preciso levantar diversos aspectos que envolvem a obra, tais como: análise do projeto, definição preliminar dos prazos, análise do terreno, análise do investimento financeiro, metodologia empregada na realização do serviço, segurança, custo benefício e qualidade. (SILVA, 2011)

O estudo da viabilidade pode empregar diversas ferramentas, dentre as quais, o orçamento detalhado da obra, levantando a totalidade dos custos envolvidos no processo, incluindo a comparação entre diferentes metodologias, como é o caso abordado nesse estudo. (SILVA, 2011).

Merece igual destaque as normas que regulamentam o uso dos materiais, sendo NBR 6118/2014 relacionada aos projetos de estrutura de concreto, e a NBR 8800/2008 relacionada aos projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Entretanto, existem outras normas que caracterizam as

peculiaridades de cada obra, tais como: NBR 6120 que regulamenta as Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações e a NBR 14323 que trata dos Projetos de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios em Situação de Incêndio, entre outras.

2.5 Orçamento Comparativo

Pinho (2014) afirma que é imprescindível conhecer os custos financeiros da obra, para eventualmente considerar a viabilidade das metodologias empregadas, uma vez que nem sempre o menor valor pode ser a saída eficiente para o desenvolvimento da construção, em especial se o resultado do empreendimento for mais demorado. Dessa forma o autor defende que: “cada empreendimento tem uma equação financeira a ser resolvida, e a análise da taxa de retorno poderá conduzir para um sistema estrutural mais rápido como o das estruturas de aço”.

Dentro do presente estudo serão realizadas análises comparativas entre os materiais relacionados à construção de uma garagem com estruturas metálicas x o concreto armado.

2.3 Estudos sobre a viabilidade do uso de estruturas metálicas x concreto armado na construção civil

Alguns autores descrevem em seus estudos os resultados obtidos com a empregabilidade dos materiais relacionados as estruturas de aço ou o concreto armado para projetos de pequeno porte na construção civil.

Rossato (2015) discorreu em seus estudos sobre a viabilidade da elaboração do dimensionamento de um laboratório de conforto, desenvolvido junto a Universidade Franciscana (UNIFRA), na cidade de Santa Maria – RS, a qual foi projetada com o uso das estruturas metálicas e em concreto armado, tendo como foco analítico, a relação custo-benefício entre as duas. O estudo findou-se nos resultados, os quais apontam que a viabilidade dos recursos empregados se associa a diferentes fatores comparativos, porém, em consonância com a proposta prevista no estudo, a estrutura de concreto armado foi a escolhida para o desenvolvimento da estrutura, por apresentar custo econômico menor.

O estudo de Oliveira (2018) estabeleceu um comparativo entre a viabilidade de construção entre as estruturas metálicas x concreto armado convencional,

relacionando as vantagens encontradas em cada uma, as quais contribuíram para a escolha da melhor metodologia. Para compor os cálculos do projeto foram utilizados os recursos tecnológicos dos softwares Cypecad e Eberick. Entretanto os resultados encontrados não apontaram uma única metodologia, uma vez que o estudo não delimitou o alvo esperado. Dessa forma, os resultados apontaram que a melhor escolha pode variar de acordo com os objetivos.

Rodrigues (2017) abordou e analisou o uso das estruturas metálicas em comparação com o concreto armado, com o objetivo de apontar o melhor método construtivo sob a ótica da economia financeira. Para tanto foram analisadas as vantagens e desvantagens de cada método. Os resultados obtidos apontaram as estruturas metálicas como sendo a melhor metodologia construtiva, tanto para edificações industriais quanto para as residenciais, pois agrega ganho de produtividade e tempo de fabricação e execução, porém a questão cultural de sua aceitação é um entrave significativo para sua popularização.

A abordagem de Nakahara (2017) discorreu sobre a viabilidade estrutural e econômica do uso de diferentes materiais para fomentar a competitividade dentro do setor da construção civil, tendo como foco central de materiais e métodos, o uso das estruturas metálicas versus o concreto armado. Para tanto foram apresentadas as principais características de cada método e suas vantagens e desvantagens, bem como os impactos ambientais decorrentes de cada uma. Os resultados defendem que a escolha depende de contextos multifatoriais que devem ser previstos e considerados no momento da projeção da obra, sendo imprescindível considerar o desejo do proprietário, principalmente quanto ao tempo de execução da obra e o imediatismo de seu uso.

Lima (2017) discorre em sua linha de pesquisa sobre a viabilidade de mercado acerca do custo de uma edificação projetada em estrutura metálica e em concreto armado. Para compor o estudo foram elaborados os dimensionamentos de uma residência na cidade de Brasília, através do software *Autodesk Robot Structural Analysis Professional*, considerando as estruturas metálicas em comparação com o de concreto armado, através do software Eberick V8, os quais corroboraram com a elaboração do resumo dos materiais que comporiam a estrutura. Os resultados dessa análise apontaram que a estrutura de concreto armado é 52,05% mais econômica que a metálica.

O estudo desenvolvido por Busanello (2019) viabilizou a análise comparativa entre duas obras comerciais executadas com sistemas construtivos diferentes, sendo uma obra desenvolvida com estrutura metálica e outra com concreto armado. O estudo teve por intuito, referenciar os ganhos e perdas de cada sistema, considerando os prazos de execução e os custos. Os resultados apontaram que a execução do projeto em estrutura metálica foi mais rápida em comparação ao de concreto armado. Entretanto, no tocante ao custo financeiro, a estrutura executada em concreto armado apresentou melhores resultados. Considerando a racionalização dos processos, redução de efetivo no canteiro de obra e desperdício, a utilização da estrutura metálica apresenta resultados melhores em relação ao de concreto armado.

Andrade Junior (2016) apresentou um estudo que abordou a interface entre os elementos mistos de aço e concreto, empregados na construção civil, os quais foram contextualizados através de um estudo de caso que apresentou um projeto criado e executado pelo autor, que fez uso dos elementos mistos em sua execução, caracterizando a viabilidade de ambos. Para tanto, a análise estrutural foi realizada através de simulação de elementos junto aos *softwares Strap 2013.00 e Ftool*. Os resultados da análise estrutural demonstraram que a solução mista, empregando a viga de aço e o concreto foi extremamente eficiente, pois ofertou estabilidade estrutural para a obra, proporcionando um modelo mais leve e compatível com as necessidades projetadas e previstas.

Andrade (2011) aponta os itens que podem ser utilizados para embasar a avaliação comparativa e os cálculos para fundamentar o estudo sobre a viabilidade de uma construção de um projeto empregando como método a estrutura metálica x o concreto armado. No Quadro 1 é sintetizado esses parâmetros.

Quadro 1: Comparação entre construção de estrutura metálica e o de estrutura de concreto armado.

Garagem em estrutura metálica	Garagem com estrutura de concreto armado
Na administração da obra	
Execução em fábrica para montagem no canteiro	Execução gradativa no canteiro de obra
Precisão dimensional	Redução da precisão dimensional
Precisão quantitativa do material	Falta de precisão quantitativa
Variedade limitada de materiais (aço, parafuso e eletrodos)	Extensa relação de materiais empregados (areia, cimento, brita, água, formas de madeira, ferros, aceleradores, etc.)
Redução na quantidade de mão de obra e melhor qualificação	Maior quantidade de mão de obra e pouca qualificação

Simplificação das ações junto ao canteiro de obras	Canteiro com maior extensão, existência de escoramento com pontaletes
Facilidade de conferencia e fiscalização	Fiscalização extensa e completa
Nas fundações	
Leveza estrutural	Peso estrutural maior
40 a 80 kg\m2 (vigas e colunas)	250 a 350 kg\m2 (vigas e colunas)
Menores cargas nas bases	Bases mais solicitadas
Volumes menores nos blocos	Maiores volumes
Sistemas mais econômicos	Sistemas mais onerosos
Nas lajes	
Formas apoiadas diretamente no vigamento	Necessita de escoramento para formas
Liberação antecipada do espaço	Impedimento do transito durante o escoramento
Nas paredes (Alvenaria ou outros materiais)	
Precisão milimétrica	Dimensões com grande variação
Esquadros e prumos exatos, aumentando a exatidão da obra em tempo reduzido.	Irregularidade nos prumos e esquadros, aumentando tempo de execução com correções
Prazos	
Execução de estrutura e fundações em simultâneo	Dependência entre o termino das fundações para execução da estrutura
Rapidez na execução da montagem	Execução da obra demorada
Alvenaria e montagem em paralelo	Execução das paredes dificultada em razão do escoramento da estrutura
Custo financeiro	
Rapidez na finalização da obra	Demora na finalização da obra
Retorno rápido e liberação para utilização precoce	Demora na utilização da obra.

Fonte: Andrade, 2011.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração do presente estudo embasou-se no breve contexto bibliográfico para discorrer sobre os principais materiais a serem empregados no estudo do projeto, associado de um estudo de caso sustentado pelo comparativo desenvolvido entre a viabilidade da construção de uma garagem empregando a estrutura de aço e o concreto armado.

De acordo com Gil (2012) toda pesquisa associa-se a um procedimento racional e sistêmico que se propõe a responder os questionamentos previamente apresentados. Geralmente a pesquisa acontece quando as informações existentes não suprem as necessidades eminentes relacionadas ao problema ou ainda quando se fazem fora do contexto abordado.

O presente estudo teve por foco avaliar a viabilidade comparativa entre os materiais: concreto armado e estrutura metálica, empregados na construção de uma

garagem e imóvel residencial, na cidade de Barra Bonita, interior do Estado de São Paulo.

Para compor o escopo do estudo, foi realizado inicialmente o estudo dimensionado da estrutura metálica da garagem, de acordo com a NBR 8800/2008 e posteriormente em concreto armado, de acordo com a NBR 6118/2014, constituindo posteriormente um estudo comparativo direcionado aos custos destas estruturas. Os cálculos das estruturas foram realizados manualmente, considerando projeto pré-existente de posse do proprietário do imóvel, o qual serviu para o embasamento dos orçamentos dos custos de cada componente.

Os parâmetros empregados no estudo dos custos da viabilidade comparativa da construção da garagem, que foi o foco do estudo de caso apresentado, estiveram embasados no levantamento de Andrade (2011), assemelhando-se ainda aos estudos de Rossato (2015), Nakahara (2017), Lima (2017) e Busanello (2019), os quais avaliaram os mesmos parâmetros apresentados na tabela de Andrade (2011).

Para ressaltar as considerações, o presente estudo foi composto de cálculos orçados na região onde o projeto foi realizado, centralizando o alvo nos elementos relacionados ao tempo e aos custos, comparando à viabilidade, de ambas as metodologias propostas. Todos os cálculos relacionados ao orçamento e ao levantamento de quantitativos foram feitos com o auxílio do Excel.

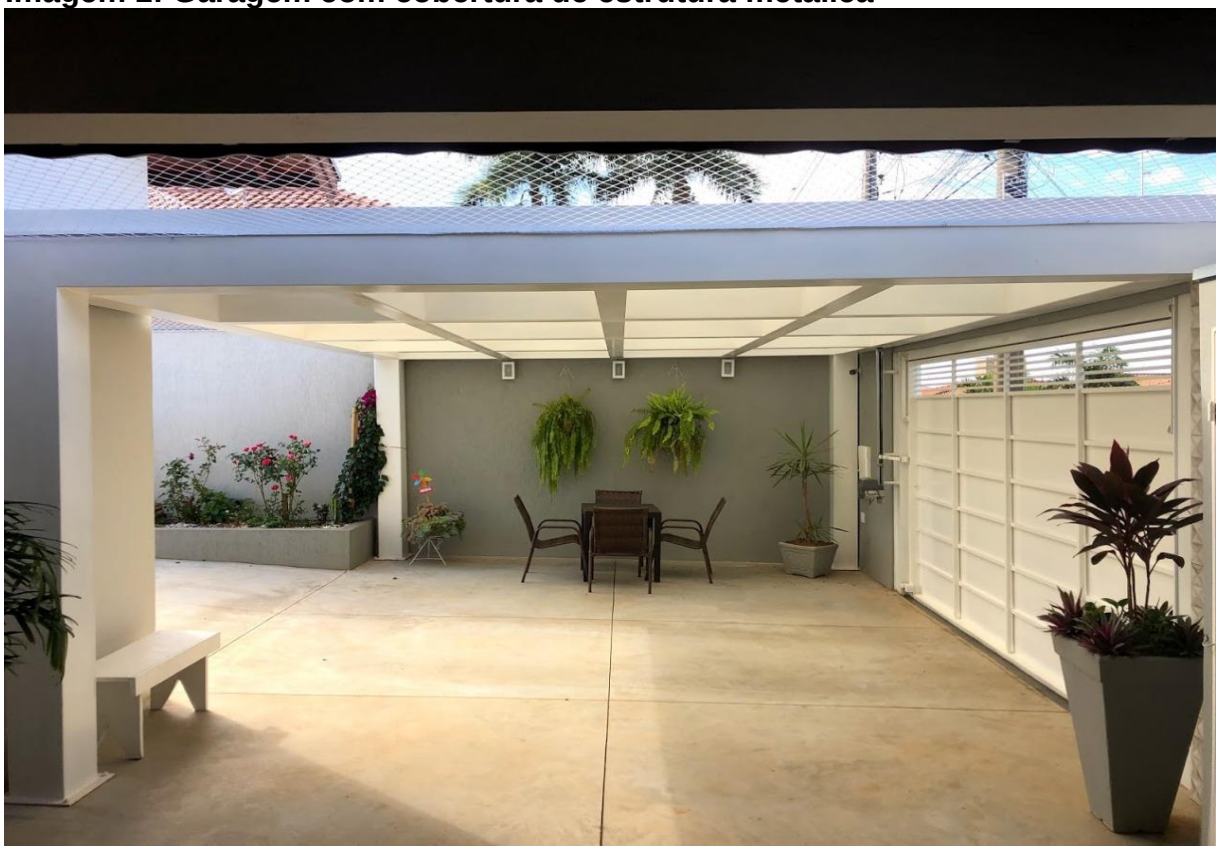
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso foi realizado em uma obra de uma garagem com 31,50 metros quadrados, sendo 7,00 metros x 4,50 metros, com um pé direito de 2,50 metros, instalada em um imóvel residencial na cidade de Barra Bonita, localizada no centro oeste paulista.

A imagem a seguir caracteriza o espaço onde o projeto alvo do estudo foi desenvolvido, sendo possível observar que, independentemente do resultado final do estudo de viabilidade, implantou-se a estrutura metálica como método de execução da obra, e, por conseguinte, as imagens corroboram com a apresentação do antes e depois da obra finalizada.

Após o levantamento de todo o material usado nas duas estruturas, foi realizado, o orçamento de ambas, de forma separada, para uma melhor análise e visualização, considerando os fornecedores da região.

Imagem 1: Garagem com cobertura de estrutura metálica



A seguir mostram-se os orçamentos dos materiais necessários para a execução da obra em concreto armado nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Lista de Materiais cotados para Armação de Vigas de Concreto Armado

Viga	Armação	Quant.	Diâmetro	Compr.	Comprimento Total	Estribos a c\20 cm (pç)	Estribo Ø 5 mm (mto)
V1	superior	2	5\16”	7,00	14,00	35	57,4
V1	Inferior	4	1\2”	7,00	28,00		
V2	Superior	2	5\16”	7,00	14,00	35	57,4
V2	Inferior	4	1\2”	7,00	28,00		
V3	Superior	2	5\16”	4,50	9,00	22,5	36,9
V3	Inferior	2	3\8”	4,50	9,00		
V7	Superior	2	5\16”	4,50	9,00	22,5	36,9
V7	Inferior	2	3\8”	4,50	9,00		
V4	Superior	2	5\16”	4,50	9,00	22,5	25,65
V4	Inferior	3	1\2”	4,50	13,50		
V5	Superior	2	5\16”	4,50	9,00	22,5	25,65
V5	Inferior	3	1\2”	4,50	13,50		
V6	Superior	2	5\16”	4,50	9,00	22,5	25,65
V6	Inferior	3	1\2”	4,50	13,50		
V8	Superior	2	1\4”	7,00	14,00	35	39,9
V8	Inferior	2	1\4”	7,00	14,00		

V9	Superior	2	1\4”	7,00	14,00	35	39,9
V9	Inferior	2	1\4”	7,00	14,00		
V10	superior	2	1\4”	7,00	14,00	35	39,9
V10	Inferior	2	1\4”	7,00	14,00		

Tabela 2: Mão de obra cotada para a estrutura de Concreto Armado

Serviço	Ação executada	Mão de obra	Tempo de execução
Fundação	Abertura das Sapatas Armadura Locação e Concretagem	1 pedreiro e 1 servente	1 semana
Pilares	Forma de 4 pilares 19x19x2,60m Armadura dos pilares Montagem das formas Concretagem	1 pedreiro e 1 servente	1 semana
Vigas	Montagem de formas Montagem de armaduras Escoramentos das vigas concretagem	1 pedreiro e 1 servente	2 semanas
Serviços de retirada de escoramento		1 pedreiro e 1 servente	3 dias
Custo de Mão de obra			R$ 10.500,00

É importante destacar que a retirada dos escoramentos poderia acontecer após 28 dias do feitio da concretagem, e esse período longo de tempo, tanto para a execução dos serviços quanto para a finalização dos mesmos foi considerado o principal ponto negativo para a utilização do método de execução da obra em concreto armado.

Tabela 3: Lista de Materiais Metálicos e acabamentos cotados para o projeto em concreto armado.

Vigas	Barra de aço 1\2”	96,5	Mto		926,55
	Barra de aço 1\4	84	Mto		241,50
	Barra de aço 3\8	18	Mto		132,14
	Barra de aço 5\16	73	Mto		316,05
	Barra de Aço Ø 5mm	386	Mto		872,85
Pilares	4 Ø 3/8"	40	Mto		265,00
	Prego 18x27	7	Kg		27,00
	Gravatas p\gravata	180	Mt linear	Sarrafos com 5	400,00
Insumos	Madeirit naval #20mm	40	Pç	90,00 um.	3600,00

	Locação 55 escoras metálicas			6,00 um.	330,00
	Arame recozido 0,12	6	Kg	20,00 o kg	120,00
	Concreto c 25 mpa	12	M3	300	3600,00
Cobertura	Telha Translucida				R$ 2.500,00
	Consumíveis de pintura				R$ 1.000,00
	Mao de Obra de Pintura				R$ 1.000,00
Custo total					R$ 15.331,09

Em consonância aos valores cotados para a execução da estrutura em alvenaria, a Tabela 4 contém a lista de materiais orçados para a execução do projeto em estruturas metálicas.

Os valores orçados apontam que os custos da execução do projeto com estruturas em concreto armado totalizaram R$ 25.831,09, enquanto que os custos com o projeto desenvolvido em estruturas metálicas apresentaram o total de R$ 33.045,64, e dessa forma, a execução do projeto em estrutura de concreto armado, apresenta valores 21,83% mais baratos, quando realizada a comparação entre os métodos propostos. Entretanto é importante citar que esse fator não pode ser os únicos focos de escolha, cabendo outras considerações que se fazem igualmente relevantes como o tempo empregado para a finalização do projeto, a mão de obra especializada, entre outros.

Tabela 4: Lista de Materiais utilizados na execução da Estrutura Metálicas

Item Met.	Materiais	Medidas	Quant.	Unidade	Valores
Viga mestre	Perfil dobrado U	250 x 125 mm	46	mto	R$ 4.719,60
Viga interna	Perfil dobrado U	150 x 75 mm	55	mto	R$ 6.647,04
Pé direito	Perfil dobrado U	250 x 125 mm	15	mto	R$ 1.539,00
Base	Chapa em aço carbono #5/16"	350 x 350	1	m²	R$ 850,00
Cobertura	Telha Translucida		1	un	R$ 2.500,00
Total					R$ 16.255,64
DESCRIÇÃO					VALORES
Consumíveis de pintura					R$ 1.000,00

Mao de Obra de Pintura	R$ 1.000,00
Consumíveis de Solda	R$ 300,00
Consumíveis de corte/acabamento	R$ 400,00
Tempo de Fabricação em Fabrica	R$ 7.200,00
Transporte das peças pré fabricadas da fábrica até o cliente	R$ 500,00
Instalação in loco	R$ 4.320,00
Munk para içamento	R$ 1.000,00
Projeto	R$ 1.000,00
TOTAL	R$ 33.045,64

Dentro desse contexto e diante dos custos orçados, considera-se que o tempo empregado com a execução da alvenaria é muito grande o que pode ser considerado um ponto positivo para a utilização do método construtivo que emprega a estrutura metálica, a qual tem seu desenvolvimento em tempo reduzido.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse trabalho foi possível concluir que a estrutura em concreto armado é mais economicamente viável em 21,83% em relação a estrutura metálicas, para construções de cobertura em garagem na região estudada. Em contrapartida, esse método é o que mais demanda mais tempo de execução, devido ao processo de forma e cura do concreto.

Independente dos aspectos relacionados a análise orçamentária, o proprietário do imóvel optou pela execução da obra com o emprego das estruturas metálicas, por razões particulares.

Espera-se com esse estudo corroborar para novas investigações acerca dos dois métodos de construção, e para a avaliação de outros pontos relevantes associados às vantagens e desvantagens de cada uma das tecnologias.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JUNIOR, M.J.: Interface entre estruturas metálicas e estruturas de concreto, pré-fabricadas e moldadas “in loco”. Estruturas mistas. 2016. Disponível em: http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/9833 Acesso 21 mai. 2021.

ARAÚJO, J. M. de. Curso de Concreto Armado. 4. ed. Cidade Nova - RS: Editora DUNAS, 2014.

BELLEI, I. H.; PINHO, F. O.; PINHO, M. O. Edifícios de Múltiplos Andares em Aço. 5. ed. São Paulo: PINI Ltda., 2010. 556 p.

BUSANELLO, J.: Estudo de comparativo entre estrutura de concreto armado e estrutura metálica mista na construção de edifício comercial. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12807. Acesso em 22 mai. 2021.

DIAS, L. A. M. Estruturas de Aço: Conceitos, Técnicas e Linguagem. 9ª edição. São Paulo. Zigurate, 2011.

FREIRE, C. Análise comparativa: Custos Estrutura metálica x Estrutura de concreto. 2018. Disponível em: <http://www.madeinsteel.com.br/analise-comparativa-custos-estrutura-metalica-x estrutura-de-concreto/>. Acesso em: 19 mar. 2021.

LIMA, J.L.R.: Estudo Comparativo entre estrutura metálica e de concreto armado em uma edificação: Estudo de caso. Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. Departamento de Engenharia Civil 2017. Disponível em: https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/13187/1/21113328.pdf Acesso em 19 mai. 2021.

NAKAHARA, F.S.: Análise da viabilidade estrutural e econômica entre estruturas de concreto armado e estruturas metálicas. Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista. 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/156658/000900970.pdf?sequenc1&isAllowed=y. Acesso em 20 mai. 2021.

NOGUEIRA, L. L. O estudo de viabilidade econômica em projetos de incorporações imobiliárias: uma abordagem simplificada para o modelo de construção a preço de custo. 2016. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1511. Acesso em 19mar. 2021.

OLIVEIRA, L.C.: Estudo comparativo entre estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto aplicadas a edifícios de múltiplos andares. 2018. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9805/1/CT_COECI_2018_1_08.pdf. Acesso em 15 mai.2021.

RODRIGUES, A. R.: O uso das estruturas metálicas na construção civil. 2017. Dissertação (Bacharel em Engenharia Civil) – Pato de Minas. Disponível em: https://www.finom.edu.br/assets/uploads/cursos/categoriasdownloads/files/20181017161001.pdf. Acesso em 20 mai. 2021.

ROSSATTO, B. M. Estudo comparativo de uma edificação em estrutura metálica/concreto armado: Estudo de caso. 2015. 90 p. Dissertação (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

SCHIMIDT, L. C. Comparativo Orçamentário dos Sistemas Construtivos em Estruturas Metálicas Versus Estruturas Convencionais em Edifícios de Pequeno Porte. 2014. 25 p. Dissertação (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014.

SILVA, J. B. V. Orçamentação e custo de obras civis. 2011. Disponível em: http://www.ecivilnet.com/artigos/orcamentacao_custos_obras_civis.htm. Acesso em: 19 mar. 2021.

VARELA, M. Curso de Estruturas Metálicas. IF - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em: <https: //docente.ifrn.edu.br/marciovarela/disciplinas/estruturas-metalica-e-madeira/estruturametalica/modulo-tracao-apresentacao-apostila>. Acesso em: 19/04/2021.

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

Adenir Henrique Berto, Aline Jauch Antônio, Janaina Ap. Alves Scaliza e Valmir Meneguim

FACULDADE GALILEU

RESUMO

O CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA ELÉTRICA AUMENTA ANO APÓS ANO GRAÇAS AS INÚMERAS TECNOLOGIAS QUEM SURGEM. NA INDÚSTRIA NÃO É DIFERENTE, A CADA DIA APARECEM NOVAS MÁQUINAS PARA AUMENTAR A PRODUTIVIDADE E DIMINUIR ESFORÇOS HUMANOS, COM ISSO TAMBÉM VEM O AUMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA, E CONSEQUENTEMENTE O AUMENTO DO SEU CUSTO. UM MODO DE MINIMIZAR TAL CUSTO É GERAR A PRÓPRIA ENERGIA. UMA ALTERNATIVA É A GERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DE PLACAS FOTOVOLTAICAS, QUE TEM SE MOSTRADO PROMISSORA ECONOMICAMENTE. O PRESENTE TRABALHO TEVE COMO OBJETIVO ANALISAR A VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO METAL MECÂNICO SITUADA NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO. UTILIZOU-SE O MÉTODO ESTUDO DE CASO, SIMULANDO A IMPLANTAÇÃO E DEMONSTRANDO A VIABILIDADE ECONÔMICA. FOI POSSÍVEL OBTER UMA DIMINUIÇÃO NO VALOR MENSAL CONSUMIDO PELA INDÚSTRIA E COM BASE EM INDICADORES ECONÔMICOS ATESTAR A VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DESTE SISTEMA.

***Palavras-chaves**: INDÚSTRIA. CONSUMO. ENERGIA FOTOVOLTAICA.*

ANALYSIS OF ECONOMIC VIABILITY IN THE IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC ENERGY SYSTEM IN A METAL MECHANICAL INDUSTRY

THE WORLD ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION INCREASES YEAR AFTER YEAR THANKS TO THE MANY TECHNOLOGIES THAT ARISE. IN THE INDUSTRY IT IS NOT DIFFERENT, EVERY DAY NEW MACHINES APPEAR TO INCREASE PRODUCTIVITY AND DECREASE HUMAN EFFORTS, THAT ALSO COMES INCREASED ENERGY CONSUMPTION AND CONSEQUENTLY INCREASED THEIR COST. ONE WAY TO MINIMIZE SUCH COST IS TO GENERATE YOUR OWN ENERGY. AN ALTERNATIVE IS THE GENERATION OF ENERGY THROUGH PHOTOVOLTAIC PLATES, WHICH HAS BEEN ECONOMICALLY PROMISING. THE PRESENT WORK HAS THE OBJECTIVE OF ANALYZING THE ECONOMIC FEASIBILITY OF IMPLEMENTING A PHOTOVOLTAIC ENERGY SYSTEM IN A MECHANICAL METAL BRANCH INDUSTRY LOCATED IN THE STATE OF SÃO PAULO. THE CASE STUDY METHOD WAS USED, SIMULATING IMPLEMENTATION AND DEMONSTRATING ECONOMIC VIABILITY. IT WAS POSSIBLE TO OBTAIN A REDUCTION IN THE MONTHLY VALUE CONSUMED BY THE INDUSTRY AND BASED ON ECONOMIC INDICATORS TO PROVIDE THE FEASIBILITY OF THE IMPLEMENTATION OF THIS SYSTEM.

***KEYWORDS**: INDUSTRY. CONSUMPTION. PHOTOVOLTAIC ENERGY.*

1 INTRODUÇÃO

Para D'Almeida (2015), o consumo de energia elétrica teve um aumento significativo durante o último século, devido ao desenvolvimento dos centros urbanos, expansão na utilização das tecnologias no cotidiano das pessoas. O crescimento econômico, populacional, a ampliação industrial e a competitividade no setor industrial levam as organizações a investir em equipamentos tecnológicos, com melhores eficiências produtivas e econômicas, e consequentemente traz um aumento em seu consumo. O aumento do consumo de energia por parte das indústrias traz consigo a necessidade da ampliação da oferta de energia, sabe-se que atualmente as usinas hidrelétricas são responsáveis por 64,9% da geração de energia no Brasil atualmente (EPE, 2020).

Em um estudo realizado pela Firjan (2016), demonstrou que o valor médio pago por MWh no nosso país é de R$535,28, tal valor pode representar 40% dos custos de produção, sabe-se que dentro de nosso país há uma diferença de valores para cada estado, sendo o que o estado mais barato é do estado do Amapá que tem um custo de R$250,48 por MWH e o mais caro o estado do Rio de Janeiro com um custo de R$628,33 por MWH, e no estado de São Paulo esse valor é de R$371,01. Um outro estudo, sendo esse realizado pela FIESC (2018) demonstrou que a tarifa Brasileira é cerca de 94,9% superior à tarifa média do Canadá e ainda127,3% superior que nos EUA.

A busca por utilização de energias renováveis é notória por parte das grandes empresas também, um exemplo que podemos citar é a General Motors, que em seu site oficial já demostra interesse em estar migrando até o ano de 2050 para 100% de utilização de fontes de energias sustentáveis, dentre elas a fotovoltaica.

Nascimento (2015), realizou o estudo de viabilidade da utilização da energia fotovoltaico em três áreas distintas, sendo uma delas uma indústria de calçados, em seu estudo foi possível demonstrar a viabilidade da utilização dessa fonte de energia sendo que com a implantação desse modelo de geração de energia iria gerar uma economia anual de R$102.550,34. A empresa viu essa oportunidade devido a necessidade na redução de custos com relação as maquinas que realizam a movimentação e o empilhamento de seus produtos durante o processos ser realizado

por empilhadeiras e transpaleteiras, sendo que essas maquinas são alimentadas através de baterias, o sistema iria gerar energia suficiente para mantê-las.

Machado (2020) afirma que a demanda por equipamentos fotovoltaicos para produção de energia vem crescendo significativamente nos últimos anos e é uma alternativa economicamente viável e atrativa financeiramente.

Este trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia fotovoltaica para diminuição ou até mesmo a substituição da energia convencional em uma indústria do ramo metal mecânico situada no interior do estado de São Paulo.

2 ENERGIA FOTOVOLTAICA

Sabe-se que a energia solar é a maior fonte de energia do planeta, em 1839 foi relatado por Edmond Becquerel o efeito fotovoltaico, isso se dá devido a diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de um material semicondutor ao absorver a luz solar, a partir disso a unidade fotovoltaica faz o processo de conversão de energia solar para energia elétrica, contudo o primeiro protótipo fotovoltaico foi surgir em 1876 e a produção industrial de tal aparato iniciou-se apenas em 1956 (CRESESB, 2006).

Gazoli (2012 apud MARIANO 2017) explica que a construção de módulo fotovoltaico se dá através de um conjunto de células dispostas sobre uma estrutura rígida e interligadas eletricamente. Para se conseguir tensões maiores as células são ligadas em série. Na sua parte posterior, há uma caixa de conexões elétricas, para a ligação dos cabos elétricos fornecidos junto com o módulo. Os cabos possuem conectores padronizados, permitindo a rápida conexão de módulos em série.

2.1 Custo x benefícios

Para se tornar viável qualquer projeto, é necessário que seus custos sejam compatíveis com o orçamento e que tragam um retorno considerável para assim fazer tal investimento.

Em um estudo realizado por Silva et al. (2019), é demonstrado que o investimento inicial para a implementação de um sistema fotovoltaico não tem um

valor baixo, em dois casos citados os investimentos iniciais giram entre R$57.536,00 a R$68.479,00. Para o primeiro investimento a economia anual seria de R$13.351,00, ou seja, a partir do 4 ano já teria sido pago seu investimento e começaria a ter essa economia anual com energia, no segundo caso o retorno anual será de R$22.270,00, sendo assim seu retorno será visível a partir do terceiro ano, isso demonstra que por mais que seja caro o investimento inicial, os benefícios advindos desse investimento são muito promissores.

2.2 Vantagens e desvantagens

Coelho e Ronsani (2019), citam que em todo tipo de geração de energia existem seus prós e contras, com os painéis fotovoltaicos não seria diferente, também temos suas vantagens e suas desvantagens, vide tab. 1

Tabela 1: Vantagens e desvantagens da utilização da energia fotovoltaica

Vantagens	Desvantagens
Como a geração de energia é realizada no próprio local evita-se assim, custos com transmissão em alta tensão.	As variações climáticas impactam diretamente na produção de energia produzida (chuvas, poeira, tempo nublado, neve)
Não há nenhum tipo de emissão de gases poluentes ou ruídos durante a geração de energia, se tornando um processo de geração simples.	Quando utilizada off grid seu armazenamento se torna pouco eficiente perante as demais fontes.
Manutenção mínima	Com a oscilação na produção durante as estações do ano seria ideal realizar o armazenamento do excedente para compensar, contudo seria inviável ter um volume de recipientes adequados.
Aumento da eficiência dos painéis e custo cada vez mais baixos.	Seu armazenamento apresenta uma eficiência baixa se comparada com as demais fontes disponíveis.
É possível realizar a instalação em áreas de difícil acesso pois não	Por questões culturais, alguns países não realizam construções de casas de alvenaria, com isso seria

demanda investimentos altos com linha de transmissão.	necessário alterações nos painéis para tais tipos de construção, contudo nem sempre se torna viável.
Países tropicais tem vantagem na viabilidade da implantação desse sistema praticamente em todo território	Placas ainda são relativamente caras devido ao alto valor do silício utilizado na sua construção.
Para cada m^2 de painel instalado é possível evitar que 56m^2 de terra seja inundado para construção de hidrelétricas, muitas vezes terras férteis.	Quando não realizado os procedimentos de instalação corretos como inclinação, posicionamento entre outros acabam tornando o projeto ineficiente
Não se faz necessário turbinas ou geradores para produção de energia	É necessária uma alta demanda de energia para construção dos painéis
Proporciona ao usuário do sistema uma economia na conta de luz, tendo em vista que ele produz sua própria energia elétrica	Para sistemas off grid se faz necessário uso de baterias que geralmente são do tipo chumbo ácido, e possuem vida útil curta.

Fonte: Adaptado de Coelho e Ronsani (2019)

2.3 Análise de viabilidade

2.3.1 Valor presente líquido

O valor presente líquido, ou VPL, é um instrumento que tem objetivo fazer uma análise de viabilidade de um projeto, ele calcula o valor presente de uma série de pagamentos futuros.

Urtado (2009), explica que VPL é a soma dos valores presentes do fluxo de caixa, sendo eles as entradas e saídas de dinheiro recorrentes durante o período de vida deste projeto, isso antes mesmo de sair do papel, para isso é usado como base alguns fatores que devem ser levados em consideração aplicados na equação abaixo.

$$VPL = \sum_{j=1}^{n} \frac{FCj}{(1+i)^j} - FC_0$$

Onde:

FCj: Valores de entrada ou saída do caixa em cada período.

FC_0: Valor do Investimento inicial

J: Períodos

I: Taxa de atratividade

Segundo Freire (2011), quando o VPL > 0 o projeto se torna economicamente viável pois conseguira cobrir os investimentos e ainda irá gerar retorno as partes interessadas, no caso do VPL = 0, se torna o limite onde as partes interessadas ainda conseguem ter um retorno mínimo exigido, e no caso de um VPL < 0 o projeto se torna economicamente inviável.

2.3.2 Payback

O Payback representa o prazo necessário para obter o retorno do capital investido inicialmente no projeto, ele é comumente utilizado, assim como outros métodos, inclusive o VPL, para saber se o projeto irá ter continuidade ou se ele se tornara inviável devido ao tempo para retorno do investimento. (Bruni; Famá; Siqueira, 1998)

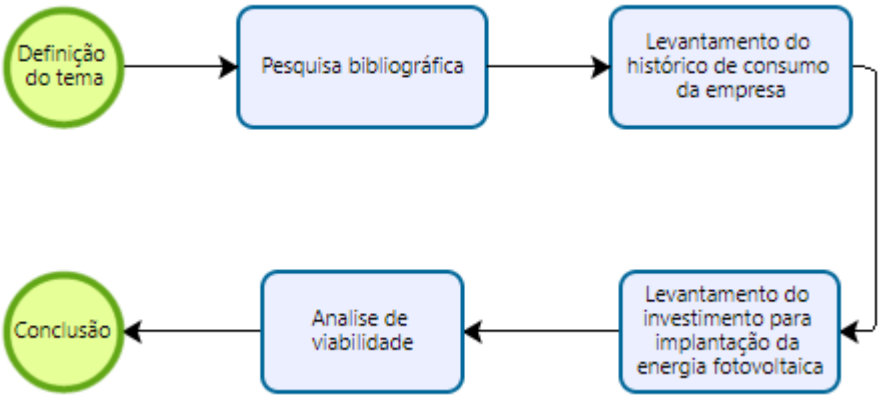
Dessa maneira, Júnior e Torres (2013), descreve que o Payback é um critério que utiliza períodos em anos para que seja tomada uma decisão se valera a pena o investimento. Assim, caso o projeto apresentar um Payback igual ou inferior ao tempo estimado ele irá obter o retorno do investimento, caso a taxa estipulada esteja maior o projeto deverá ser rejeitado tendo em vista que o retorno será inferior ao estipulado.

Para se obter o tempo de Payback é utilizado a seguinte equação:

$$PB = \sum_{t=0}^{n} \frac{Recebimentos}{Valor\ do\ Investimento}$$

3 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho utilizou o método estudo de caso, baseando-se nas literaturas existentes e nos dados históricos da empresa objeto deste estudo. A empresa em questão, possui vinte e três máquinas para fabricação de peças, com aproximadamente quarenta profissionais no âmbito de chão de fábrica e outros trinta profissionais nas áreas de apoio a produção distribuídos em dois turnos.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Histórico do consumo de energia elétrica

A empresa em questão tem um gasto flutuante no consumo de energia elétrica, isso se dá devido a demanda de peças produzidas, levando em conta seis meses de produção, temos os respectivos consumos demonstrado na tabela 1.

Tabela 1: Consumo mensal em KW/h

Mes	Consumo total (kWh)
Março	67618
Abril	58619
Maio	63253
Junho	58322
Julho	61644
Agosto	75016

Isso gera uma média no consumo mensal de 64078,70kWh. Transformando esses valores de KW/h para R$, teremos os seguintes valores conforme tabela 2:

Tabela 2: Gasto mensal em R$

Mes	Tarifa Azul(R$)
Março	28.178,69
Abril	25.098,27
Maio	26.873,72
Junho	25.108,49
Julho	26.102,46
Agosto	31.130,38

Considerando os valores levantados nesses seis meses obtemos uma média mensal de R$27.082,01, vale lembrar que a tarifa utilizada é a horo sazonal azul.

4.2 Investimento para implantação da energia fotovoltaica

Para saber quanto será investido, é necessário saber quanto é possível gerar de energia sem que haja necessidade de equipamentos fabricados sob medida, pois isso elevaria o valor do projeto a números muito altos, com isso para análise de investimento para esse projeto foi levado em consideração apenas equipamentos disponíveis no mercado em larga escala.

Embora a energia fotovoltaica venha tendo um aumento em sua utilização, ainda temos algumas limitações, como os inversores de frequência que são necessários para colocar em funcionamento o sistema fotovoltaico. Atualmente consegue-se encontrar no mercado inversores de frequência com um máximo de 75 kW de potência, tal inversor tem um custo médio de R$33.003,61.

Com base no inversor é possível encontrar quantificar os painéis solares necessários para construção do sistema. Irar-se utilizar algumas informações para auxiliar no cálculo do número de painéis, para isso foi utilizado o número de entradas MPPT's disponíveis e a potência máxima que cada um pode receber, com isso temos: 7 MPPT's e Tensão máx. de entrada 1100 VCC.

A potência dos painéis escolhidos foi a 330w, em sua descrição técnica o fabricante estipula uma tensão de máxima potência de 37,26V. Com essas informações foi gerado o seguinte cálculo para saber quantos painéis elétricos iriam ser comportados por cada entrada no inversor:

N° p. e.: $\frac{1100\text{v}}{37{,}26\text{v}} \cong 29\ \text{paineis por entrada}$

Diante deste dado, consegue-se determinar a quantidade total de painéis para este sistema, basta multiplicar esse valor (29) por sete, que é o número de entradas no inversor referência, portanto, chega-se a um número de 203 painéis solares. Os painéis solares têm um custo médio de R$729,00 reais, sendo assim o custo total é de R$147.987,00.

Também existe outros custos envolvidos, como mão de obra, materiais, conectores, estruturas entre outros, para isso foi realizado uma simulação com uma empresa prestadora de serviços da área, tais custos giram em torno de R$33.366,35,

com todos esses valores chegamos a um custo total de implantação para esse sistema de R$214.356,96.

4.3 Análise de viabilidade econômica

Com o sistema fotovoltaico implantado será possível gerar uma quantia de 10.229 KWh mensal, considerando um custo médio por KWh de R$0,37, chegamos no valor de R$3.784,73, essa será a economia mensal alcançada após a implantação. Vale ressaltar que esse valor por KWh está sendo considerado para a tarifa fora de ponta que é onde o sistema gera a energia.

Na tabela 1 pode-se notar o progresso da economia mensal e anual por um período de 25anos, o qual é o tempo de vida útil estimado para os paneis. Para a construção desta tabela, foi considerado um aumento médio na tarifa de energia de 4,91% ao ano com base nos dados históricos de reajustes de 2017 a 2021 fornecidos pelo site da concessionaria de energia.

Tabela 3: Análise de retornos e custos

Período	Valor futuro	Economia mensal	Economia anual	Saldo anual
0	R$27.082,01	0	0	R$-214.356,96
1	R$28.411,74	R$3.784,73	R$45.416,76	R$-168.940,20
2	R$29.806,75	R$3.970,56	R$47.646,72	R$-121.293,48
3	R$31.270,26	R$4.165,51	R$49.986,18	R$-71.307,30
4	R$32.805,63	R$4.370,04	R$52.440,50	R$-18.866,80
5	R$34.416,39	R$4.584,61	R$55.015,33	R$36.148,52
6	R$36.106,24	R$4.809,71	R$57.716,58	R$93.865,10
7	R$37.879,05	R$5.045,87	R$60.550,46	R$154.415,57
8	R$39.738,91	R$5.293,62	R$63.523,49	R$217.939,06

9	R$41.690,09	R$5.553,54	R$66.642,49	R$284.581,55
10	R$43.737,08	R$5.826,22	R$69.914,64	R$354.496,19
11	R$45.884,57	R$6.112,29	R$73.347,45	R$427.843,64
12	R$48.137,50	R$6.412,40	R$76.948,81	R$504.792,45
13	R$50.501,05	R$6.727,25	R$80.727,00	R$585.519,45
14	R$52.980,65	R$7.057,56	R$84.690,69	R$670.210,14
15	R$55.582,00	R$7.404,08	R$88.849,00	R$759.059,15
16	R$58.311,08	R$7.767,62	R$93.211,49	R$852.270,64
17	R$61.174,15	R$8.149,01	R$97.788,18	R$950.058,81
18	R$64.177,81	R$8.549,13	R$102.589,57	R$1052.648,39
19	R$67.328,94	R$8.968,89	R$107.626,72	R$1.160.275,11
20	R$70.634,79	R$9.409,27	R$112.911,19	R$1.273.186,30
21	R$74.102,95	R$9.871,26	R$118.455,13	R$1.391.641,44
22	R$77.741,41	R$10.355,94	R$124.271,28	R$1.515.912,72
23	R$81.558,51	R$10.864,42	R$130.373,00	R$1.646.285,72
24	R$85.563,04	R$11.397,86	R$136.774,32	R$1.783.060,04
25	R$89.764,18	R$11.957,49	R$143.489,93	R$1.926.549,97

Para saber o tempo estimado de retorno para o investimento foi feito o cálculo do payback abaixo:

$$PB = \sum_{t=}^{n} \frac{214.356,96}{45.416,76} \cong 4,7\ meses$$

Como é possível verificar no cálculo do payback acima, o investimento será pago em aproximadamente quatro anos e sete meses. O VPL no 25º ano será de

aproximadamente R$1.926.549,97 que torna o investimento altamente atrativo, levando em consideração uma taxa de atratividade de 4,91% ao ano, sendo esse valor igual a média dos últimos aumentos anuais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia fotovoltaica em uma indústria do ramo metal mecânico situada no interior do estado de São Paulo. O objetivo do trabalho foi cumprido.

Com a aplicação de um sistema fotovoltaico é possível obter uma redução considerável para a indústria, como no caso representado acima foi alcançado uma redução mensal aproximada de 15,96% mensal no consumo, e gerando uma economia na conta de energia significativa, dessa maneira foi possível demonstrar a viabilidade do projeto proposto.

Com esse trabalho fica notório que é possível viabilizar um projeto solar, mesmo em uma indústria com um consumo relativamente alto sem que haja necessidade de aquisição de equipamentos feitos sob medida.

Um ponto a ser levado em questão é a limitação na geração de energia alcançada com os aparelhos disponíveis no mercado comum, caso a empresa necessite de uma geração com um valor mais alto será necessário equipamentos feitos sob medida ou até mesmo uma micro usina geradora o que pode gerar valores muito altos para implantação podendo assim inviabilizar o projeto.

É valido aprofundar-se mais no assunto pois com o passar do tempo os aparelhos vem aumento sua capacidade produtiva o que irá mudar de forma significativa a utilização dessa fonte de energia pelas grandes indústrias.

REFERÊNCIAS

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens; SIQUEIRA, J. de O. Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo. Caderno de pesquisas em Administração, v. 1, n. 6, p. 1, 1998.

COELHO, Ediomar Cesar; RONSANI, Greice Scarduelli. Utilização de Energia Solar nas Indústrias. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, v. 14, n. 14, p. 06-08, 2019.

CRESESB. Energia solar: princípios e aplicações. Rio de Janeiro: CRESESB, 2006.

DA SILVA MACHADO, Lais Natielle Oliveira; ALVES, Marcos Rafael; DE ALMEIDA, Marcela Midori Yada. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL NA CIDADE DE TAQUARITINGA/SP. Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, p. 479-491, 2020.

D'ALMEIDA, Albino Lopes. Indústria do Petróleo no Brasil e no mundo: formação, desenvolvimento e ambiência atual. Editora Blucher, 2015.

EPE. Matriz Energética e Elétrica. Empresa de Pesquisa Energética, [s. l.], 1 nov. 2019. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#TOPO. Acesso em: 17 nov. 2020.

FIESC – Competitividade das Tarifas de Energia Elétrica no Mercado Regulado para Indústria Catarinense. – Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, agosto 2018.

FIRJAN – Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no brasil. Pesquisa e Estudos Socioeconômicos Sistema FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, julho 2016.

FREIRE, Raphael Nunes et al. Análise de viabilidade de Projectos de minigeração Fotovoltaica. 2011.

JÚNIOR, Olavo Gonçalves Diniz; TORRES, Inácio Alves. As contribuições do valor presente líquido, da taxa interna de retorno, do payback e do fluxo de caixa descontado para avaliação e análise de um projeto de investimento em cenário hipotético. Universitas: Gestão e TI, v. 3, n. 1, 2013.

MARIANO, Juliana D.'Angela et al. Análise do potencial da geração de energia fotovoltaica para redução dos picos de demanda e contribuição energética nas edificações da UTFPR em Curitiba. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NASCIMENTO, Adriana de Souza et al. Energia solar fotovoltaica: estudo e viabilidade no nordeste brasileiro. 2015.

SILVA, Luzilene Souza et al. Avaliação de custo-benefício da utilização de energia fotovoltaica. RCT-Revista de Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 9, 2019.

URTADO, Edson Silva et al. Aplicação do método do valor presente líquido (VPL) na análise da viabilidade econômica de projetos na indústria metal mecânica: um estudo de caso. ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, v. 9, p. 1-4, 2009.

ANÁLISE DA PRECISÃO DE APLICATIVOS DE MEDIÇÃO

Benjamin Luís Teixiera Napolitano e Tamara Vieira Pascoto

FACULDADE GRANTIETE

RESUMO

NOS ÚLTIMOS ANOS AS FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA MEDIÇÃO DE ÁREAS NA TOPOGRAFIA VÊM SE ADAPTANDO CONFORME O AVANÇO DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS NO MERCADO. O DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS DE CELULARES CAPAZES CAPTAR AS COORDENADAS DE DETERMINADOS PONTOS E, CONSEQUENTEMENTE, CAPAZES DE CALCULAR A ÁREA E O PERÍMETRO DE UM DETERMINADO LOCAL SURGIRAM NO MERCADO. ALGUNS MUITO PRECISOS, OUTROS COM UMA PRECISÃO BEM ABAIXO DO ADEQUADO PARA A TOPOGRAFIA DE PRECISÃO. COM ISSO, ESSE TRABALHO BUSCA DETERMINAR A PRECISÃO DE DOIS APLICATIVOS DE CELULARES COM BASE EM UM LEVANTAMENTO FEITO COM UM GPS DE PRECISÃO. CONCLUIU-SE QUE OS APLICATIVOS NÃO APRESENTAM UMA PRECISÃO ADEQUADA PARA O LEVANTAMENTO DE PRECISÃO APESAR DO ERRO DIMINUIR CONFORME O AUMENTO DA ÁREA ESTUDADA.

ABSTRACT

IN RECENT YEARS THE TOOLS USED FOR AREA MEASUREMENT IN TOPOGRAPHY HAVE BEEN ADAPTING AS THE TECHNOLOGIES AVAILABLE ON THE MARKET HAVE ADVANCED. THE DEVELOPMENT OF CELL PHONE APPLICATIONS CAPABLE OF CAPTURING THE COORDINATES OF CERTAIN POINTS AND, CONSEQUENTLY, CAPABLE OF CALCULATING THE AREA AND PERIMETER OF A GIVEN LOCATION HAVE APPEARED ON THE MARKET. SOME VERY ACCURATE, OTHERS WITH A PRECISION WELL BELOW THAT WHICH IS ADEQUATE FOR PRECISION SURVEYING. WITH THIS IN MIND, THIS WORK SEEKS TO DETERMINE THE ACCURACY OF TWO CELL PHONE APPLICATIONS BASED ON A SURVEY MADE WITH A PRECISION GPS. IT WAS CONCLUDED THAT THE APPLICATIONS DO NOT PRESENT AN ADEQUATE PRECISION FOR PRECISION SURVEYING DESPITE THE ERROR DECREASING AS THE STUDIED AREA INCREASES.

1. INTRODUÇÃO

A Topografia é um instrumento fundamental para se conhecer o meio em que vivemos sendo utilizada para a obtenção de todos os tipos de informações, como dados de segurança; navegação, construção, entre outros. (VEIGA *et al.*, 2007).

Na Topografia trabalha-se com medidas (lineares e angulares) realizadas sobre a superfície da Terra e a partir destas medidas são calculados áreas, volumes, coordenadas, etc. Além disto, estas grandezas poderão ser representadas de forma gráfica através de mapas ou plantas. Para tanto é necessário um sólido conhecimento sobre instrumentação, técnicas de medição, métodos de cálculo e estimativa de precisão (KAHMEN e FAIG, 1988).

As ferramentas utilizadas para a medição de terras foram sendo aprimoradas com o passar do tempo, até chegarem a ferramentas conhecidas no mercado atualmente como o GPS de Precisão.

Nos últimos anos, muitos aplicativos de celular para medição surgiram no mercado, com a finalidade de diminuir os custos, aprimorar e facilitar esse serviço. Com isso, surgiu-se um questionamento sobre a real precisão e confiabilidade desses aplicativos.

A verificação da possibilidade de utilizar os aplicativos de celular como ferramenta de medição é importante devida à escassez de pesquisas sobre a utilização de aplicativos de medição disponíveis para consulta.

Um exemplo da utilização de aplicativos para medidas em gerais foi realizado por Harfouche *et al.* (2019) no Campus da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, e em uma fazenda de eucalipto em Pinhais.

As medições da altura de exemplares arbóreos dispersos no campus e na fazenda foram satisfatórias na maioria dos aplicativos de celular, apresentando em média um erro, inferior a 10%, que é o erro máximo permitido. Já os aplicativos utilizados para a medição das distâncias entre o operador e a árvore resultaram em erros superiores aos 5% permitidos para esse tipo de medição. O autor expõe ainda que, o resultado da medição, tanto da distância quanto da altura, das árvores expõe um erro menor nos indivíduos isolados em relação a plantação de eucalipto, com distâncias menores entre árvores.

Isso nos mostra, de uma maneira geral, que os aplicativos, dependendo da função e das características do local de medição, podem ou não resultar em informações satisfatórias para a utilização em um projeto.

Por isso, esse trabalho tem como objetivo demonstrar qual é a precisão dos aplicativos de medição disponíveis no mercado levando em consideração o levantamento de diferentes áreas com proporções distintas, com a utilização de pelo menos dois aplicativos de celular disponíveis no mercado e compará-los com os dados coletados através de um GPS, sendo esse último seus dados tomados como certo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico cadastral tem por finalidade fixar por meio de plantas e documentos de medições, os limites das propriedades territoriais públicas e privadas com uma precisão que proporcione aos proprietários toda classe de garantias jurídicas, aproveitando tais levantamentos com uma meta fiscal (TRUTTMANN, 1969).

É através desse levantamento que se obtém todas as informações da propriedade, como as coordenadas topográficas e as posições planimétricas ou altimétricas dos pontos materializados no perímetro de uma propriedade.

Para se realizar um levantamento topográfico atualmente pode ser utilizado Teodolito, Estação Total e GPS. De maneira gral, o teodolito é um equipamento menos automatizado entre os três, acarretando levantamentos menos precisos que os demais. Por isso, é um equipamento com utilização menos frequente na prática.

Uma estação total pode ser definida como a união de um teodolito eletrônico (medida angular), um distanciômetro eletrônico (medida linear) e um processador matemático associados em um só conjunto. Com esse equipamento obtém-se informações de ângulos e distâncias e podem ser registradas tanto em cadernetas de campo quanto em coletores de dados, que são cartões incorporados no aparelho que são posteriormente processados em um software no computador (ZILKHA, 2014).

A utilização da estação total exige o conhecimento prévio das coordenadas de, pelo menos, dois pontos a partir dos quais se procede ao levantamento dos perfis. Assim, torna-se necessário um trabalho prévio de transporte de coordenadas desde o vértice geodésico mais próximo para que seja definida a posição dos pontos de ancoragem dos perfis no espaço (x, y, z) e a sua orientação. A utilização da estação total pressupõe um contato visual permanente com o prisma, sendo crucial a definição do local de estacionamento a fim de abranger o máximo de área a monitorizar (TRINDADE *et al.,* 2007).

O sistema GPS (*Global Positioning System*) foi projetado para que em qualquer lugar do mundo, a qualquer instante, existem pelo menos quatro satélites acima do horizonte do observador, gerando assim as mínimas condições geométricas para a navegação em tempo real por usuário equipado com um receptor/processador de sinais GPS. O usuário poderá determinar sua localização em tempo real, podendo assim realizar as medidas de distâncias de pontos com coordenadas conhecidas (satélites) na terra, no ar e no mar. (TIMBO, 2000).

É constituído por três segmentos principais: segmento espacial (satélite); segmento terrestre (monitoramento e controle) e segmento do usuário (receptores GPS e equipamentos associados), que operam em interação, concedendo dados de posicionamento tridimensional (latitude, longitude e altitude), rumos, velocidade e tempo sendo todos com alta precisão. (TIMBO, 2000).

2.2. Aplicativos para Medição de Áreas

Atualmente a maioria dos smartphones disponíveis no mercado dispõe de uma série de ferramentas que expandem sua utilização para várias áreas no mercado, como na topografia. Dispondo de tecnologias como GPS, acelerômetro, giroscópio, bússola, câmera, entre outras ferramentas, é possível utilizá-los para a medição de propriedades tanto urbanas quanto rurais.

Para esse estudo, serão utilizados aplicativos de medição disponíveis no sistema operacional Android que é, atualmente, o mais utilizado no mundo.

O Android é uma plataforma para tecnologia móvel completa, envolvendo um pacote com programas para celulares, já com um sistema operacional, *middleware*, aplicativos e interface do usuário. Android foi construído com a intenção de permitir aos desenvolvedores criar aplicações móveis que possam tirar total proveito do que um aparelho portátil possa oferecer. Foi construído para ser verdadeiramente aberto. (PEREIRA, 2009).

2.2.1. Aplicativos Utilizados

Foram selecionados para o estudo dois aplicativos para a medição das áreas, o TopografiaAPP, desenvolvido pela Aguiar Engenharia Inteligente e o UTM Geo Map, desenvolvido pela Y2 Tech. Para essa escolha, a avaliação na loja virtual e a facilidade na obtenção de dados foram levadas em consideração.

O TopografiaAPP, segundo a desenvolvedora, é um excelente aplicativo para georreferenciamento ou levantamentos topográficos de terrenos, projetos de redes elétricas, avenidas, ruas, loteamentos e estudos em gerais.

O UTM Geo Map, segundo a desenvolvedora, foi criado por engenheiros de geodésia com anos de experiência no mundo do mapeamento digital, com a finalidade de atender ás necessidades profissionais de aplicativos de mapeamento, além de fácil utilização por usuários comuns.

3. METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa buscou definir os equipamentos e as áreas a serem levantadas. Para isso foi selecionado dois aplicativos de celular disponíveis no sistema operacional Android e, para gerar um banco de dados de controle, um GPS.

Também foram definidas as três áreas a serem mensuradas, com distintas dimensões, tendo como áreas 220,00 m², 440,00 m² e 5.567,22 m² respectivamente.

A segunda etapa compreendeu-se nas atividades de campo. Nessa etapa foi utilizada, além dos equipamentos, uma caderneta de campo, para a anotação dos dados coletados, e uma câmera fotográfica, para o registro do local.

Os dados das áreas coletadas com os aplicativos foram processados no AutoCAD e sobrepostos no levantamento de controle do estudo, realizado com um equipamento GPS.

Com as áreas sobrepostas, foi possível realizar uma comparação das áreas obtidas através de cada aplicativo. É a partir dessa conferência que se calculou o erro da área e do perímetro de cada levantamento.

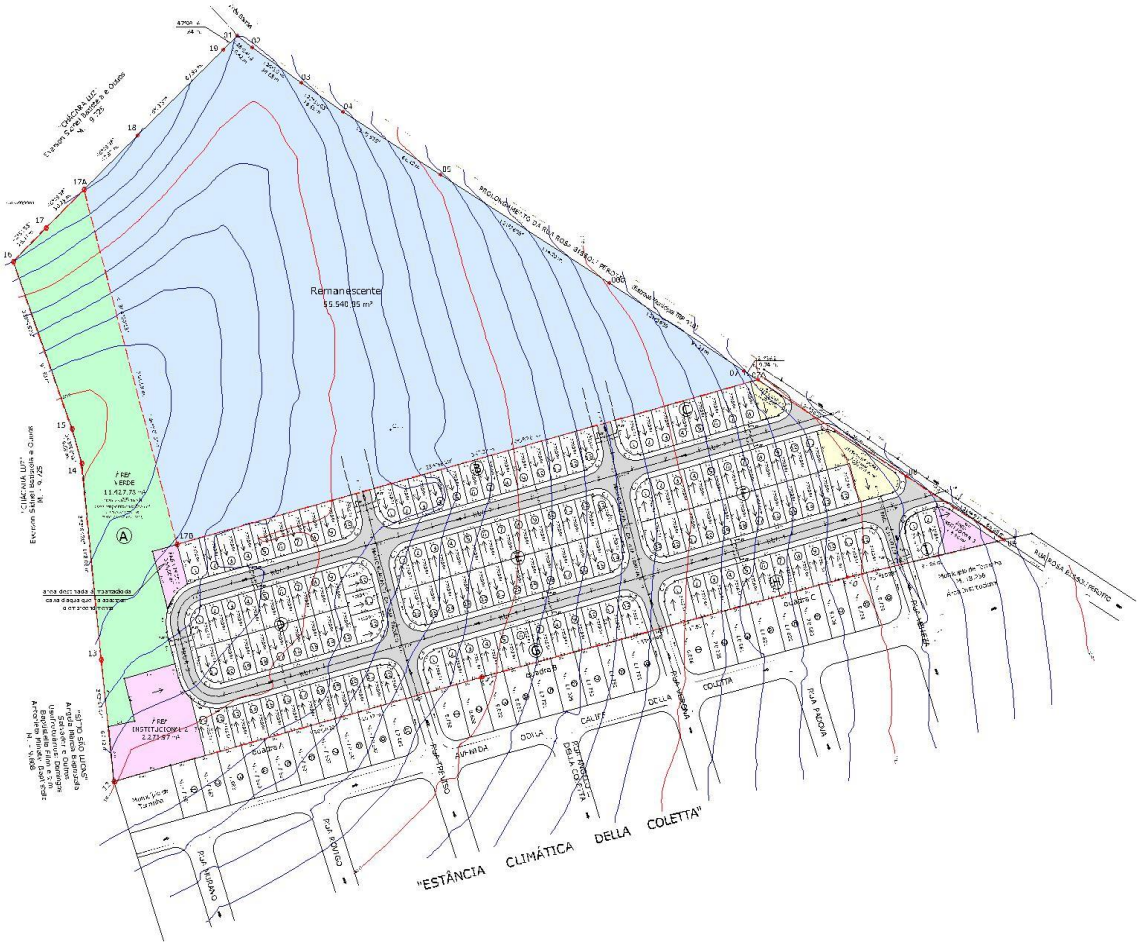
Após a análise da pesquisa, foi possível definir qual a precisão e acuidade de cada equipamento concluindo se há ou não a possibilidade de serem utilizados como ferramenta de trabalho topográfico.

A seguir essas etapas estão mais bem descritas.

3.1. Caracterização da Área de Estudo

O local definido para área de estudo denomina-se como Residencial Seber, composto por 9 quadras e 139 lotes de uso misto (residencial e Comercial), localizado no município de Torrinha/SP, conforme figura 1.

Figura 1 - Projeto do Residencial Seber



Fonte: Topoterra Projetos e Serviços Topográficos (2020)

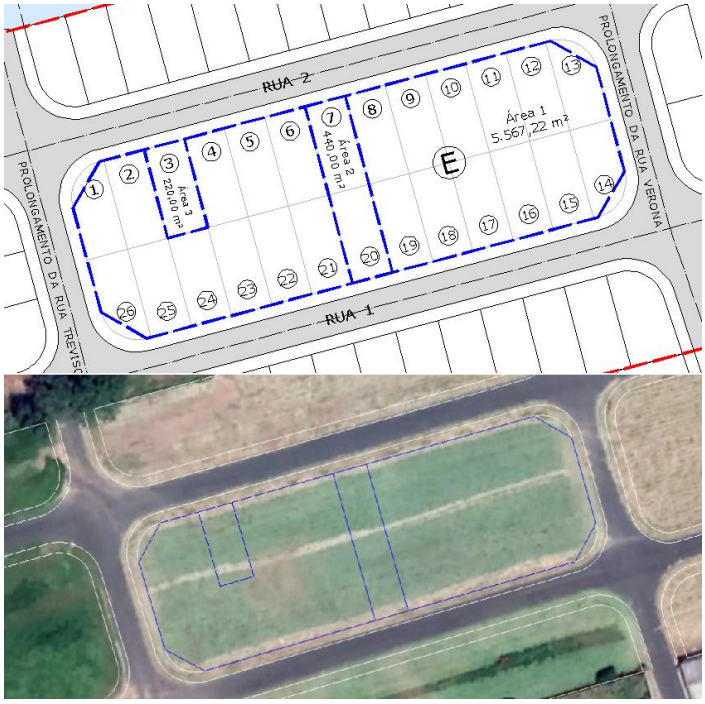
Para o levantamento, foram definidas três áreas distintas localizadas na Quadra E (Figura 2), denominadas como:

- Área 1: Composta pela Quadra E do Residencial Seber, com área de 5.567,22 m²;

- Área 2: Composta pelos lotes 7 e 20 da Quadra E do Residencial Seber, com área de 440,00 m²;

- Área 3: Composta pelo lote 3 da Quadra E do Residencial Seber, com área de 220,00 m²;

Figura 2 - Áreas delimitadas para estudo



Fonte: TopoTerra Projetos e Serviços Topográficos (2020) e Google Earth (2020)

3.2. Caracterização dos Equipamentos

Os aplicativos selecionados para o levantamento das áreas foram o TopografiaApp e o UTM Geo Map. Essa escolha se deu pela avaliação positiva, acima de 4 estrelas, na loja virtual do sistema Android e pela facilidade de obtenção de dados, conforme já mencionado acima.

O levantamento e demarcação do Residencial Seber foram realizados através do equipamento GNSS RTK V60 da Hi-Target.

Esse equipamento faz a transmissão das correções instantaneamente através de um link de rádio do receptor que é instalado no vértice de referência aos receptores que percorrem os vértices de interesse.

Para a realização de um levantamento com RTK é necessário um receptor instalado em uma estação com coordenadas conhecidas, denominado de estação de referência ou base RTK, um receptor móvel (Rover), e um rádio de comunicação para enviar os dados da estação de referência RTK ao receptor móvel. (COSTA *et al.*, 2008).

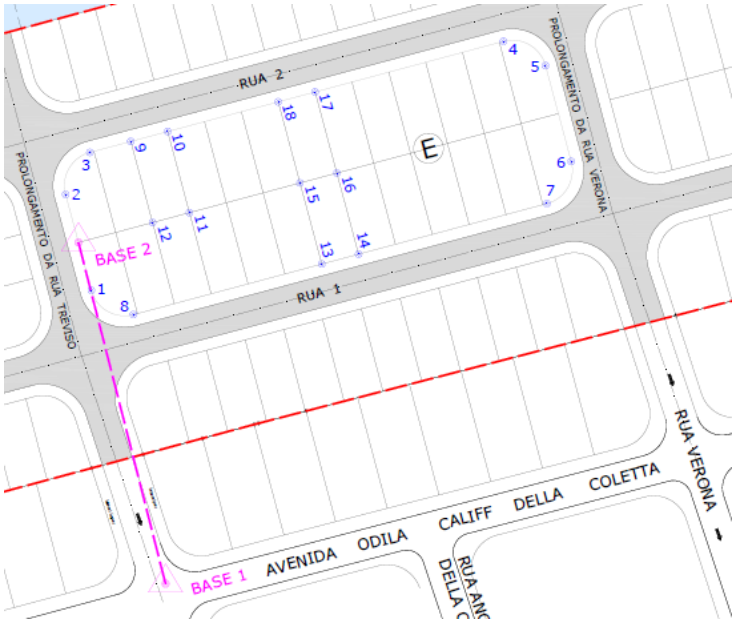
3.3. Demarcação Do Loteamento

3.3.1. Levantamento De Controle (GNSS RTK V60)

Para a demarcação do loteamento foi necessário, primeiramente, instalar o equipamento RTK em um ponto com coordenadas conhecidas, denominado como BASE 1, localizada entre a Rua Treviso e a Avenida Odila Califf Della Coletta.

Para facilitar o levantamento e demarcação, foram coletadas as informações de coordenadas de outro ponto para a instalação do equipamento RTK, denominado como BASE 2, localizado na quadra E do Residencial Seber (figura 3).

Figura 3 - Ilustração da Transposição da base e localização dos pontos do levantamento de controle



Após a transposição da base, foram demarcados todos os lotes com a implantação de piquetes, que posteriormente serão substituídos por marcos de concreto, seguindo os padrões instituídos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Para o levantamento de controle, foram determinados 18 pontos da demarcação, enumerados de 1 a 18, todos localizados na quadra E do loteamento, conforme figura 3.

Os dados obtidos através do RTK foram pós-processados pelo programa HGO, que faz a conversão dos dados no formato DXL, compatível com o programa MetricaTOPO, obtendo dessa forma as coordenadas referenciadas ao SIRGAS 2000 (UTM, Meridiano Central 51° WGR e Fuso 22°). Através do MetricaTOPO, o arquivo foi transportado para o formato DWG, compatível com o AutoCAD, que foi a ferramenta utilizada para o estudo.

3.3.2. Levantamento Com Aplicativos

Para o levantamento com os dois aplicativos, foram coletados os dados de dezoito pontos, localizados na Quadra E, resultando nas três áreas de estudo.

Para a coleta dos dados, o aparelho *smartphone* foi posicionado sobre os piquetes de cada ponto, gravando essas informações em sua memória e posteriormente enviadas para o computador e processados na ferramenta AutoCAD.

3.4. Dados Coletados

Todos os dados coletados foram processados e sobrepostos no levantamento de controle pelo AutoCAD, tornando possível a análise da precisão de área entre os levantamentos.

Essa análise, primeiramente, foi realizada através da sobreposição de imagem dos levantamentos, seguido de uma análise comparativa das coordenadas e as diferenças encontradas em relação ao levantamento de controle.

Após isso, foram observadas as diferenças de área e perímetro com o cálculo da porcentagem dessa diferença.

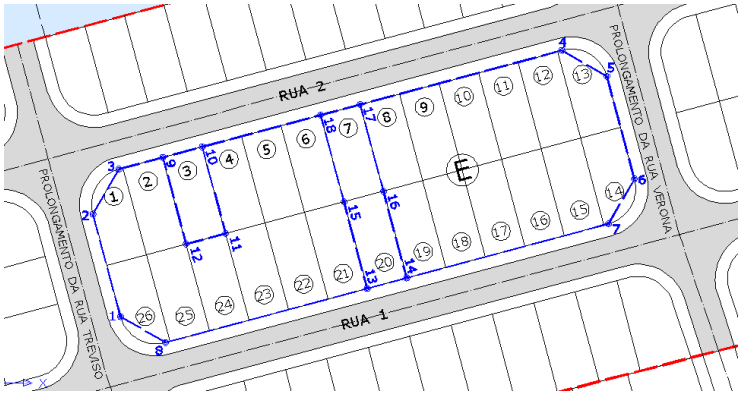
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Abaixo seguem os dados fornecidos pelos equipamentos em tabelas e figuras para facilitar a visualização dos dados coletados.

4.1. Dados do Levantamento de Controle

Para o cálculo das áreas e dos perímetros foram levantadas as coordenadas de cada ponto ilustrada na figura 5. Para a área 1 (contorno da quadra E) o aparelho RTK resultou em uma área de 5.567,22m² e um perímetro de 327,32m. Para a área 2 (lote 07 e 20 da quadra E), totalizou 440,00 m² e um perímetro de 108,00 e para a área 3 (lote 3 da quadra E), 220,00 m² e um perímetro de 64 m.

Figura 5 - Localização dos pontos levantados



4.2. Dados do Levantamento pelos Aplicativos

4.2.1. Levantamento da Área 1

O aplicativo TopografiaAPP mediu uma área de 5.612,84 m² e um perímetro de 327,26 metros. A figura 6 apresenta a projeção dos pontos levantados da Área 1 pelo aplicativo TopografiaAPP sobre a Quadra E do Residencial Seber, levantada pelo aparelho RTK.

Para o aplicativo UTM Geo Map, a área medida foi de 5418,68 m² e um perímetro de 323,35metros. A figura 7 apresenta a projeção dos pontos levantados da Área 1 pelo aplicativo UTM Geo Map sobre a Quadra E do Residencial Seber.

Figura 6 - Imagem dos pontos levantados na Área 1 pelo TopografiaAPP.

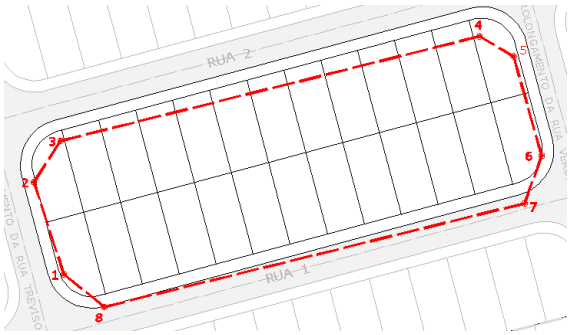
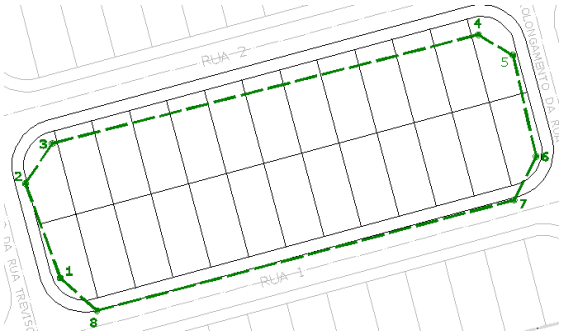


Figura 7 - Imagem dos pontos levantados na Área 1 pelo UTM Geo Map



4.2.2. Levantamento da Área 2

O aplicativo TopografiaAPP mediu uma área de 435,90 m² e um perímetro de 107,26 metros. A figura 8 apresenta a projeção dos pontos levantados da Área 2 pelo aplicativo TopografiaAPP sobre a Quadra E do Residencial Seber, levantada pelo aparelho RTK.

Para o aplicativo UTM Geo Map, a área medida foi de 444,37 m² e um perímetro de 109,19 metros. A figura 9 apresenta a projeção dos pontos levantados da Área 2 pelo aplicativo UTM Geo Map sobre a Quadra E do Residencial Seber.

Figura 8 - Imagem dos pontos levantados na Área 2 pelo TopografiaAPP.

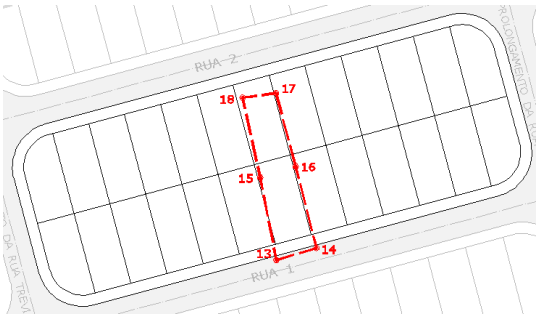
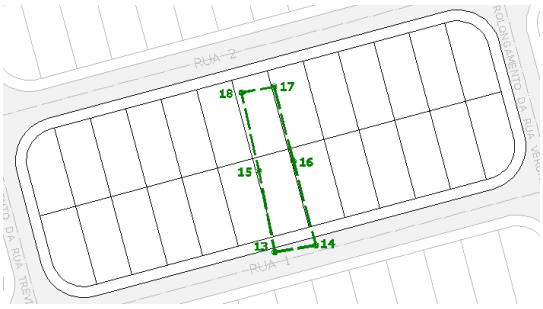


Figura 9 - Imagem dos pontos levantados na Área 2 pelo UTM Geo Map



4.2.3. Levantamento da Área 3

O aplicativo TopografiaAPP mediu uma área de 187,69 m² e um perímetro de 60,07 metros. A figura 10 apresenta a projeção dos pontos levantados da Área 3 pelo aplicativo TopografiaAPP sobre a Quadra E do Residencial Seber, levantada pelo aparelho RTK.

Para o aplicativo UTM Geo Map, a área medida foi de 192,41 m² e um perímetro de 61,18 metros. A figura 11 apresenta a projeção dos pontos levantados da Área 3 pelo aplicativo UTM Geo Map sobre a Quadra E do Residencial Seber.

Figura 101 - Imagem dos pontos levantados na Área 3 pelo TopografiaAPP

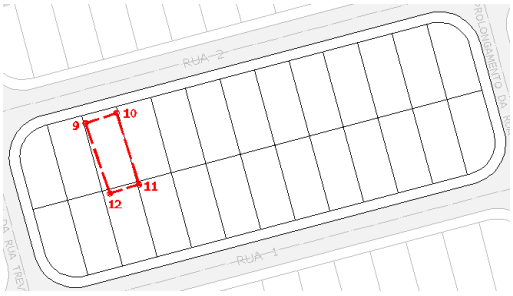


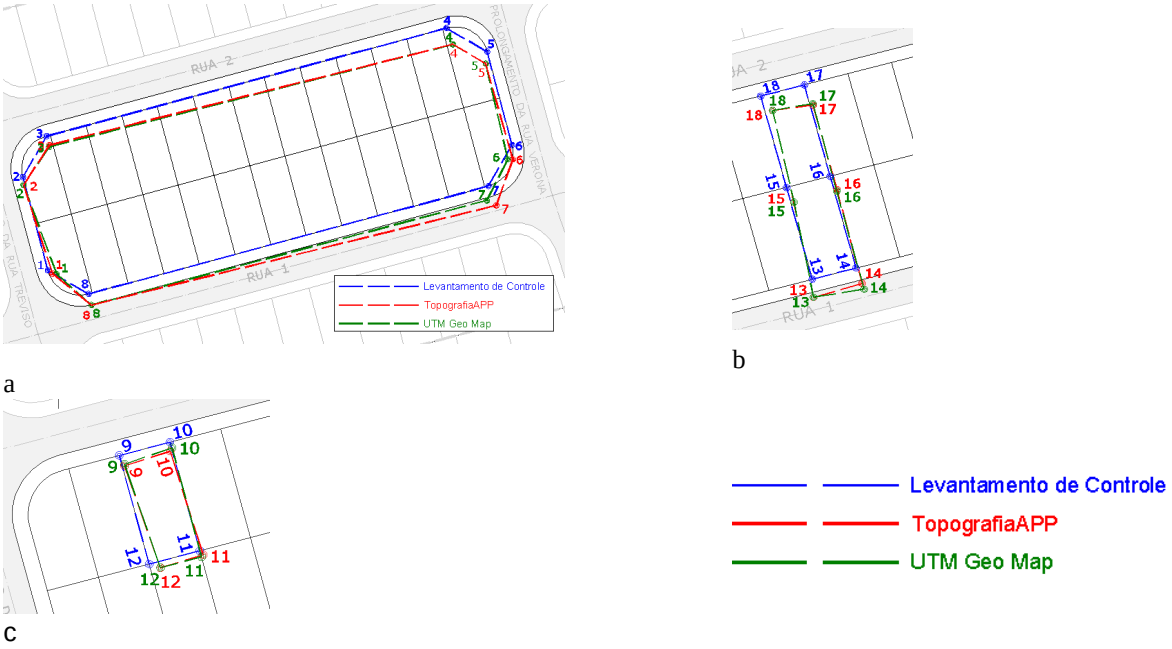
Figura 112 - Imagem dos pontos levantados na Área 3 pelo UTM Geo Map

4.3. Sobreposição das Áreas

Os levantamentos realizados com os aplicativos TopografiaAPP e UTM Geo Map, foram sobrepostos as Áreas 1, 2 e 3, conforme ilustra a figura 12.

Ao analisar as sobreposições com os dados coletados pelos aplicativos, podemos observar que sua projeção não coincide com os pontos coletados com o aparelho de precisão RTK, fixando todos os pontos de forma deslocada. É possível notar que alguns pontos estão adentrando a quadra, outros lotes e também a calçada e rua.

Figura 12– Sobreposição dos levantamentos realizados com os aplicativos comparados com o levantamento de controle sobre Área 1 (a), sobre a área 2 (b) e sobre a área 3 (c).



Podemos verificar, conforme ilustra as figuras, que o levantamento realizado pelos aplicativos praticamente coincide em alguns pontos, demonstrando que há certa precisão em suas medições, porém com uma acuidade baixa, com um deslocamento considerável dos pontos levantados, levando em consideração o levantamento de controle. Esse deslocamento, inclusive, é mais perceptível no sentido Norte-Sul ao observar as figuras acima.

A tabela 1 expõe as diferenças em relação ao levantamento de controle nas três áreas do estudo. Ela deixa claro que houve diferenças entre o levantamento de controle e o realizado pelos aplicativos.

Ao observar a tabela 1, nota-se que os maiores deslocamentos de coordenadas no sentido E (leste-oeste) encontram-se nos pontos 18 e 12 com uma diferença de 2,622 metros e 2,127 m, respectivamente, pelo aplicativo TopografiaAPP e nos pontos

18 e 1 com uma diferença de 2,644 metros e 2,372 metros, respectivamente, pelo aplicativo UTM Geo Map, já o maior deslocamento de coordenadas no sentido N (norte-sul) encontra-se nos pontos 7 e 17 com uma diferença de 5,232 metros e 4,716 metros, respectivamente, pelo aplicativo TopografiaAPP e nos pontos 14 e 4 com uma diferença de 4,932 metros e 4,372 metros, respectivamente, pelo aplicativo UTM Geo Map. Portanto nota-se que houve um desvio maior de coordenadas no sentido N (norte-sul) que no sentido E (leste-oeste), como já observado acima.

Tabela 1 – Tabela de diferença de coordenadas em relação ao levantamento de campo

TABELA DE DIFERENÇAS DE COORDENADAS

ÁREA	PONTOS	TopografiaAPP		UTM Geo Map	
		Diferença de coordenadas em relação ao levantamento de controle		Diferença de coordenadas em relação ao levantamento de controle	
		E (metros)	N (metros)	E (metros)	N (metros)
ÁREA 1	1	-1,280	0,853	-2,372	0,978
	2	-0,176	2,088	-0,168	2,084
	3	-0,808	2,396	-0,703	2,901
	4	-1,740	4,383	-1,736	4,372
	5	0,389	3,200	0,371	3,195
	6	-0,196	3,873	1,171	3,855
	7	-2,109	5,232	0,478	3,919
	8	-0,750	2,980	-0,759	2,970
ÁREA 3	9	-1,003	2,033	-1,010	1,727
	10	-0,055	1,742	-0,425	1,095
	11	-0,637	0,782	-0,329	1,209
	12	-2,127	0,751	-2,141	0,701
ÁREA 2	13	-0,272	4,204	-0,268	4,190
	14	-1,338	3,563	-1,802	4,932
	15	-1,640	3,383	-1,653	3,374
	16	-1,495	3,074	-1,474	3,397
	17	-1,921	4,716	-1,859	4,348
	18	-2,622	3,351	-2,644	3,340

Esse deslocamento maior no sentido norte-sul provavelmente ocorreu devido à disposição da constelação de satélites no momento do levantamento com os aplicativos. É possível que, se o levantamento fosse realizado em outro horário, o deslocamento seria observado em outro sentido. Com a poligonal das áreas formadas, é possível calcular as diferenças de perímetro e área do estudo (tabela 2). Na tabela 2 foram apresentados os resultados comparativos das diferenças de áreas

e perímetros em relação ao levantamento de controle, onde o aplicativo TopografiaAPP expôs os melhores resultados para as três áreas aferidas, apresentando um erro de área de 0,82%, 0,93% e 12,54% e um erro de perímetro de 0,02%, 0,69% e 6,14%, para as áreas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2 – Tabela Comparativa e diferença de distâncias em relação ao levantamento de campo

TABELA COMPARATIVA E DIFERENÇA DE ÁREAS E PERÍMETROS EM RELAÇÃO AO LEVANTAMENTO DE CONTROLE						
Levantamento de Controle						
	Área 1		Área 2		Área 3	
Área (m²)	5.567,22		440,00		220,00	
Perímetro (m.)	327,32		108,00		64,00	
Áreas Levantadas						
Descrição	TopografiaAPP			UTM Geo Map		
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Área (m²)	5.612,84	435,90	192,41	5.418,68	444,37	187,69
Diferença em Relação ao levantamento de controle	45,62	4,10	27,59	148,54	4,37	32,31
Diferença de Área (%)	0,82%	0,93%	12,54%	2,67%	0,99%	14,69%
Perímetro (m.)	327,26	107,26	60,07	323,35	109,18	61,19
Diferença em Relação ao levantamento de controle	0,06	0,74	3,93	3,97	1,18	2,81
Diferença de Perímetro (%)	0,02%	0,69%	6,14%	1,21%	1,09%	4,39%

Já o erro apresentado pelo aplicativo UTM Geo Map foi de 2,67%, 0,99% e 14,69% de área e 1,21%, 1,09% e 4,39% de perímetro, para as áreas 1, 2 e 3, respectivamente.

Podemos concluir que, a área que mais se aproximou dos valores do levantamento de controle foi a Área 1. Esse resultado já era esperado, pois o erro linear de locação dos pontos é o mesmo, independente do tamanho da área levantada, portanto, quanto maior for a área levantada, menor será a diferença de erro relativo.

Pressupondo o exposto acima, podemos concluir que o aplicativo TopografiaAPP é mais preciso que o aplicativo UTM Geo Map, que apresentou resultados com erros mais expressivos, além de expor um erro maior no levantamento da Área 1 diante de Área 2.

A utilização dos aplicativos para um levantamento de precisão ainda não é possível, pois o erro ou diferença de área e de perímetro encontrados são relevantes,

porém podem ser utilizados para medições que não exijam ser precisas, como por exemplo, para o conhecimento da dimensão de áreas ou perímetros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo realizado pode-se concluir que:

1-) O aplicativo TopografiaAPP apresentou os melhores resultados diante do aplicativo UTM Geo Map no levantamento das áreas estudadas, portanto, sendo mais preciso.

2-) De maneira geral, pode-se concluir que, quanto maior a área a ser levantada, menor é o erro relativo fornecido pelos aplicativos de celular.

3-) Os levantamentos topográficos elaborados pelos aplicativos ainda não podem ser utilizados para levantamento de precisão, uma vez que apresenta divergências consideráveis em relação ao levantamento de controle, não havendo a precisão necessária para a substituição de equipamentos geodésicos convencionais utilizados atualmente na medição de áreas.

REFERÊNCIAS

COSTA, SONIA M. A., LIMA, MARCO A. A., MOURA JR, NEWTON J., ABREU, MÁRIO A., SILVA, ALBERTO L., FORTES, LUIZ P. S. RBMC em Tempo Real, Via NTRIP, e seus benefícios nos levantamentos RTK e DGPS. – Recife. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2008

Fogliatto, JF SILVA. Manutenção e Confiabilidade - Porto Alegre: PPGE/UFRGS, 2003.

GALERA MONICO, JOÃO FRANCISCO, DAL PÓZ, ALUIR PORFÍRIO, GALO, MAURÍCIO, CARVALHO DOS SANTOS, MARCELO, CASTRO DE OLIVEIRA, LEONARDO. Acurácia e Precisão: Revendo os Conceitos de Forma Acurada. Boletim de Ciências Geodésicas [em linha]. 2009, 15 (3), 469-483 [fecha a Consulta 9 de abril de 2020]. ISSN: 1413-4853. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=393937709010

KAHMEN, H. FAÍG, W. Surveyng – New York. Editora: de Gruyter, 1988. 578p.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. Observations and Least Squares. University Press of America, 1976. 497 p.

PEREIRA, Lucio Camilo Oliva; SILVA, Michel Lourenço Da. Android para Desenvolvedores. 1 / 2009 Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

TRUTTMANN, O. El teodolito y su em pleo. W ild H eerbrugg S. A. Heerbrugg, Suíça, março 1969, 107p.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. Fundamentos de topografia. 2007.

UTILIZAÇÃO DE RFID PARA GESTÃO DE ESTOQUE EM UMA EMPRESA METALOMECÂNICA DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Luiz Fernando Gianoni, Aline Jauch Antônio, Janaina Ap. Alves Scaliza e Valmir Meneguim
FACULDADE GALILEU

RESUMO

EM BUSCA DE PRECISÃO, AGILIDADE, DINAMISMO E CONFIABILIDADE NA GESTÃO DE ESTOQUES, A TECNOLOGIA RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION), APRESENTA UMA SOLUÇÃO PRÁTICA E À ALTURA DAS EXPECTATIVAS DE GRANDES EMPRESAS. O RFID PODE REDUZIR CUSTOS NA MANUTENÇÃO DENTRO DO ESTOQUE COM A MAIOR EXATIDÃO DE DADOS COLETADOS, REDUZINDO OS ERROS HUMANOS E OTIMIZANDO O MANUSEIO DO ITEM NA ENTRADA, PERMANENCIA NA EMPRESA E SUA EXPEDIÇÃO. ESTE TRABALHO TEVE COMO OBJETIVO OBSERVAR A ROTINA DE TRABALHO DE UM DEPÓSITO DE MATERIAIS UTILIZADOS NA MANUTENÇÃO DE FERRAMENTAIS EM UMA INDÚSTRIA METALOMECÂNICA DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO, E PROPOR POSSÍVEIS SOLUÇÕES COM A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE RFID. O MÉTODO UTILIZADO FOI O ESTUDO DE CASO E TEVE CINCO ETAPAS. ATRAVÉS DO ESTUDO FOI POSSÍVEL OBSERVAR QUE EXISTEM DIVERSOS PROBLEMAS NA GESTÃO DE ESTOQUE DA EMPRESA EM QUESTÃO, QUE HOJE É REALIZADA VIA CÓDIGO DE BARRAS E QUE ESTES PODERIAM SER RESOLVIDOS COM A IMPLANTAÇÃO DA

TECNOLOGIA RFID. É FATO QUE EXISTEM INÚMERAS VANTAGENS NA IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA, JÁ QUE ESTA CRIA UMA OPORTUNIDADE DE MELHORIA CONTÍNUA DENTRO DA GESTÃO DE ESTOQUES, COM MELHOR USO DE MATERIAL, MÃO-DE-OBRA E NO USO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE, POIS OS DADOS FORNECIDOS POR ESSA AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO SÃO MAIS CONFIÁVEIS E DINÂMICOS.

PALAVRAS-CHAVES: *RFID; GESTÃO DE ESTOQUE; CONTROLE DE ESTOQUE.*

USE OF RFID FOR STOCK MANAGEMENT IN A METALOMECHANICAL COMPANY IN THE INTERIOR OF SÃO PAULO STATE

IN SEARCH OF PRECISION, AGILITY, DYNAMISM, AND RELIABILITY IN INVENTORY MANAGEMENT, RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) TECHNOLOGY PRESENTS A PRACTICAL SOLUTION AND HIGH EXPECTATIONS FOR LARGE COMPANIES. RFID CAN REDUCE MAINTENANCE COSTS IN STOCK WITH THE HIGHEST ACCURACY OF DATA COLLECTED, REDUCING HUMAN ERRORS AND OPTIMIZING THE HANDLING OF THE ITEM AT THE ENTRANCE, INSIDE THE COMPANY, AND DISPATCH. THE PRESENT WORK AIMED TO OBSERVE THE WORK ROUTINE OF A WAREHOUSE OF MATERIALS USED IN THE MAINTENANCE OF TOOLING IN A METAL MECHANICAL COMPANY IN THE STATE OF SÃO PAULO, IN ADDITION, TO PROPOSE POSSIBLE SOLUTIONS USING RFID TECHNOLOGY. THE METHODOLOGY USED WAS THE CASE STUDY AND THERE WERE FIVE STAGES. THROUGH THE STUDY, IT WAS POSSIBLE TO OBSERVE THAT THERE ARE SEVERAL PROBLEMS IN THE INVENTORY MANAGEMENT OF THE COMPANY, WHICH HAVE BEEN CARRIED OUT VIA BAR CODES. SUCH PROBLEMS COULD BE SOLVED WITH THE IMPLEMENTATION OF RFID TECHNOLOGY. IN FACT, THERE ARE NUMEROUS ADVANTAGES IN THE IMPLEMENTATION OF SUCH TECHNOLOGY, SINCE IT CREATES OPPORTUNITIES FOR CONTINUOUS IMPROVEMENT WITHIN INVENTORY MANAGEMENT, WITH BETTER USE OF MATERIAL, LABOR, AND USE OF

QUALITY TOOLS, BECAUSE THE DATA PROVIDED BY THE AUTOMATION OF THE PROCESS IS MORE RELIABLE AND DYNAMIC.

KEYWORDS: *RFID; INVENTORY MANAGEMENT; INVENTORY CONTROL.*

1. **INTRODUÇÃO**

No cenário competitivo atual, para que as empresas se destaquem no mercado e consigam fidelizar seus clientes, necessitam melhorar continuamente o nível de seus serviços e manter o foco na redução dos custos operacionais. Um bom aliado para atingir estes objetivos é o estoque, uma gestão de estoque eficiente torna a empresa mais competitiva e contribui para o aumento da eficiência e redução dos custos operacionais.

Conforme Krever et al. (2003) uma boa gestão de estoque ajuda a equilibrar a disponibilidade de produtos, os níveis de serviços e os custos com a manutenção dos estoques. Isto só é possível porque o estoque interliga e exerce influência em diversas operações dentro de uma empresa. Portanto, alcançar o equilíbrio dentre as atividades que envolvem o estoque é tão importante. O estoque gera benefício e malefícios simultaneamente, por exemplo, é importante manter o material estocado para realizar uma venda e satisfazer seu cliente, mas existe um custo de manutenção deste material em estoque.

A tecnologia de Rádio Frequência é utilizada para a autoidentificação. A utilização desta tecnologia vem crescendo ao longo dos últimos anos, e acredita-se que a mesma venha a substituir o código de barras, comumente utilizado nos dias de hoje. Pedroso, Zwicker e Souza (2009) indicam que a tecnologia de RFID ainda não é uma tecnologia consolidada e de fácil acesso assim como é o código de barras, apesar de não ser nova a tecnologia ainda tem um caráter experimental.

A mesma vem sendo utilizada pelas corporações como ferramenta para gestão de cadeias de suprimentos complexas, porém, ainda existe muita dificuldade em se calcular os ganhos com base no investimento para a implantação de um sistema de RFID. É de extrema importância entender a contribuição desta tecnologia no planejamento e configuração dos processos industriais e no relacionamento com os stakeholders da cadeia de suprimentos (Becker et al., 2010).

Angeles (2005) afirma que esta tecnologia pode ser responsável pela

eliminação de algumas lacunas presentes nas cadeias de suprimentos, especialmente no que se diz respeito aos setores varejistas e de logística. Ele considera que o uso do RFID pode proporcionar uma maior liberdade aos processos de negócio e principalmente prover visibilidade em tempo real de sua cadeia de suprimentos.

O presente trabalho tem como objetivo, observar a rotina de trabalho de um depósito de materiais utilizados na manutenção de ferramentais em uma indústria metalomecânica do interior do estado de São Paulo, e propor possíveis soluções com a utilização da tecnologia de RFID.

2. GESTÃO DE ESTOQUE ATRAVÉS DO USO DE RFID

2.1 Estoque

Segundo Martins (2009) um estoque é caracterizado pela existência de produtos e ou insumos armazenados em maior número do que a organização exige para funcionar. A construção de um estoque pode gerar um grande diferencial competitivo, frente a todas as necessidades do ambiente em que a organização habita. O estoque pode ser usado para fins especulativos, comprando-se grandes quantidades de um determinado material com a expectativa de que seu preço aumente, para redução de custos, negociando com os fornecedores um valor mais baixo devido a compra em grandes quantidades, além da possibilidade de se otimizar os custos com a redução da necessidade de vários fretes.

2.2 Gestão dos estoques

O objetivo da gestão de estoque de acordo com Dias (2012) é otimizar o investimento em estoques, aumentando o uso eficiente dos meios internos da empresa, minimizando as necessidades de capital investido.

Para Filho (2006) a gestão de estoque passa por uma série de ações e atividades, comandadas por dados, que possibilitam a auditoria de uma eficaz utilização dos recursos, se eles estão estrategicamente localizados, se são adequadamente bem manuseados, permitindo assim o acompanhamento e controle. O planejamento e a programação das necessidades de um estoque, o controle das compras realizadas para o mesmo, a localização do produto armazenado, a maneira com que será movimentado, devem ser coerentes e otimizadas para que os custos do

produto não sejam elevados e assim transferidos para os consumidores finais.

Segundo Slack, Chambes e Johnston (2009), o estoque existe porque existe a diferença de ritmo entre demanda e fornecimento, independente da etapa ou do material. Se o fornecimento ocorresse quando solicitado, um item não precisaria ser estocado.

2.3 RFID (Radio Frequency Identification)

2.3.1 Surgimento do RFID

A tecnologia RFID surgiu com a necessidade de identificar os aviões durante a Primeira Guerra Mundial, estes que estavam sempre cheios de explosivos, viajam por grandes distâncias e não eram identificados. De acordo com Santini (2008), fez-se necessário criar uma forma de se diferenciar os aviões amigos dos aviões inimigos. A tecnologia RFID foi patenteada em 1973, porém, vem sendo utilizada na identificação de objetos desde 1969. Todavia, apenas em 2004 se tornou viável comercialmente e tecnologicamente, de acordo com Taufenbach (2004).

A RFID visa a identificação automática de objetos, animais e pessoas. Essa tecnologia é possível graças a ondas de radiofrequência, que permite que dados sejam armazenados e recuperados em um circuito integrado (chip). Segundo Bernardo (2004), a RFID é uma tecnologia que ajuda a diminuir o desperdício, limitar roubos, gerir inventários, simplificar a logística, aumentar a produtividade, provento segurança. Entretanto também possui pontos negativos, tais como a interferência eletromagnética que atrapalha os sinais de radiofrequência, as regulamentações e o custo do sistema.

Pressman (2016) afirma que a tecnologia RFID permite a leitura sem contato visual direto, por identificação por radiofrequência. O autor afirma que a tecnologia RFID será rotina, ajudando na vida das pessoas e no processo logístico de toda cadeia de abastecimento.

Para Moura (2013) sobre como utilizar a RFID, observou-se que a convergência era o melhor caminho, juntamente com aplicação desta tecnologia em circuitos fechados controlados por uma empresa. Na atualidade, a etiqueta eletrônica pode estar associada a um banco de dados, associações de dados coletados por sensores ou gerenciamento de ativos.

2.3.2 RFID e suas aplicações

A tecnologia RFID é baseada na utilização de ondas eletromagnéticas (ondas de radiofrequência) como forma de comunicar dados de identificação de um determinado elemento, tais como componentes, caixas, pallets, containers, veículos, ativos e até mesmo pessoas, segundo Pedroso (2009).

A figura 01 abaixo demonstra o sistema de informações sobrea a identificação de um objeto.

Figura 1 – Sistema RFID

Fonte: Pedroso (2009)

O sistema acima demostra de maneira simplificada o funcionamento do sistema RFID e duas de suas principais vantagens sobre o sistema de código de barras, a identificação do item sem a necessidade de contato com o item, como sistema RFID é possível identificar todos os materiais que estão dentro de um caminhão sem ao menos abrir as portas, e outra grande vantagem é a possibilidade de incluir informações diretamente nas etiquetas, o que não é possível no sistema de código de barras, o que permite, por exemplo, incluir informações de validade de cada um dos produtos.

Os sistemas RFID são utilizados como um suporte aos diversos processos de negócios das empresas. Angeles (2005), por exemplo, afirma que a tecnologia RFID pode diminuir algumas lacunas de informação na cadeia de suprimentos. Ela considera que RFID pode prover visibilidade em tempo real à cadeia de suprimentos, criando oportunidades de melhorias no monitoramento e rastreabilidade de itens, no

controle de processos e na gestão dos estoques. Em logística citam aplicações nos processos internos das empresas e nos processos entre empresas, tais como expedição, transporte e recebimento.

A implantação de soluções do tipo RFID pode obter vantagens de natureza estratégica, tática ou operacional às empresas. Algumas organizações adotaram a política de mandatos de RFID. A adoção de RFID por parte dos fabricantes pode ser considerada uma iniciativa estratégica, caso esses considerem as organizações que impuseram os mandatos como essenciais aos seus negócios. A adesão aos mandatos pode ser considerada como um fator competitivo qualificador para os fornecedores dessas organizações. Os fabricantes que comercializam produtos para as organizações devem possuir um conjunto mínimo de competências tecnológicas e organizacionais (tais como a competência para entregar produtos com RFID em pallets ou caixas) e apresentar um desempenho adequado.

Outras implantações de RFID podem ser tratadas no nível tático, para monitorar os estoques ao longo de uma rede de suprimentos pode prover visibilidade às empresas, pode trazer um conjunto importante de benefícios, como maior precisão sobre os níveis de estoques e maior transparência na informação sobre a demanda real na cadeia de suprimentos, com o objetivo de uma maior eficiência nas operações das empresas, além de melhorias na confiabilidade de entrega, velocidade de atendimento e disponibilidade dos produtos.

A tecnologia RFID pode ser utilizada para a identificação de ativos importantes como válvulas de segurança, contribuindo assim para a segurança das empresas, aumentando sua eficiência dos seus processos de manutenção.

A literatura nos mostra diversos benefícios associados às iniciativas de RFID, e sua eficácia depende do tipo de aplicação e do segmento de indústria. Para Lee e Ozer (2007) a tecnologia RFID é promissora para monitorar produtos ao longo da cadeia de suprimentos, com a capacidade de proporcionar um grau de visibilidade sem precedente aos seus participantes. Com isso a empresa tem o benefício de redução dos custos de mão-de-obra, melhorias na coordenação na cadeia de suprimentos, redução de estoques e aumento na disponibilidade de produtos. Lee et al. (2004) desenvolveram um modelo de simulação para analisar a utilização de RFID no relacionamento entre fabricantes e varejistas, e verificaram que essa tecnologia pode trazer benefícios potenciais de redução dos estoques e melhorias nos níveis de

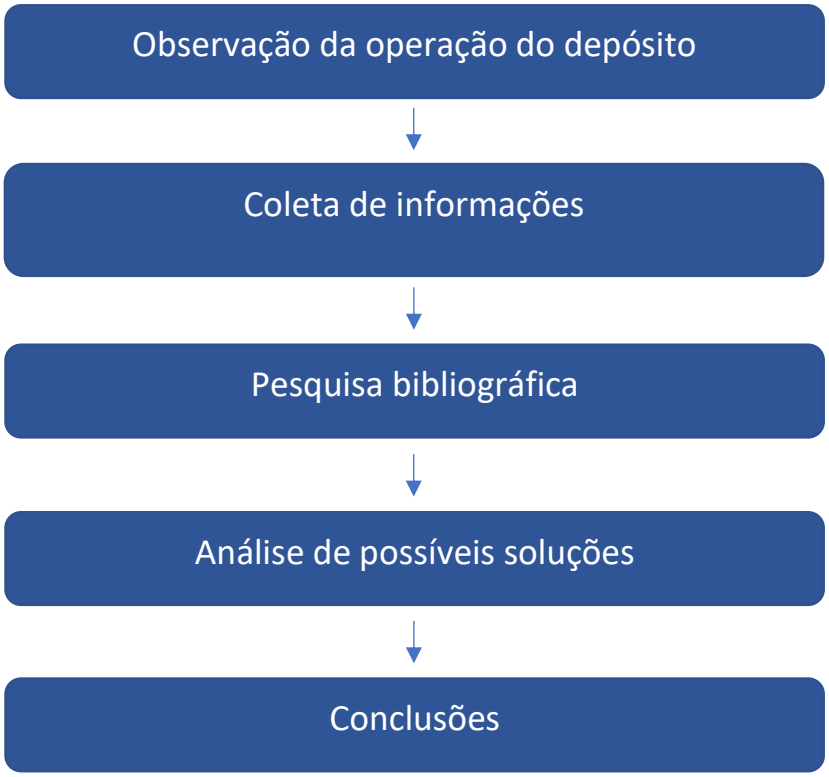
serviço.

3. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia utilizada no presente artigo refere-se a um estudo de caso e a finalidade de descrever um problema observado e propor solução. O estudo iniciou-se com a observação do problema e da dificuldade de realizar a gestão de estoque de maneira eficiente em uma indústria metalomecânica do interior do estado de São Paulo. Após a observação do problema foi realizada uma delimitação optando por executar o estudo em apenas um dos depósitos da empresa, o depósito de manutenção de ferramental, foram realizadas entrevistas informais a fim de entender melhor as dificuldades na gestão do estoque.

Depois de todo o levantamento do problema em campo foram realizadas as pesquisas bibliográficas através de leitura de artigos científicos e livros sobre os temas gestão de estoque e utilização de tecnologia RFID, que suportaram o desenvolvimento de uma proposta de solução para o problema. Esta metodologia esta ilustrada no fluxograma figura 2, logo abaixo.

Figura 2 Fluxo da pesquisa



Fonte: Próprio Autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise do local de trabalho

A empresa onde este estudo de caso foi desenvolvido é uma grande multinacional metalomecânica do interior do estado de São Paulo. Esta empresa possui diversas plantas espalhadas por vários países, a planta estudada fica localizada na no interior de São Paulo e é a responsável pelo fornecimento de peças primárias, componentes, conjuntos e subconjuntos para as outras plantas da empresa.

Um dos maiores desafios da administração da empresa, se não o maior é a gestão eficiente de seus estoques, a planta fabril que vamos estudar possui 05 depósitos que somados armazenam mais de 250.000 componentes.

4.2 Observação e delimitação do problema

O estudo foi realizado no depósito destinado a manutenção de ferramental. Este depósito conta com 600 metros quadrados e atualmente possui 1200 itens diferentes armazenados, sendo o principal fornecedor de recursos para a manutenção da capacidade produtiva no que diz respeito ao ferramental utilizado para a produção de peças, justificando assim sua importância para a empresa.

Todo o controle dos materiais estocados é realizado através de código de barras, com a utilização de leitores óticos portáteis, que fazem a leitura manualmente e enviam os dados coletados para serem armazenados no ERP (Enterprise Resource Planning) da empresa.

As compras para abastecimento deste estoque são acionadas manualmente, não existe nenhum tipo de automação ou sistema que sugira quando e quanto comprar de cada material estocado, o que gera falta de alguns materiais e compras em excesso de outros.

Este depósito conta com materiais perecíveis como borrachas, resinas e adesivos plásticos, que exigem maior controle devido a conter um prazo de validade determinado.

Este estoque passa por balanços semestrais, devido a característica dos materiais armazenados, e para a realização destes balanços são utilizados dois operadores durante o período de uma semana, estes operadores precisam percorrer todos os 600 metros quadrados entre armários e prateleiras com leitores óticos de código de barras e realizar a leitura em todas as etiquetas de todos os itens do depósito.

Uma característica importante deste depósito é contar com materiais importados, que possuem um tempo elevado para sua reposição.

Os principais problemas encontrados no período de observação e entrevista com os colaboradores do depósito estão listados na Tabela 01.

Tabela 01 – Principais problemas encontrados

	Problemas Encontrados
1	Divergência na quantidade de materiais físico x ERP.
2	Necessidade de realização de inventários com frequência.
3	Tempo elevado para a realização de inventários.
4	Dificuldade de identificar quando o material deve ser reposto.
5	Falta de automação no processo de gestão do depósito.

Fonte: Próprio autor

4.3 Entrevistas informais

Foram realizadas entrevistas informais com os colaboradores que atuam na gestão do estoque, com os usuários que utilizam os materiais estocados e com o comprador responsável pelo abastecimento do estoque, e um ponto comum entre todas estas pessoas é o descontentamento com relação a atual gestão do estoque.

Os colaboradores que utilizam os materiais estocados neste depósito, mostraram muito descontentamento com as falhas na gestão do estoque, nos foi reportado, que é comum verificar a existência de um determinado material no sistema

ERP, mais que no momento do pagamento deste material no balcão do depósito, se descobre que o material não existe fisicamente. Quando isto ocorre é necessário disparar uma requisição de compra urgente, pois existe um ferramental danificado aguardando o material para ser corrigido.

Outra grande reclamação foi feita pelo comprador, que relatou passar dias fazendo relatórios dos estoques para poder antecipar as compras e nunca consegue identificar o material a ser comprado devido aos desvios nas quantidades de material físico x sistema ERP.

Já por sua vez os responsáveis pela gestão do depósito alegam não entender como estes desvios ocorrem, uma vez que o acesso a área de armazenagem é restrito.

Mas existe um ponto comum entre todos os entrevistados, todos acreditam que a modernização do sistema de gestão dos materiais poderia trazer muitos benefícios para este processo.

4.4 Apresentação da proposta de solução

Conforme afirmado por Pedroso (2009) a tecnologia de RFID deve em pouco tempo substituir o código de barras, muito utilizado nos dias de hoje. O depósito analisado neste estudo de caso utiliza o recurso de código de barras para a gestão dos materiais armazenados.

A implantação do sistema de RFID na gestão dos materiais do depósito de manutenção de ferramental, mostrou-se viável, apesar da tecnologia ainda não estar amplamente difundida e ainda considerada experimental como afirma Pedroso, Zwicker e Souza (2009).

Os grandes desafios na implementação desta nova tecnologia esta em garantir que os fornecedores dos materiais a serem estocados possuam o mínimo de tecnologia necessária para o fornecimento dos materiais com as Tags do RFID fixadas nos produtos. Este é um requisito básico para o funcionamento do sistema.

Não menos importante é a criação da infraestrutura para o funcionamento do sistema, a instalação das antenas para a leitura das Tags e gestão do depósito. Lee

e Ozer (2007) afirmam que o sistema de RFID pode preencher algumas lacunas na gestão da cadeia de suprimentos, principalmente na área de logística, e através do desenvolvimento de uma interface para que o sistema de RFID possa se comunicar com o ERP utilizado atualmente pela empresa seria possível explorar mais do potencial do sistema de RFID, ligando o consumo de materiais com a área de compras, gerando input automaticamente para a reposição de materiais.

Na Tabela 02 foram listados os principais problemas e listadas possíveis solução com a aplicação da tecnologia de RFID

Tabela 02 – Soluções do sistema RFID

	Problemas Encontrados	Soluções do sistema de RFID
1	Divergência na quantidade de materiais físico x ERP.	RFID faz a gestão em tempo real, garantindo assim a correta atualização do sistema.
2	Necessidade de realização de inventários com frequência.	Devido a atualização do sistema ser feita em tempo real, não existe a necessidade de se realizar inventários.
3	Tempo elevado para a realização de inventários.	Não existe a necessidade de se realizar inventários.
4	Dificuldade de identificar quando o material deve ser reposto.	O consumo é atualizado em tempo real, facilitando assim a tomada de decisão sobre novas compras
5	Falta de automação no processo de gestão do depósito.	Processo de gestão automatizado.

Fonte: Próprio autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo de caso teve como objetivo a observação, análise e propostas de soluções para a gestão de estoque de uma empresa metalomecânica do interior do Estado de São Paulo. Através deste estudo foi possível observar que apesar de toda a tecnologia que nos cerca ainda continuamos executando atividades manuais que possuem baixo valor agregado, e podem até mesmo serem consideradas como desperdícios.

A tecnologia de RFID pode ser um diferencial no que tange a gestão de estoques e gerenciamento da cadeia de suprimentos, este estudo de caso nos traz a luz de uma nova tecnologia, que a longo prazo trará resultados tanto em eficiência operacional quanto em redução de custos para a empresa.

O trabalho apresenta como limitação a falta de uma análise de viabilidade econômica, não sendo possível portanto comprovar quantitativamente que implementar o sistema de RFID no depósito trará ganhos.

Como possíveis temas para novos estudos ficam a possibilidade da implantação da tecnologia de RFID para a gestão de ativos imobilizados, que traria a possibilidade de se gerenciar todos os ativos da empresa em tempo real, sem a necessidade de longos inventários, e a possibilidade de gerenciar a cadeia de suprimentos, com a instalação de antenas de RFID fora dos portões da empresa, sendo possível a instalação das antenas até mesmo nas rotas de entrega de materiais a fim de se obter maior assertividade na entrega de materiais.

REFERÊNCIAS

ANGELES, R. RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues. Information Systems Management, v. 22, n. 1, p. 51-65, 2005.

BERNARDO, Cláudio G. A tecnologia RFID e os benefícios da etiqueta inteligente para os negócios. Revista Eletrônica Unibero de Produção Científica, São Paulo, 2004.

BECKER, J. V.; VILKOV, L.; WEIB, B.; WINKELMANN, A. A model based approach for calculating the process driven business value of RFID investments. Journal of technology management & innovation, v. 127, p. 358-371, 2010.

DIAS, M. A. P. Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

FILHO, João Severo. Administração de Logística Integrada Materiais, Pcp e Marketing. 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

KREVER, M.; WUNDERINK, S.; DEKKER, R.; SCHORR, B. Inventory control based on advanced probability theory, an application. European Journal of Operational Research, v. 162, n. 2, p. 342-358, 2003.

LEE, H.; OZER, O. Unlocking the value of RFID. Production and Operations Management, v. 16, n. 1, p. 40-64, 2007.

LEE, Y. M. et al. Exploring the impact of RFID on supply chain dynamics. In: Proceedings, 2004. Winter Simulation Conference, p. 1145-1152, Washington DC, EUA, December 2004.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. Administração de materiais e recursos patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2009.

MOURA, Reinaldo A. RFID: 10 anos depois, Intra Logística movimentação e armazenagem de materiais. São Paulo, no 269, 2013.

PEDROSO, M. C.; ZWICKER, R.; SOUZA, C.A. RFID Adoption: framework and survey in large Brazil. Industrial Management & Data System, v. 109, p. 877-897, 2009.

PRESSMAN, Roger S. Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional. 8a ed. São Paulo: Editora Amgh, 2016.

SANTINI, Arthur Gambin. RFID: Conceitos, Aplicabilidade e Impactos. 1a ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TAUFENBACH, Sérgio Luiz Dalcastagne. RFID: Identificação por Radiofrequência a Etiqueta Inteligente. Revista de divulgação técnico-científica do ICPG, Santa Catarina, v. 2, no 7, 2004.

AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO DA RODOVIA VICINAL ALCIDES SOARES

Beatriz Fernanda Alves e Diego Augusto Valverde

FACULDADE GALILEU

RESUMO

ESTE TRABALHO BUSCOU AVALIAR A CONDIÇÃO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL DA RODOVIA VICINAL ALCIDES SOARES, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU. O TRECHO ESTUDADO TEM INÍCIO NA ROTATÓRIA DO CONJUNTO HABITACIONAL CACHOEIRINHA E TÉRMINO NO DISTRITO DE VITORIANA, COM EXTENSÃO DE APROXIMADAMENTE 10 KM, SENDO O TRECHO DIVIDIDO EM 8 SEÇÕES E AVALIAÇÃO ALTERNADA ENTRE ELAS. A PESQUISA FOI DESENVOLVIDA COM BASE NA PROPOSTA DO DNIT 006/2003 - PRO QUE VISA DETERMINAR O ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) DA VIA, A PARTIR DOS DEFEITOS PRESENTES EM CADA ESTAÇÃO DE ESTUDO. OS DEFEITOS QUE APRESENTARAM MAIORES FREQUÊNCIAS FORAM OS AFUNDAMENTOS, TRINCAS FC-01E FC-02, REMENDOS E DESGASTES. OS TRECHOS ANALISADOS OBTIVERAM O IGG SUPERIOR A 160%, OU SEJA, SÃO CLASSIFICADOS COMO PÉSSIMOS. CONCLUI-SE QUE O TRECHO DA VIA ESTUDADA SE ENCONTRA COM ALTO GRAU DE DETERIORAÇÃO, QUE TALVEZ ESTEJA RELACIONADO À FALTA DE INVESTIMENTO PÚBLICO PARA A SUA CONSERVAÇÃO.

PALAVRAS-CHAVES: PAVIMENTO FLEXÍVEL; DEFEITOS; ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG).

EVALUATION OF THE PAVEMENT SURFACE OF THE VICINAL ALCIDES SOARES HIGHWAY / BTC-010

ABSTRACT

THIS WORK SEEKS TO ASSESS THE CONDITIONS OF THE FLEXIBLE PAVEMENT OF THE VICINAL ALCIDES SOARES HIGHWAY, LOCATED IN THE MUNICIPALITY OF BOTUCATU. THE SECTION STUDIED BEGINS AT THE ROUNDABOUT OF THE CACHOEIRINHA HOUSING COMPLEX AND ENDS IN THE DISTRICT OF VITORIANA, WITH AN EXTENSION OF APPROXIMATELY 10 KM, WITH THE SECTION DIVIDED INTO 8 SECTIONS AND ALTERNATING ASSESSMENT BETWEEN THEM. THE RESEARCH WAS DEVELOPED BASED ON THE PROPOSAL OF DNIT 006/2003 – PRO, WHICH AIMS TO DETERMINE THE GLOBAL SEVERITY INDEX (IGG) OF THE ROAD, FROM THE DEFECTS PRESENT IN EACH STUDY STATION. THE DEFECTS THAT PRESENTED THE HIGHEST FREQUENCIES WERE SAGS, CRACKS FC-01 AND FC-02, PATCHES AND WEAR. THE ANALYZED SECTIONS HAD AND IGG GREATER THAN 160%, THAT IS, THEY ARE CLASSIFIED AS TERRIBLE. IT IS CONCLUDED THAT THE SECTION OF THE STUDIED ROAD IS WITH A HIGH DEGREE OF DETERIORATION, WHICH MAY BE RELATED TO THE LACK OF PUBLIC INVESTMENT FOR ITS CONSERVATION.

KEYBOARDS: FLEXIBLE FLOOR; DEFECTS; GLOBAL SEVERITY INDEX (IGG).

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de se construir via surgiu nos primórdios da humanidade. As primeiras estradas foram criadas na China, e posteriormente melhoradas na Era Romana para facilitar o transporte de mercadorias, materiais e o exército militar (BALBO, 2007).

As primeiras estradas eram constituídas de cascalhos e posteriormente foram melhorados os processos construtivos das vias, assim como instalações de drenos laterais para o aumento da vida útil e proporcionar o desenvolvimento econômico das nações (BERNUCCI, 2008). O Brasil possui em seu território 8,5 milhões de km² de extensão, sendo sua economia baseada em exportação de produtos agrários. O deslocamento dos produtos é feito em sua maioria com o modal rodoviário, que interligam os pontos de produção aos grandes portos e aos consumidores finais (IBGE, 2020). Segundo o anuário da confederação Nacional de Transporte (CNT, 2020), ao todo o país tem 1,7 milhões de quilômetros de vias destinadas ao tráfego rodoviário. Sendo que desde total apenas 12,4% são de vias pavimentadas.

O pavimento pode ser classificado como flexível semi-rígido ou rígido, sendo que o mesmo deve ser projetado para resistir às cargas originadas pelo tráfego e as intempéries do clima. Em geral, no projeto deve conter o plano de manutenção e restauração quando ele atingir sua vida útil ou quando tornar a via menos segura aos usuários (BALBO, 2007). Das vias pavimentadas, 59,2% apresentam algum tipo de problema, dos quais 47,6% estão relacionados ao pavimento, como fissuras, ondulações, afundamentos entre outros defeitos. Além disso, 48,1% apresentam insuficiência na sinalização, tanto verticais e horizontais e 75,7% problemas relacionados a falhas de geometria (CNT, 2020).

Segundo Balbo (2007), quanto melhor a faixa de rolamento, menores são os custos operacionais e de manutenção dos veículos e consequentemente a via oferece melhor condições de tráfego e segurança aos usuários.

Dessa forma, esse trabalho busca avaliar e analisar as condições superficiais do pavimento de uma vicinal que liga o distrito de Vitoriana ao município de Botucatu, com uma extensão de aproximadamente 10 km. A metodologia deste estudo seguirá

os procedimentos estabelecidos pela norma DNIT 006/2003 sobre avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.

2. DEFEITOS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

2.1 Pavimentos

Pavimentos são estruturas destinadas a suportar as cargas advindas do tráfego da via. Isso é formado pela composição de várias camadas, no qual possuem diferentes materiais que proporcionam variadas resistência e deformabilidade do pavimento, resultando um elemento com elevado grau de complexibilidade, tem a função de resistir e distribuir os esforços verticais ocasionados pelo tráfego; melhorar as condições de rolamento e resistir aos esforços horizontais, proporcionando maior vida útil do pavimento.

Segundo Bernucci (2008) o pavimento é formado por várias camadas aplicado sobre a camada final de terraplanagem. São projetados para suportar as condições climáticas e aos esforços provocados pelo tráfego, para que assim não ocorram danos na estrutura e garantir a segurança da via para os usuários que a utilizam (DNIT, 2006; BERNUCCI, 2008). Segundo Holanda (2018) o pavimento flexível é composto por camadas de subleito, sub-base, base e o revestimento asfáltico. Elas têm por objetivo absorver os esforços advindos do carregamento do tráfego. Dessa forma todas as camadas sofrem significativa deformação elástica quando submetidas a um esforço, em que ele é transmitido às demais camadas de forma equivalente (DNIT, 2006). Marques (2006), cita que as espessuras das camadas do pavimento flexível são dimensionadas através do valor de CBR e solicitação mínima do eixo padrão (8,2 toneladas). Dessa forma as camadas do pavimento flexível são constituídas basicamente de agregados, ligante asfáltico e a camada de rolamento (BERNUCCI, 2008).

O pavimento semi-rígido é classificado como intermediário, pois apresenta características entre o pavimento flexível e o rígido. Sendo assim também possuem a camada superficial de capa asfáltica, como o pavimento flexível e possui nas camadas inferiores uma base cimentada com propriedades cimentícias, que proporciona a característica do pavimento rígido (HOLANDA, 2018; DNIT, 2006).

O pavimento rígido possui elevada rigidez, por possuir em sua composição o concreto de cimento Portland. Dessa forma os esforços da carga são transmitidos por uma grande área, o que contribui para que pouco esforço seja transmitido às camadas inferiores (HOLANDA, 2018). Segundo Araújo e Santos et.al. (2016) o pavimento rígido possui maiores resistência e durabilidade, se comparado com ao pavimento flexível, porém são utilizados em maior escala em vias com tráfego de veículos pesados por conta do custo de implantação e do tempo de execução dele.

2.2 Composições das Camadas do Pavimento Flexível

As camadas são importantes, pois através delas são feitas as transmissões dos esforços causados pelo carregamento da via. As diferentes camadas são formadas por materiais de diferentes resistências e deformabilidade, para proporcionar que ele resista aos esforços gerados pelas cargas do tráfego (HOLANDA, 2018; DNIT, 2006). Dessa forma, quando concluído o pavimento ele se encontra com a condição ótima, mas com o passar do tempo, intemperismo e carregamento o pavimento vai perdendo as suas características. A fim de evitar o aparecimento dos defeitos no pavimento é de estrema importância realizar as manutenções preventivas e corretivas na via, para garantir a estabilidade do mesmo (COMASSETTO, 2019).

A camada do subleito é a mais interna do pavimento asfáltico e é realizada após a execução da terraplanagem, no qual ela deve ser estudada para verificar até que profundidade as cargas do tráfego atuam de maneira significativa (DNIT, 2006). A camada de regularização é utilizada quando se faz necessária a regularização do terreno, para ajustar o gride da via assim como as cotas para destinação das águas pluviais (DNIT, 2006). O reforço do subleito é utilizado por questões técnicas, no qual o subleito não possui as características de projeto para suportar o tráfego da via, sendo necessário realizar uma camada intermediária com material de melhor qualidade se comparo ao subleito existente (NASCIMENTO, 2018).

Segundo Balbo (2007) o reforço do subleito também é utilizado para diminuir os esforços que chegam à camada inferior, sendo uma alternativa para a utilização de solos com menor resistência. Em alguns casos pode ser mais viável a utilização desta camada para diminuir a espessura das camadas superiores, pelo fato de que as camadas próximas à camada de rolamento necessitam de materiais com maior

qualidade e tecnologia. A sub-base é a camada que complementa a superior. É utilizada quando a base não atende os requisitos de resistência para ser inserida diretamente sobre a camada de regularização ou do subleito. Ainda Balbo (2007) a sub-base é utilizada quando a base (camada superior) for muito espessa, e sendo por questões econômicas e de execução dividi-las em duas camadas, e proporcionar menor custo de operação, pois a sub-base não necessita de materiais de alta tecnologia como a camada de base.

A base é a camada que vêm logo abaixo da camada superficial, sendo responsável pela transmissão dos esforços e pela resistência aos esforços verticais advindos do tráfego. Recomenda-se a utilização de materiais de qualidade para não ocasionar patologias posteriormente na aplicação da capa asfáltica (BERNUCCI, 2008). Segundo Beuter (2020), essa camada possui a função estrutural, no qual promove a resistência à fadiga e a rigidez do pavimento. A camada superficial é a que irá resistir diretamente às ações do tráfego e transmitir os esforços para as camadas inferiores. O revestimento mais utilizado no Brasil é o concreto asfáltico ou mais conhecido como concreto betuminoso. Isso é composto por agregados de várias granulometrias proporcionada, aquecidas em temperatura escolhida (BERNUCCI, 2008).

O Concreto betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é composto pelo material betuminoso e com agregado graduado, componente de enchimento e cimento asfáltico. O material é aplicado à pista de rolamento ainda quente, ideal que tenha a temperatura na faixa de 100C a 165C. A temperatura escolhida varia de acordo com as características de viscosidade e de temperatura do ligante e para compactação correta do material. (NAKAMURA, 2011 apud CAMARGO; GOMES, 2017; DNIT, 2006).

2.3 Defeitos do Pavimento Flexível

Segundo Marcato e Oliveira (2019) os defeitos são irregularidades na camada superficial do pavimento que comprometem a segurança e conforto dos usuários das vias, eles ocorrem pelos mais diversos fatores, sendo imprescindível o diagnóstico deles para buscar a solução mais adequada. Dessa forma, para garantir a estabilidade do pavimento é de suma importância averiguar a situação das vias, antes que se agravem as condições de rolamento. Os defeitos podem ser gerados por erro em

projetos, escolha inadequada dos materiais utilizados nas camadas, dosagem incorreta dos materiais, execução e falhas no processo de manutenção das vias (BERNUCCI, 2008). De acordo com manual do DNIT (2006) os defeitos podem ser classificados em: fendas, trincas, afundamentos, ondulações ou Corrugação, escorregamentos, desgastes, panelas, remendos e exsudação.

TABELA 01 – Terminologias dos Defeitos no Pavimento Flexível

Fendas				Codificação	Classe das Fendas		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J		FC-2	
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE			FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB		FC-2	
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE			FC-3

Fonte: DNIT, 2006.

TABELA 02 – Terminologias dos Defeitos no Pavimento Flexível

Outros Defeitos				Codificação
Afundamentos	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		Da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		Da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente e, camadas do pavimento ou do subleito.	ATC
Ondulação/ Corrugação: Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O
Escorregamento: (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Panelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e ás vezes de camadas inferiores				P
Remendos		Remendo Superficial		RS
		Remendo Profundo		RP

Fonte: DNIT, 2006.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Essa pesquisa se tratou de um estudo de caso realizado na Estrada Municipal Alcides Soares (BTC-010), localizado no município de Botucatu, interior de São Paulo. Para o levantamento dos defeitos foi considerado o manual 006/2003 – PRO do DNIT

FIGURA 01 – Organograma

8 (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes). A pesquisa foi de caráter qualitativo, pois buscou classificar a condição da via, baseado no método do índice de gravidade global.

3.1. Estudo de caso

Este trabalho buscou avaliar as condições da superfície do pavimento da Estrada Vicinal Alcides Soares (BTC-010), localizada no município de Botucatu, interior de São Paulo. Para o estudo foram consideradas as diretrizes propostas pelo DNIT 006/2003 - PRO, que busca determinar o Índice de Gravidade Global (IGG), fornecendo o grau de degradação do pavimento em relação aos defeitos apresentados. A rodovia estudada interliga a Avenida Conde Serra Negra a SP-191. O trecho analisado teve seu início na rotatória do Conjunto Habitacional Cachoeirinha (22°52'16.75"S/ 48°25'53.11"O) até o Distrito de Vitoriana (22°46'45.79"S/ 48°24'9.15"O), com cerca de 10 km de extensão. Para a elaboração do levantamento, a área de estudo foi dividida em 8 seções iguais, sendo verificadas somente nas seções: 01, 03, 05 e 07 sendo os trechos mais críticos da via e por conta do tempo hábil para a elaboração do levantamento. O procedimento 006/2003 – PRO não possui diretriz quanto à escolha do trecho a ser analisado e, portanto, foram selecionadas as seções com maior deterioração no pavimento. Dessa forma, foram analisadas quatro seções com 1.300 m de comprimento cada, totalizando 5.200 m de pavimento 9 verificado. Em cada seção, as estações foram posicionadas a cada 20 m, alternando as faixas de tráfego, conforme a norma. Foram anotados os defeitos

FIGURA 02 – Local do Estudo

Fonte: Google Earth Pro (2021).

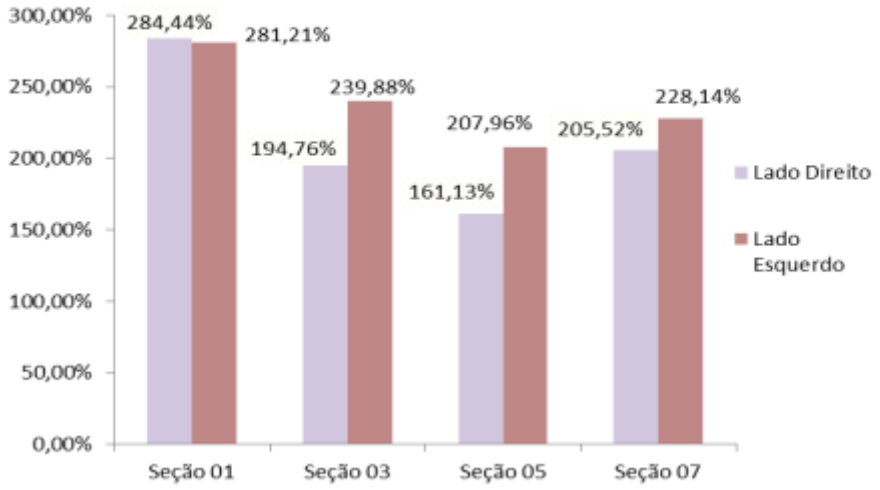
apresentados em cada estação, que possibilitaram a determinação do índice de gravidade global (IGG), bem como a quantificação dos defeitos existentes.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

Após o levantamento dos dados foi possível quantificar os defeitos presentes em cada estação de estudo. Conforme o gráfico a seguir, podemos notar que os defeitos mais presentes na via são os degastes, remendos, afundamentos, trincas FC-01, que incluem fissuras, trincas longitudinais e transversais e trincas FC-03, como tipo “couro de jacaré” e bloco, no quais elas apresentam erosões nas bordas.

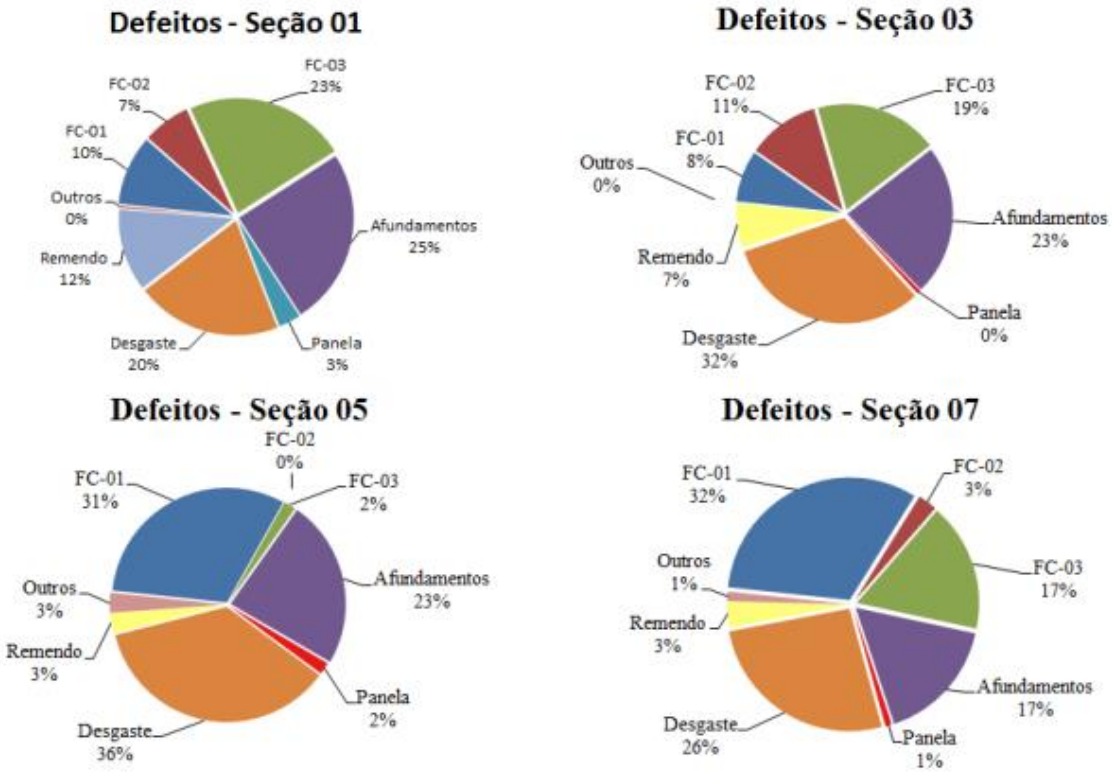
Através da Figura 03 e 04, podemos analisar o índice de gravidade global da

FIGURA 03 – ÍNDICES DE GRAVIDADE GLOBAL



seção 01, em que ambas as faixas foram classificadas como péssima, no qual a faixa da direita teve o percentual de 248,44% e a faixa da esquerda de 281,21%. Os defeitos que contribuem para a degradação do pavimento são os afundamentos consolidados, as trincas interligadas do tipo 11 “couro de jacaré” e “bloco” com erosões nas bordas e os desgastes. Segundo Bernucci (2008) os afundamentos podem ser ocasionados pela má compactação das camadas inferiores, excesso de ligante e presença de solos com alto índice de umidade, popularmente chamado de solo “borrachudo”.

FIGURA 04 – Defeitos das Seções



Na terceira seção a faixa direita e esquerda obtiveram os seguintes índices de 194,76% e 239,88% (Figura 03), respectivamente, sendo consideradas como péssimas. Estas apresentaram os mesmos defeitos da anterior, destacando-se os afundamentos consolidados, as trincas FC-03 e o desgaste, como mostra a Figura 04. As trincas que compõem a classificação FC-03 podem ser correlacionadas com as

FIGURA 05 – Defeitos trincas FC-03 desgastes e remendo.

deformações causadas pela repetição do tráfego, dimensionamento incorreto das camadas e camadas saturadas (YOSHIZANE, 2005 Apud Silva e Silva, 2018).

FIGURA 06 – Defeitos: Afundamentos, trincas FC-03, remendo e desgastes.

Conforme a Figura 03 é possível analisar o índice de gravidade global da quinta seção, no qual a faixa da direita teve um resultado de 161,13% e a faixa esquerda de 207,96%, ambas obtiveram classificação péssimas. Os defeitos mais frequentes neste trecho foram às trincas FC-01, afundamento consolidado e desgastes, conforme Figura 04.

FIGURA 07- Defeitos: Escorregamento, afundamento, FC-03 e FC-01.

Na seção 07 o índice ficou de 205,52% na faixa direita e 228,14% na faixa esquerda, ambos classificados como péssimos, sendo os defeitos frequentes as trincas FC-01, desgastes, trincas FC-03 e afundamentos consolidados.

Analisando todas as seções, podemos perceber que os defeitos que mais prejudicam o pavimento do trecho estudado são os afundamentos. De acordo com Nascimento (2018) os afundamentos são caraterizados por depressões no pavimento, causando irregularidades nas camadas, ele provoca o acúmulo de água que ocasiona

o aparecimento de outros defeitos, podendo ter sua origem no elevado número de veículos que trafegam diariamente. Marcato e Oliveira (2019) dizem que os afundamentos também podem ser ocasionados pela má compactação das camadas inferiores, capa asfáltica de baixa estabilidade ou até mesmo pela percolação da água para a camada inferior devido às fissuras na camada superficial.

FIGURA 08 – Defeitos: Afundamentos, desgastes e FC-03.

De acordo com Nascimento (2018) o desgaste em si não gera prejuízos ao pavimento, entretanto com a desagregação progressiva da camada de rolamento vão surgindo outros defeitos que com o passar do tempo, agrava a situação do pavimento. Entretanto as “panelas” atinge a camada externa, no qual reduz a impermeabilidade do pavimento e facilita a penetração da água nas camadas inferiores. O surgimento da mesma mostra o descaso dos órgãos responsável pela via, pois essa patologia é o agravamento das outras como: desgaste, afundamentos, trincas em bloco e/ou jacaré. As trincas interligadas tipo FC-03 são as trincas que possuem erosões nas bordas, podendo ser “couro de jacaré” e/ou “bloco”, elas têm origem pela repetição dos esforços ocasionados pelo tráfego, causando a fadiga do material da camada superficial (MARCATO e OLIVEIRA, 2019). De acordo com Haiden (2018) a forma mais adequada de conservação para a via analisada seria a restauração, no qual visa restabelecer as condições de tráfego, proporcionando um novo dimensionamento do pavimento, para que possa suportar as cargas advindas do tráfego. É de suma importância realizar as melhorias dela, no qual via realizar operações que acrescentem novas caraterísticas ou modificações da existente. No caso da Estrada Alcides Soares as melhorias propostas seriam de instalações do sistema de

drenagem, pois em praticamente todo o percurso ele não existe, causando erosões nos bordos da estrada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fica evidente que a falta de manutenções preventivas e corretivas acabam prejudicando a camada superficial do pavimento. Nota-se que a faixa da esquerda, em todas as seções, apresentou maior índice de gravidade quando comparada à faixa da direita. Isso se deve ao fato de que as empresas da região utilizam essa via essa via como frota para locomoção dos seus produtos. A faixa da esquerda sofre maiores esforços devido aos caminhões carregados e, consequentemente, a fadiga do material. É evidente que a via necessita de melhorias, visto que em quase toda sua extensão não possui dispositivos de drenagem, sendo eles de extrema importância para a durabilidade da 14 via. Além disso, está via não possui acostamento para proporcionar segurança aos usuários e a proteção do pavimento das faixas de tráfego.

REFERÊNCIAS

ARÁUJO, M. A; SANTOS, M. J. P. dos. Et. al. Análise comparativa de métodos de pavimentação: Pavimento rígido (concreto) x Flexível (asfalto). Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento. Ano 01, Edição 11, vol. 10, pp.187-196, Novembro de 2016. Disponível em:< https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia civil/metodos-de-pavimentacao>. Acesso em: 09 de mar. de 2021.

BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: Materiais, projetos e restauração. São Paulo, 2007. Disponível em:< https://books.google.com.br/books?hl=pt.BR&lr=&id=py6zCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT616&dq=related:rY6PAnC8NnUJ:scholar.google.com/&ots=o8vJiGZGGV&sig=nVadn3PJZxSuzpyp70rWaYD2Te0#v=onepage&q&f=fa lse>. Acesso em: 08 de mar. de 2021.

BERNUCCI, L. B.et. al. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, 2008. Acesso em: 28 de fev. de 2021.

BEUTER, N. C. Análise da Viabilidade da Pavimentação Asfáltica em uma estrada intermunicipal: Um estudo de caso nas cidades de Condor e Panambino noroeste gaúcho. Disponível em:< https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6945 >. Acesso em: 28 de fev. de 2021.

BRACHT, P. A. Análise técnica e econômica de pavimentação urbana – Estudo de caso. Disponível em:< https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/171370 >. Acesso em: 25 de fev. de 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em:< https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em: 09 de mar. de 2021. BRASIL. Anuário da Confederação Nacional de Transporte (CNT). Disponível em:< https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/Rodoviario/1-1-/Principais-dados>. Acesso em: 08 de mar. de 2021.

CAMARGO, D. F.; GOMES, L. A. Análise de adequação em projeto rodoviário com serviços de pavimentação e drenagem: Estudo de caso: Passagem de Edilândia. Trabalho de conclusão de curso, Anápolis - GO, 2017. Disponível em:< http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/34 >. Acesso em: 25 de fev. de 2021.

COMASSETO, E. G. Manifestações patológicas em pavimento asfáltico – Estudo de caso: Rodovia ERS-348. Trabalho de Conclusão de curso. Santa Cruz do Sul, 2019. Disponível em:< https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/2751>. Acesso em: 06 de mar. de 2021. 15

DNIT. Departamento Nacional de Infra-estrutura de transporte. Manual de Pavimentação. Edição 2006. Rio de Janeiro. Disponível em:< http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimenta %E7%E3o_05.12.06.pdf >. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

DNIT. Departamento Nacional de Infra-estrutura de transporte. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Terminologia. Disponível em:< https://www.gov.br/dnit/pt.br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf >. Acesso em 25 de fev. de 2021.

DNIT. Departamento Nacional de Infra-estrutura de transporte. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Procedimento. Disponível em:< https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_006_2003_PRO >. Acesso em: 28 de fev. de 2021.

HOLANDA, T. K.; FILHO, A. M. C. Método executivo de Pavimentação Asfáltica em AAUQ em áreas internas: Estudo de caso realizado no novo hospital de Referência do Servidor Público em São Luís – MA. Disponível em:< http://armandocastro.com.br/wp.content/uploads/2018/11/Klinsmann-Tomaz-TCC-2018.2.pdf >. Acesso em: 25 de fev. de 2021.

MARCATO, V. D.; OLIVEIRA, R.F. Manifestações patológicas em estruturas asfáltica: Estudo de caso na Rodovia MG-190. Disponível em:< http://repositorio.fucamp.com.br/handle/FUCAMP/522>. Acesso em: 28 de mar. de 2021.

MARQUES, G. L. O. Notas de Aula da disciplina de pavimentação. TRN 032. Disponível em:< https://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2009/03/Notas-de-Aula-Prof.-Geraldo.pdf>. Acesso em: 26 de fev. de 2021.

SILVA, N. F. et al. Avaliação das condições de superfície do pavimento flexível de um trecho da Rua Rio Brilhante, Dourados, MS. Disponível em:< http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/1961>. Acesso em: 19 de maio de 2021