ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ALICERCE DA COMPETITIVIDADE

VOLUME V

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Engenharia de Produção: alicerce da competitividade

5ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

Copyright© 2022 por Editora Conhecimento Livre

5ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238E Engenharia de Produção: alicerce da competitividade
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2022

225 f.: il
DOI: 10.37423/2022.edcl496
ISBN: 978-65-5367-126-3
Modo de acesso: World Wide Web
Incluir Bibliografia

1. projeto 2. implantação 3. operação 4. manutenção 5. desenvolvimento I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 620

https://doi.org/10.37423/2022.edcl496

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

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

Dr. João Luís Ribeiro Ulhôa

Dra. Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto

MSc. Frederico Celestino Barbosa

MSc. Carlos Eduardo de Oliveira Gontijo

MSc. Plínio Ferreira Pires

Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO
2022

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 6
AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE ECOTELHADO
Kátia Maria de Souza
Daniel Donato Ribeiro
Gisley de Souza Brito
Juracy Mendes Moreira
DOI 10.37423/220505790

CAPÍTULO 2 19
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS NATURAIS E ARTIFICIAIS
Kátia Maria de Souza
Fernando Alves da Cunha FILHO
Gisley de Souza Brito
Juracy Mendes Moreira
DOI 10.37423/220505791

CAPÍTULO 3 34
VIABILIDADE TÉCNICA DO SISTEMA DE FÔRMA DE MADEIRA VERSUS METÁLICA EM PILARES DE GRANELEIRO COMERCIAL
Kátia Maria de Souza
Mylaine Gomes dos Santos
Gisley de Souza Brito
Juracy Mendes Moreira
DOI 10.37423/220505792

CAPÍTULO 4 63
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA CIDADE DE APARECIDA DE GOIÂNIA- GO.
Kátia Maria de Souza
Eliezer Jose Gonçalves De Sousa
Gisley de Souza Brito
Juracy Mendes Moreira
DOI 10.37423/220505793

CAPÍTULO 5 76
AVALIAÇÃO DO IMPÁCTO DA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS NA OCORRÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.
Kátia Maria de Souza
Caio Fernando da Rocha Ribeiro
DOI 10.37423/220505794

CAPÍTULO 6 96
ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA CINZA PARA USO COMUM EM HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR
Kátia Maria Souza
Arthur Lopes Silva
Gustavo Silva de Oliveira
Pedro Henrique Vaz Vieira Camargos
Gisley de Souza Brito
DOI 10.37423/220505806

CAPÍTULO 7 117
MINIMALISMO APLICADO A GESTÃO DE ORÇAMENTOS
Marcos Vinicius Marques
DOI 10.37423/220505816

CAPÍTULO 8 133
DEPRECIAÇÃO: SEUS EFEITOS NO LUCRO E NA SUBSTITUIÇÃO DOS BENS DO ATIVO IMOBILIZADO
Evandir Megliorini
Ary Silveira Bueno
DOI 10.37423/220505836

CAPÍTULO 9 149
APLICAÇÃO DA REGRESSÃO POLINOMIAL DE GRAU TRÊS PARA PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM GOIÁS PARA 2021
Juliane de Sousa Oliveira
Laura Luna Silva Machado
João Vitor Batista
Agenor Sousa Santos Neto
Júlio Cesar Valandro Soares
DOI 10.37423/220505847

CAPÍTULO 10 154
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM UMA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE PLÁSTICOS
BRUNO SOUSA SANTOS
Pedro Vieira Souza Santos
DOI 10.37423/220505864

CAPÍTULO 11 174
UMA ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE DA MANUTENÇÃO PREDITIVA E O SEU AVANÇO NA INDUSTRIA 4.0 INTEGRADO A INTERNET 5G
Luiz Fernando da Silva Ribeiro Sena
Juliana Carine Santo Ferreira
Marcos Guimarães Fonseca
Michell Thompson Ferreira Santiago
DOI 10.37423/220505868

CAPÍTULO 12 205
ANÁLISE APLICADA A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS OFF-GRID EM PROCESSOS INDUSTRIAIS NA ZONA RURAL
Fernando Carvalho Assunção da Silva
Fernando Nunes Belchior
Marcelo Nunes Fonseca
DOI 10.37423/220505889

CAPÍTULO 13 210
PROJETO PLUG-IN: UMA PERSPECTIVA DE MOBILIDADE HABITACIONAL
Amanda Soares Fardelone
Vitor da Cunha Lima
DOI 10.37423/220505931

Capítulo 1

10.37423/220505790

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE ECOTELHADO

Kátia Maria de Souza — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Daniel Donato Ribeiro — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Gisley de Souza Brito — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Juracy Mendes Moreira — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Resumo: A rápida urbanização resultou em escassez de vegetação, falta de saneamento básico, devastação dos espaços verdes, degradação ambiental que provocou uma diminuição na interceptação e transpiração das coberturas dentro da cidade, levando ao aumento da temperatura e à diminuição da umidade do ar. Esses problemas podem ser minorados alterando as propriedades dos telhados dos edifícios. Os telhados verdes são identificados como uma estratégia prática e valiosa para construir edifícios sustentáveis em áreas urbanas. Através do presente estudo foi possível obter resultados satisfatórios que comprovam sobre a eficiência da utilização de coberturas verdes, para diminuir em mais de 4ºC a temperatura interna dos ambientes onde a estrutura está locada.

Palavras-chave: Ecotelhado; Sustentabilidade; Temperatura; Telha Plan.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados apresentados pelo IBGE (2010), mais de 90% da população brasileira vive em meio urbano. Essa alta taxa de urbanização se justifica pelos atrativos favoráveis que estimulam as pessoas a viverem em grandes cidades, tais como: emprego, assistência à saúde, comércio, educação, cultura e lazer. Em contrapartida, as cidades e regiões urbanas como consequência do alto adensamento desenvolvem problemas que depreciam a qualidade de vida de suas populações. Para Oliveira (2009), o crescimento desordenado das grandes cidades, além de aumentar a demanda de água e as demais fontes energéticas, exaurindo os recursos naturais, também desgastam os sistemas de infraestrutura essenciais para a manutenção da vida em sociedade.

Goiânia, cidade projetada inicialmente para comportar cinquenta mil habitantes, hoje tenta se adaptar a uma realidade de mais de dois milhões de pessoas que vivem distribuídas nos vinte municípios que compõem sua região metropolitana, conforme dados extraídos do último censo demográfico do IBGE (2010). O cenário atual de Goiânia não difere do das demais metrópoles nacionais, ele é composto por problemas socioeconômicos, ambientais e infraestruturais. Sensações térmicas desconfortáveis, pontos de alagamentos e falta de áreas verdes são adversidades urbanas que carecem de soluções para restaurar a qualidade de vida da população.

A Engenharia Civil tem como objetivo desenvolver novas tecnologias sustentáveis para buscar diminuir o impacto ambiental da construção, melhorar a qualidade de vida das pessoas, reduzir os poluentes das cidades e as suas temperaturas, devido à grande quantidade de concreto, carros, pavimentos e pessoas (BRASIL, 2010).

O telhado verde é uma opção construtiva para minimizar esses impactos, segundo HENEINE (2008, p.10), “plantar nas coberturas, telhados e paredes é um dos mais inovadores campos de desenvolvimento na construção civil e ambiental, com vistas em soluções climáticas, eles melhoram a qualidade de vida urbana”. Ainda para KREBS (2005, p.20), “estas coberturas são uma alternativa construtiva que oferece a possibilidade de utilização de materiais locais, apresentando comprovados benefícios térmicos e acústicos”.

Entretanto, a implantação de uma cobertura verde exige uma análise de: custo de materiais a serem utillizados, vegetação adequada, sistema de irrigação, sobrecarga da estrutura já executada e técnica a ser usada na execução do sistema (HENN; CAGLIARI, 2016).

2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Nas últimas décadas, o crescimento das cidades aumentou exponencialmente. As mudanças trazidas ao meio ambiente pelo processo de urbanização não refletem apenas na destruição da fauna e da flora, mas refletem primordialmente na destruição das condições ambientais adequadas ao desenvolvimento saudável da vida humana, o que afeta terrivelmente a saúde da população (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Neste ambiente beneficiado pela arquitetura e urbanismo, na maioria das vezes, as características naturais de cada área não são seguidas, e muitas vezes seguirão padrões internacionais de construção civil, o que acarretará em mudanças nos elementos climáticos naturais do ambiente construído, principalmente o ar, onde a temperatura e a umidade relativa mudam e o balanço de energia muda profundamente, isso causará ilha de calor ou ilha de frescor, conforto ou desconforto térmico. (GETTER et al., 2009).

Nessa perspectiva, quando não se considera, nas edificações construídas, sua relação com o ambiente natural, corre-se o risco de ignorar a capacidade que os materiais utilizados têm de absorver calor (MORELLI et al., 2012), e dependendo da localização geográfica e do adensamento urbano, as temperaturas podem ser bastante elevadas, gerando desconforto térmico nas construções, as quais deveriam proporcionar qualidade de vida aos seus habitantes (VACILIKIO; FLEISCHFRESSER, 2011).

Siqueira (s.d.) afirmou que, nos dias de hoje o principal objetivo da arquitetura urbana é o conforto ambiental, compreendendo o estudo das condições térmicas, acústicas, luminosas, energéticas e os fenômenos físicos a elas associados como um dos condicionantes da forma e da organização do espaço.

Nesse sentido, com o objetivo de combater esses malefícios que tanto prejudicam tanto o ser humano quanto o meio ambiente, existem técnicas, dentro da arquitetura e urbanismo, que reconhecem a demanda atual de preservação ambiental e melhoria na qualidade de vida, e que atendem a esse preceito, são estas as chamadas: construções verdes.

As construções verdes formam um conjunto de técnicas que pretendem atender às demandas individuais e ambientais contra as alterações climáticas em uma dimensão local. Uma das técnicas existentes são as coberturas verdes ou ecotelhas (LIMA; BARROCA; D'OLIVEIRA, 2009). Esta por sua vez, é uma técnica arquitetônica caracterizada pela utilização de vegetação (árvores, plantas etc.) nas coberturas de residências e edifícios, que são muitas vezes utilizadas para se alcançar um maior

conforto térmico em escala local. Além da regulação da temperatura, o uso do ecotelhado também se destaca por outros benefícios, como a retenção das águas pluviais proporcionando a minimização de picos de vazão nas áreas urbanas que não apresentem um sistema de drenagem adequado (ARAÚJO et al., 2014).

Segundo os autores BERARD; GHAFFARIAN HOSEINI (2014), o método tipo extensivo corresponde ao sistema mais leve com carga distribuída na laje de até 150 kg/m², que utiliza plantas de pequeno porte e tem o processo construtivo facilitado e simplificada manutenção, com pouca necessidade de irrigação, sendo baixo o seu custo de execução.

2.1.METODOLOGIA

O protótipo foi desenvolvido e executado baseado em pesquisas bibliográficas e em modelos já testados e vendidos no mercado. Com o objetivo de alcançar o melhor custo-benefício foi empregado materiais reutilizados tornando assim o sistema sustentável.

Este trabalho foi realizado na região sudoeste de Goiânia - GO, durante os meses de junho a novembro de 2020. Segundo classificação de Köeppen, o clima da região, é Aw, a temperatura média é de 23,1°C. Sabe-se que, setembro é o mês mais quente com temperatura média de 24,9°. Em junho, a temperatura média é de 20,2 °C, esta é a média mais baixa de todo o ano. Quando comparados o mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 241 mm em relação ao mês mais chuvoso. As temperaturas médias variam 4,7 °C durante o ano. Está localizada a uma longitude de -49,220222 e altitude de 727,3 m. Goiânia está localizada em uma área que possui os índices de pluviosidade de média anual entre 1.200 e 1.800 mm.

2.2.MATERIAIS DO PROTÓTIPO

- Fibra de vidro;
- Resina;
- Carretel de linha de costura;
- Substrato;
- *Portulaca grandiflora*;
- cTermômetro

3. ESTUDO DE CASO

O aparato experimental foi locado em cobertura de telha do tipo Plan e estrutura de madeira com inclinação de 32%, medindo 1,70 x 2,20m com platibanda na lateral esquerda e fundo da edificação, as paredes laterais eram formadas por tijolos cerâmicos chapiscados e pintados, já existente na região sudoeste de Goiânia - GO. O protótipo desenvolvido, foi confeccionado em fibra de vidro com acabamento em resina com medidas de 1,7 x 2,20m x 0,15m. Por fim, o peso da estrutura de fibra de vidro mais carretéis de linha ficou em 7.502 gramas.

Figura 1. Corbertura

3.1.SELEÇÃO DAS ESPÉCIES E PLANTIO

A espécie escolhida para compor a estrutura da Cobertura Verde foi a *Portulaca grandiflora*, popularmente conhecida como “onze horas” (Figura 2), por se adaptar bem à incidência solar, índices pluviométricos, temperatura do local, ventos dominantes e a necessidade de retenção de água pela vegetação. A *Portulaca grandiflora* é excelente para ser utilizada como forração em pleno sol, é de fácil multiplicação, apresenta boa sobrevivência independente da capacidade de drenagem do solo, além de ser uma planta rasteira que alcança de 10 a 20 cm de altura.

Para o sistema de drenagem, foram reutilizados, 392g (gramas) de EPS picado distribuído uniformimente, perfazendo uma altura aproximada de 5cm. Sobre a camada drenante foi disposta a manta bidim, substrato e as mudas de onze horas. Após o plantil, o aparato recebeu rega até ficar encharcado. Por conseguinte, constatou-se que, a somatória do peso da estrutura montada ficou com 149.600g de substrato mais as mudas, 7.500g do suporte com carretéis e 392g que perfazem o total de 157,49 kg (quilogramas) de carga distribuída na estrutura.

Produto	Massa (g)
EPS	392
Manta de Bidim	20
Suporte de fibra de vidro	7.500
Substrato e mudas	7837
TOTAL	157,49 Kg

Fonte. Própria, 2020

Tabela 1. Cálculo da estrutura

Figura 2. *Portulaca grandiflora* (onze horas)

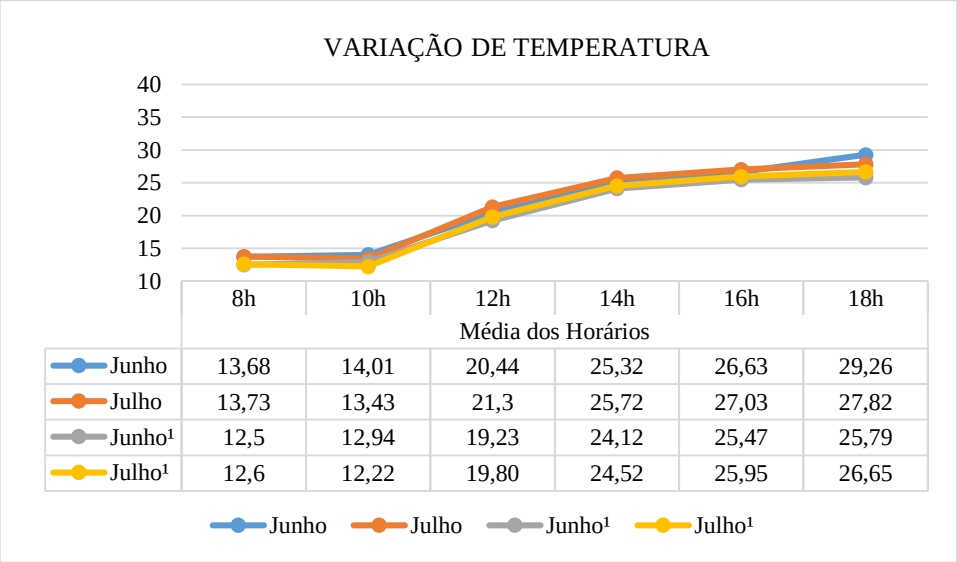
As espécies e o substrato foram adquiridas na cidade de Goiânia em viveiro como mudas adultas e transplantadas com espaçamentos de 0.10 m x 0.10 m para fins de uniformização.

3.2.PERÍODO DE MONITORAMENTO

O período de monitoramento do protótipo foi de junho/2020 a outubro/2020 passando pelo período de seca e período chuvoso .O monitoramento da temperatura dentro do ambiente foi realizado por 60 dias sem a cobertura verde, isto é, apenas com a cobertura de telha cerâmica e 60 dias com a cobertura verde. Utilizando o termômetro AK168 datalogger de temperatura, da marca AKSO (Figura 3), cuja capacidade deste é de realizar medições que variam desde -30 a 60°C com resolução de 0.1°C, exatidão de mais ou menos 1°C, memória interna de 16000 registros, com intervalos que vai de 10s a 24h e intervalos de leituras de 10s, estes dados do monitoramento são gravados e disponibilizados em registros e gráficos mostrando a máxima, mínima e a média das temperaturas em determinado período de tempo. As medidas foram feitas sobre o centro do piso, a uma altura de 0,75 m, correspondendo ao centro geométrico do cômodo.

Figura 3. Termômetro AK168 datalogger de temperatura, marca AKSO

Na Tabela 2, são apresentadas as médias dos horários mensais da temperatura. Nos meses de junho e julho a cobertura estava sem o aparato experimental, o termômetro foi instalado e as medições da temperatura foram realizadas de 20 em 20 minutos, no Gráfico 1 foram agrupados as temperaturas do ar e de dentro da edificação.

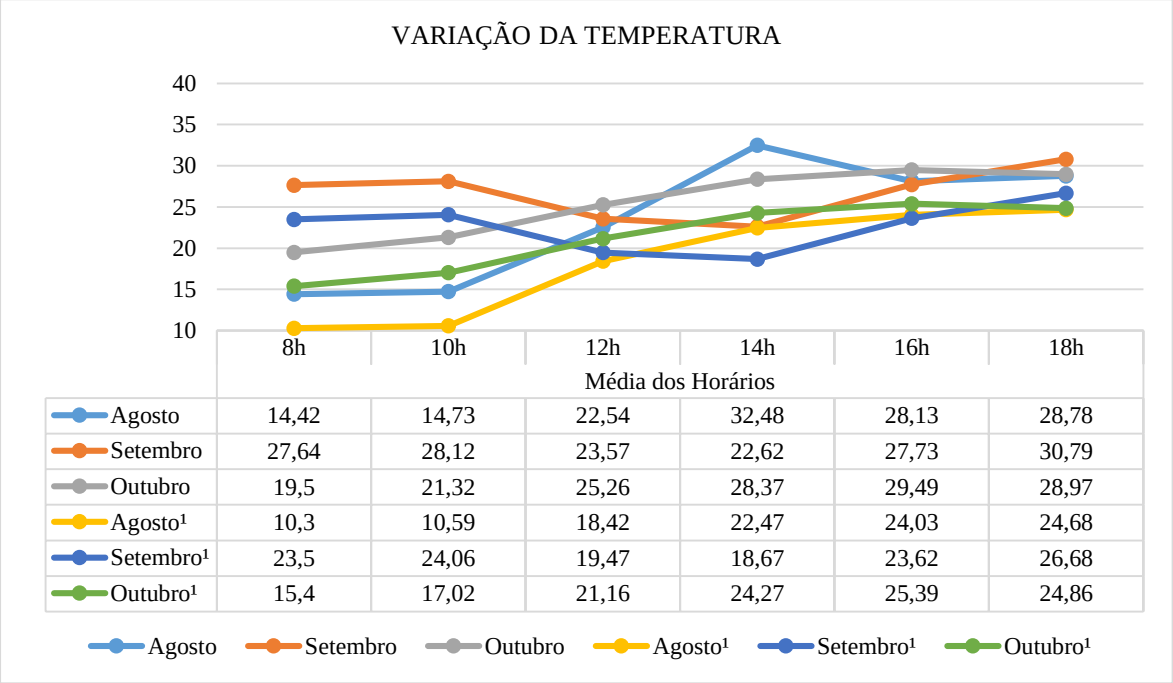


	8h	10h	12h	14h	16h	18h
	Média dos Horários					
Junho	13,68	14,01	20,44	25,32	26,63	29,26
Julho	13,73	13,43	21,3	25,72	27,03	27,82
Junho¹	12,5	12,94	19,23	24,12	25,47	25,79
Julho¹	12,6	12,22	19,80	24,52	25,95	26,65

Mês¹. Temperatura dentro da edificação

Gráfico 1. Variação da temperatura no ar e dentro da edificação sem a cobertura verde.

Nos meses de agosto, setembro e outubro o termômetro continuou com a mesma programação de 20 em 20min, mas a cobertura contava com a cobertura verde sobreposta. No Gráfico 2 pode ser observado a variação de temperatura com a cobertura verde.



	8h	10h	12h	14h	16h	18h
Agosto	14,42	14,73	22,54	32,48	28,13	28,78
Setembro	27,64	28,12	23,57	22,62	27,73	30,79
Outubro	19,5	21,32	25,26	28,37	29,49	28,97
Agosto¹	10,3	10,59	18,42	22,47	24,03	24,68
Setembro¹	23,5	24,06	19,47	18,67	23,62	26,68
Outubro¹	15,4	17,02	21,16	24,27	25,39	24,86

Mês¹. Temperatura dentro da edificação

Gráfico 2. Variação da temperatura no ar e dentro da edificação com a cobertura verde.

Mês	Média dos horários					
	8h	10h	12h	14h	16h	18h
Junho	12,5	12,94	19,23	24,12	25,47	25,79
Julho	12,6	12,22	19,80	24,52	25,95	26,65
Agosto	10,3	10,59	18,42	22,47	24,03	24,68
Setembro	23,5	24,06	19,07	18,67	23,62	26,68
Outubro	15,4	17,02	21,16	24,27	25,39	24,86

Tabela 2. Média da temperatura em cada horário.

4.DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Pode observar que em média a cobertura verde contribuiu para a redução de mais de 4°C enquanto a cobertura de telha cerâmica em média de 1,4°C em relação a temperatura média do ar. Essa eficiêcia do desempenho se dá principalmente na situação de calor, fato provocado pelo sombreamento, inércia e refrigeração evaporativa, proporcionandos pela cobertura verde.

Tal fato foi observado em pesquisa dos autores De Andrade e Roriz (2009), onde foram medidas as temperaturas do ar no interior e no exterior das células-teste e as superficiais internas de ambas as células. Os resultados indicam que, submetida ao clima local, a cobertura ajardinada apresenta ótimo desempenho, particularmente por amortecer as temperaturas das superfícies externas e internas da cobertura.

A redução no gradiente de temperatura é devida ao aumento da capacidade de armazenar calor dos substratos mais espessos, favorecendo processos evaporativos e diminuindo as temperaturas internas (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004). Souza, Ferreira e Vasconcellos (2016) concluíram em seu estudo que o substrato é responsável por, aproximadamente, 60% da diminuição de temperatura no interior da edificação.

O trabalho de Sims et al. (2016), que utilizaram o mesmo substrato, com a mesma espessura e a mesma planta em três localidades diferentes, e obtiveram resultados completamente diversos pode-se afirmar que o clima exerce influência na retenção.

A espessura do substrato é associada ao controle de temperatura interna das edificações que possuem telhados verdes. Em geral, os autores afirmam que solos de menor espessura são mais dependentes da cobertura vegetal para minimizar o aquecimento que os solos de maior espessura, devido ao sombreamento da vegetação (REFAHI; TALKHABI, 2015).

5.CONCLUSÃO

A presente pesquisa, cujos dados foram analisados de junho/2020 a outubro/2020 passando pelo período de seca e período chuvoso, permitiu concluir sobre a eficácia do ecotelhado. Este por sua vez, contribui para a diminuição da temperatura interna em 4 ºC, permitindo maior conforto térmico para aqueles que estão no edifício e também para aqueles próximos ao local onde a estrutura está construída. Além disso, auxilia na diminuição das ilhas de calor presentes nos grandes centros urbanos.

O protótipo desenvolvido teve como premissas, ser uma alternativa benéfica para o meio ambiente e consequentemente para o ser humano. Nesse sentido, os materiais recicláveis, a vegetação adequada e a captação de água não potável para usos diversos como em vasos sanitários e para própria irrigação das plantas do ecotelhado, permitiram a união dessas premissas.

Embora, seu custo inicial para fabricação e manutenção sejam mais elevados em comparação aos telhados convencionais (SANTOS et al, 2017), a longo prazo seu custo/benefício ficará evidente, pois é uma alternativa que preenche os anseios daquele que o pensou e também contribui para a perfeita manutenção do meio ambiente.

Por fim, conclui-se, que o ecotellhado logrou êxito na redução da temperatura, apresentou melhor custo/benefício para aquele que o adotar, beneficiando não somente a ele, como também os habitantes próximos à instalação e mostrou-se como ótima opção para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANEDO, A. C. et al.,Meio ambiente e saneamento básico: impactos e desafios no Brasil. / Frederico Celestino Barbosa. ESTADO DA ARTE SOBRE SUBSTRATO E PLANTAS UTILIZADOS EM TELHADOS VERDES p. 339 – Piracanjuba-GO: Editora Conhecimento Livre, 2020. 1151 f.: il. DOI: 10.37423/2020.b4 ISBN: 978-65-86072-04-4

COLORTIL. Exposição Burle Marx: Brazilian Modernist. Disponível em: https://colortil.com.br/5945-2/. Acesso em: 9 jun. 2020.

COSTA, Luís Miguel Loureiro. Espaços verdes sobre cobertura. Uma abordagem estética e ética. 2010. Tese de Doutorado. ISA.

Costa, Suzana Bezerra. Levantamento de Custo e Benefícios para a Implantação de um Sistema de Telhado Verde na Cobertura Impermeabilizada de uma Edificação Vertical. Goiânia. Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental Curso de Graduação em Engenharia Civil. 2018.

DE ANDRADE, Nixon Cesar; RORIZ, Mauricio. Comportamento térmico de cobertura verde utilizando a grama Brachiaria Humidicola na cidade de São Carlos, SP. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 1, n. 4, p. 75-90, 2009.

ECOTELHADO DESIGN BIOFÍLICO. Ecoparede (jardim vertical) no Rio de Janeiro. Disponível em: https://ecotelhado.com/ecoparede-jardim-vertical-no-rio-de-janeiro/. Acesso em: 5 jun. 2020.

ESTUDO KIDS. Como surgiram as moradias?. Disponível em: https://bit.ly/2XCXyES. Acesso em: 1 jun. 2020.

GRATISPNG. Babilônia, Jardins Suspensos Da Babilônia, Portão De Ishtar. Disponível em: https://www.gratispng.com/png-x74rof/. Acesso em: 9 jun. 2020.

GURGEL, R.A.G. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção: Anais... Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003.

IMED.Aimplantaçãodotelhadoverdeesuaefetividade.Disponívelem:https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_27.pdf. Acesso em: 5 dez. 2020.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. Eficiência energética na arquitetura. rev. São Paulo: ProLivros, 2004.

LIMA, I. G; BARROCA, B. B.; D´OLIVEIRA, P. S. Influência do telhado ecológico com plantas verdes no conforto ambiental. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 6, 2009. Maringá. Anais... Maringá, 2009.

LOPES, D. A. R. Análise do comportamento térmico de uma cobertura verde leve (CVL) e diferentes sistemas de cobertura. 145 f. 2007. Dissertação (Mestrado). Programa de PósGraduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2007.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. p.206.

PENDIUK[1], Fábio; MOISÉS, Izabela Cristina; PEREIRA, Matheus Pedron. TELHADO VERDE: A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA E SUAS FUNCIONALIDADES. Gest. Tecnol. Inov. Vol.01 n.3, 2017 Setembro – Dezembro Artigo 3 Página 19 ISSN 2595-3370

REFAHI, Amir Hossein; TALKHABI, Hossein. Investigating the effective factors on the reduction of energy consumption in residential buildings with green roofs. Renewable Energy, v. 80, p. 595-603, 2015.

SANTOS, Leonildo Rasec Lima et al. Telhado verde: uma proposta sustentável para a construção civil. Ciências exatas e tecnológicas. v. 4, n. 2, p. 195-206. Alagoas: Cadernos de Graduação, nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/5213/2568>. Acesso em: 20 novembro 2020.

SIMS, Andrew W. ROBINSON, Clare E; SMART, Charles C., VOOGT, James A., HAY, Geoffrey J.; LUNDHOLM, Jeremey T; POWERS, Brandon; O'CARROLL, Denis M. Retention performance of green roofs in three different climate regions. Journal of Hydrology, v. 542, p. 115-124, 2016.

SOUZA, Rodrigo Otavio Lopes de; FERREIRA, Maria Luzia Soares Sampaio; VASCONCELLOS, Carlos Alexandre Bastos de. Telhado verde de baixo investimento composto por plantas medicinais e aromáticas. Semioses, v. 9, n. 2, p. 48-58, 2016.

Telhado. In: Ferreira , Aurélio Buarque de Holanda. Mini Aurélio: o dicionário da língua portuguesa / Aurélio Buarque de Holanda Ferreira; coordenação Marina Baird Ferreira. – 8. ed. rev. atual. – Curitiba : Positivo. 2010. p. 732.

VILLAS BOAS, Regina VERA; MARTINS MOTTA, I. V. A. N. O direito fundamental ao acesso e consumo sustentável da água potável, recurso natural que sustém a vida de todos, em todos os ambientes, devendo atenção aos vulneráveis. Revista Jurídica (0103-3506), v. 2, n. 59, 2020.

WEIMER, Gunter. Evolução da Arquitetura Indígena. Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul, 2014.

WRIGHT, Ronald. Breve História Do Progresso, Uma. Editora Record, 2007.

Capítulo 2

10.37423/220505791

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS NATURAIS E ARTIFICIAIS

Kátia Maria de Souza — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Fernando Alves da Cunha FILHO — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Gisley de Souza Brito — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Juracy Mendes Moreira — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Resumo: A exploração dos agregados naturais não renováveis, areia e brita, e a geração de resíduos sólidos em construções civis são características intrínsecas da indústria da construção civil. Optar por agregados reciclados minimiza os impactos ambientais e reduz os desperdícios. Nessa perspectiva, esta pesquisa objetivou realizar uma revisão bibliográfica acerca das características do comportamento do concreto produzido com adição de fibras naturais. Todas as pesquisas referenciadas no artigo mostraram a viabilidade da utilização das fibras de sisal, de pet, de polipropileno, de poliéster, de carbono, de aço, de celulose (papel *kraft*), de lã de vidro, de polietileno, de coco babaçu, de bananeira, assim como fibra de bambu e não mostraram viabilidade quanto à utilização das fibras de madeira, de vidro, de aramida, da mesma forma como a microfibra de vidro e fibra do bagaço de cana de açúcar na fabricação de concretos e argamassas.

Palavras-chave: Carbono; Concreto; Desenvolvimento sustentável; Fibras Naturais; Pet; Poliéster; Polipropileno; Sisal.

1. INTRODUÇÃO

O concreto tradicional é o resultado da mistura de aglomerante, agregados graúdos e miúdos que podem ser naturais ou não, e que podem conter aditivos que auxiliam no seu desempenho (COLONETTI, 2017).

Há diversas vantagens no concreto, quer seja por ser um material de baixo custo ou mesmo por apresentar capacidade de se adequar a vários tipos de condições de produção, além da possibilidade de mudanças nas formas para as peças moldadas. Ainda assim, apresenta algumas limitações pelo fato de ter sua qualidade aferida só após a peça estrutura ser produzia (FIGUEREDO, 2011).

Ademais, em decorrência de os resíduos sólidos estarem cada vez mais presentes na composição dos lixos urbanos, geralmente são descartados indevidamente no meio ambiente, causando uma série de danos que podem ser irreversíveis. O consumo exacerbado resulta em degradação ambiental, sobretudo, pela necessidade de constante exploração dos recursos naturais, o que influencia no aumento da produção de poluição e de resíduos. Vários estudos concluem que o conceito de adicionar fibras ao concreto surge como uma alternativa para tal realidade.

Nessa perspectiva, a necessidade do reaproveitamento de resíduos torna-se essencial para a indústria da construção civil, haja vista cumprir com o objetivo de ser um material de baixo custo e ao mesmo tempo eficiente para gerar resultados positivos, além de reduzir o impacto ambiental.

Claro está que a sustentabilidade, tão abordada nos últimos anos, seja o produto da percepção, cada vez maior, dos impactos causados pela interferência humana na natureza. Temas como o efeito estufa, aquecimento global, buraco na camada de ozônio, alteração no comportamento de animais são exemplos de alterações originadas pela ação humana. (MATOS, 2019)

A pesquisa relaciona-se com a necessidade de se empregar as fibras naturais e, consequentemente, aos benefícios que este material pode proporcionar se houver uma boa destinação, sem prejuízos para argamassas e concretos convencionais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. FIBRA PET - POLITEREFTALATO DE ETILENO

A resina PET (Politereftalato de Etileno), embora seja largamente utilizada em todo o mundo para a fabricação de embalagens, em especial garrafas para bebidas carbonatadas (refrigerantes, águas com gás, cervejas etc.), apresenta várias outras utilidades, sendo encontrada em diversos segmentos de

mercado. O alto desempenho em resistência mecânica, o brilho e a transparência fazem desse termoplástico o preferido de muitos setores (ABIPET, 2002).

O PET é definido como um resíduo de classe B, o qual possui características que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente; isto posto, quando não forem submetidos a um processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser sujeitos a tratamento (ABIPET, 2018).

O PET é formado pela reação do ácido tereftálico e o etilenoglicol. Por sua vez, o ácido tereftálico é obtido pela oxidação do p-xileno, enquanto o etilenoglicol é sintetizado a partir do eteno, sendo ambos no Brasil produzidos na indústria petroquímica. Após o uso pode ser separado e limpo e dar origem a fibras para uso em concreto Figura 1 (CORO, 2002).

Figura 1 - Fibra Pet.

Fonte: FONTOURA, 2018.

2.2. FIBRA DE COCO

A fibra de coco extraída do mesocarpo, parte espessa fibrosa do fruto, apresenta uma elasticidade superior a outras fibras vegetais, além de uma elevada capacidade de resistir à umidade e a altas variações nas condições climáticas (CASTILHOS, 2011).

As fibras vegetais como sisal, coco, juta e fibras de celulose proporcionam uma excelente alternativa para o uso como elemento de reforço de matrizes cimentícias frágeis, em decorrência de sua grande abundância, baixo custo e consumo de energia para a produção (ABREU, 2012).

No Brasil, a fibra de coco Figura 2 é uma das mais utilizadas por ser de custo baixo, possuir fácil acesso e alta disponibilidade; por isso, é uma das fibras mais utilizadas neste processo de adição de fibras naturais como reforço no concreto (ABREU, 2012).

Figura 2 - Fibra de Coco

Fonte: SILVA, JUNIOR e MARQUES (2012)

2.3. RCD (RESÍDUO DA CONTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO)

A indústria da construção civil é responsável por cerca de 60% do resíduo sólido gerado e 70% desse total de material poderia ser reutilizado. Nesse contexto, a construção civil tem certo receio na questão de qualidade desse material a ser reaproveitado; entretanto, olhando para o lado do meio ambiente, o reaproveitamento desse material é de extrema importância para não gerar descarte de entulhos em locais incorretos (ABRECON, 2014).

A Resolução n.º 307, de 05 de julho de 2002, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), determina as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Sendo assim, discrimina os RCD em quatro classes, como pode ser observado a seguir:

• **I - Classe A -** são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação, e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

• **II - Classe B -** são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

• **III - Classe C -** são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

• **IV - Classe D -** são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos, além de materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A população mundial vem crescendo rapidamente e como consequência o meio ambiente está sendo prejudicado devido ao constante uso de recursos naturais extraídos. Destaca-se que, no caso da construção civil, praticamente mais da metade do que é extraído da natureza é utilizado como material para diversos fins. Com a diminuição da disponibilidade deste recurso, gera um aumento nos custos (ZATI, 2014).

Torna-se importante salientar que, além do acréscimo na quantidade, os resíduos produzidos atualmente passaram a abrigar em sua composição elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana, em virtude das novas tecnologias incorporadas ao cotidiano. Assim, grande parte dos resíduos não é depositada em locais adequados, o que gera um considerável prejuízo para o meio ambiente e para toda a população (GOUVEIA, 2012).

A presente realidade direciona engenheiros e pesquisadores a procurarem materiais que possam substituir esses recursos, oferecendo bom desempenho, custo baixo e que possam preservar o meio ambiente.

MOZER, Gean Zucoloto; LOPES, Alan Uliana; WOELFFEL, Anderson Buss *et al.*, 2019	FONTOURA, Talissa Ribeiro *et al.*, 2018	Autor/ ano
Fibra de Madeira	Fibra Pet	Material
Após os testes e análises laboratoriais, concluiram-se que a utilização do material seria uma excelente resposta para o problema ecológico; entretanto, comparado ao traço padrão, o pó de serra influencia negativamente em 42% na resistência do material após seu tempo de cura, devido ao drástico aumento do fator água/cimento necessário para que haja trabalhabilidade com o material.	Nos resultados obtidos, concluiram-se que a fibra de PET mantém as características mecânicas do concreto, pois teve um aumento significativo tanto na compressão com um acréscimo de 10,3% da adição de 1,2%, como no ensaio de tração na flexão com um aumento de 12,8% da adição de 0,4%. Foi possível analisar também r que a fibra de PET melhora a qualidade do concreto quando exposto à alta temperatura devido aos vazios formados ao redor da fibra, liberando vapor e aumentando a resistência, retardando o tempo de a estrutura entrar em colapso.	Resultado

LUCENA, Júlio César Tavares *et al*., 2017	LAY, Aline Cristina *et al.*, 2019	SANTOS, Daniele Oliveira Justo dos; FONTES, Cintia Maria Ariani; LIMA, Paulo Roberto Lopes *et al*., 2017
Fibras de Polipropileno	Fibras de vidro e Fibras de aramida	Fibras de Sisal
A adição de alto teor de fibras de polipropileno indica pouca interferência sobre os valores de resistência à compressão e módulo de elasticidade. Estes valores são respectivamente de 6% e 12,31% maiores para os teores de 2% de fibras com relação ao traço de referência. O ensaio de tração na flexão para o teor de 2% de fibras apresentou valores 11,79% superiores, o que não indicou, por esta análise, diferenças significativas. Enquanto que, para o ensaio de tração por compressão diametral, este valor foi cerca de 26% superior para o teor de 2% de fibras com relação à argamassa de referência. Os ensaios realizados mostraram valores de absorção de energia mecânica 27 e 37 vezes maiores respectivamente para os teores de 1% e 2% de fibras de polipropileno, quando comparados às	Nos resultados obtidos, foi encontrado um acréscimo na resistência, porém não foi um aumento significativo. Em comparação às duas fibras, a de aramida teve um resultado mais gratificante quando comparada com a fibra de vidro. O acréscimo de resistência foi de 7,64 % no ELU para fibra de aramida e de 1,60% para fibra de vidro. Ao realizar os testes de resistência, os dois não conseguiram atingir a capacidade de carga limite original da viga; geralmente, fissuravam gradativamente e, de modo repentino, a ruptura sempre ocorria no reforço.	Após vários testes, foi constatado cientificamente que a substituição de agregado natural por 10% e 20% de agregado reciclado de concreto manteve a resistência à compressão e à absortividade das misturas, apesar do aumento na porosidade. Devido à dosagem de uma matriz autoadensável, não foram constatados grandes vazios. O resultado mecânico demonstrou que as fibras como agregado natural ou reciclado apresentaram valores de resistência mecânica compatíveis com aqueles relatados na literatura, mas com maior índice de reforço de fibra. Esse panorama indica que é viável a aplicabilidade do material na produção de concreto.

ONGHERO, Lucas *et al*., 2017	ROSA, Talita Francine da *et al*., 2017	EHRENBRING, Hinoel Zamis; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; QUININO, Uziel Cavalcanti de Medeiros *et al*., 2018
Microfibra de Vidro	Fibras de Polietileno	Fibra de Poliéster
Foi possível notar que, ao adicionar fibra, o concreto apresentou menor deformação, porém não ocorreu diferença significativa entre as misturas quanto ao tempo necessário para a fissuração do concreto. Quanto às propriedades mecânicas, ocorreu a diminuição dos valores de resistência à compressão e de módulo de elasticidade da mistura até os 7 dias, período de extrema importância quando se espera combater a fissuração por retração autógena. Portanto, deve-se estudar melhor o volume de fibras a ser incorporadas, uma vez que elevados teores podem resultar em perda de eficiência mecânica, não proporcionando o benefício que se busca ao incorporar as fibras no concreto.	Na medida em que ocorre o aumento dos teores de fibras adicionados à mistura de concreto, sua trabalhabilidade diminui, podendo ser ajustada com a utilização de aditivos super plastificantes ou alterando a quantidade de água. Quanto ao ensaio de tração na flexão, os corpos de prova com adição de fibras obtiveram resultados de resistência inferiores quando comparados ao concreto referência. Apesar disso, os corpos de prova com presença de fibra na sua mistura apresentaram comportamento positivo ao seu colapso, ocorrendo somente o aparecimento de fissuras e não o colapso total, diferente da formulação do concreto referência.	Verifica-se que a inclusão desses reforços não afeta a resistência à compressão axial da mistura quando se trabalha com teores de 0,30%. Os compósitos com fibras novas mostraram-se mais deformáveis em relação aos com fibras recicladas, porém foram constatadas fissuras precoces devido à alta concentração de tensões internas. Com esse fator, a interação fibra-matriz nas fibras recicladas é mais eficiente, o que promove melhor ancoragem com a pasta cimentícia e, por sua vez, atinge melhor comportamento físico e mecânico para conter a nucleação de fissuras formadas por meio da retração por secagem restringida.

MACHADO, Júlio Preve *et al*., 2019	ALVES, Lilian de Sousa *et al*., 2016	HERSCOVICI, Helena Lubiana; ROEHL, D.; SÁNCHEZ FILHO	PEREIRA, Raí Scheffer *et al*., 2017
Bagaço de cana de açúcar e lã de vidro	Fibra Celulose (Papel *Kraft*)	Fibra de Aço	Fibra de Carbono
A presença somente da lã de vidro nos concretos contribuiu para a redução da porosidade destes, devido à sua granulometria ser inferior ao apresentado pelo agregado miúdo, o que promoveu o preenchimento de espaços vazios. Essa redução de porosidade contribuiu para o aumento da impermeabilidade dos concretos e também para o aumento dos valores médios de resistência mecânica. Já os concretos com a adição das fibras do bagaço da cana-de-açúcar tiveram uma redução na resistência mecânica, ocasionada pelo aumento da porosidade, impossibilitando o aumento dos valores de resistência à tração na flexão e tração por compressão diametral.	Com os resultados obtidos, fica evidente a interferência da adição de fibras *kraft* e do teor usado na produção dos blocos de concreto, pois ao diminuir o teor de adição de 1% para 0,5% notou-se uma melhoria nos valores de resistência à compressão. Os blocos de referência e os blocos com adição de fibra *kraft* no teor de 0,5%, referente ao Traço 2, atenderam aos requisitos normativos para os valores de absorção; logo, esse fato demonstra a possibilidade de	Após várias análises, o resultado final foi que todas as vigas ensaiadas apresentam acréscimo na resistência máxima no grupo em que o consumo de fibras é maior. À medida que o vão aumenta, a influência das fibras diminui.	As vigas recuperadas com o reforço estrutural da fibra de carbono obtiveram em média um acréscimo de 1,75% na resistência ao atingirem o deslocamento máximo por norma, além de um acréscimo médio de 5,31% na resistência de carga de ruptura. As vigas recuperadas com o reforço apresentaram em média uma redução de 1,45% no máximo deslocamento vertical quando atingiram suas cargas de ruptura. A quantidade de reforço aplicada nas vigas em sua região de maior tração apresentou-se suficiente para a absorção dos esforços solicitantes, resultando numa plena recuperação estrutural.

DE SOUZA JUNIOR *et al*, 2019	SOUZA, Juan M.S *et al.*, 2020	DE MELO RIBEIRO, Fábio Henrique *et al.*, 2016
Fibra de Bambu	Fibra de Bananeira	Fibra de Coco Babaçu
Com os resultados das análises, conclui-se que porcentagens de bambu de 5% e 13,26% diminuem muito a massa específica do concreto, causada pelo aumento de massa de bambu e pelo difícil adensamento consequente nas porcentagens mais altas. A porcentagem de 2%, em que houve um aumento de resistência, percebe-se que o bambu pode ajudar no aumento de massa específica do concreto e na resistência à compressão.	Os resultados obtidos no trabalho mostram que a utilização da fibra de bananeiras, na confecção de massa do concreto para pavimentação, pode ser usado em ambientes com solicitações leves, como, por exemplo, calçadas, praças, condomínios residenciais, ciclovias, como também para ambientes de solicitação pesadas, a exemplo de postos de combustíveis, estradas e pedágios. No entanto, para a construção de edifícios civis, o uso do concreto torna-se quase inviável, haja vista sua baixa resistência.	Foram realizados ensaios de caracterização do CRF com as fibras do coco Babaçu em três teores de adição (30, 50 e 70 kg/m³), nos estados plástico e endurecido. O Concreto produzido com fibras do coco de Babaçu obteve resultados positivos, permitindo afirmar que ele é capaz de atuar na contenção da fissuração plástica e apontam para a possibilidade de aproveitamento da fibra residual da casca do coco de Babaçu na confecção de concretos reforçados.

Tabela 1 – Estudos sobre a adição das fibras naturais nos concretos convencionais e seu potencial desempenho.

Fonte: Autor, 2020.

3. METODOLOGIA

O artigo faz uma revisão bibliográfica das pesquisas publicadas no período de 2016 a 2020, sobre a utilização das fibras de sisal, Pet, de polipropileno, de poliéster, de carbono, de aço, de celulose (papel kraft), bem como fibras de lã de vidro, de polietileno, de coco babaçu, de bananeira, de bambu, de madeira, de vidro, de aramida, microfibra de vidro e fibra do bagaço da cana de açúcar na construção civil. A questão norteadora da revisão científica consiste em apontar se estes materiais não convencionais apresentam um potencial significativo como alternativa ecológica para seu uso em concretos e argamassas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o levantamento bibliográfico, ficou bem explícita a falta de empenho do mercado e da indústria em relação às universidades e institutos de pesquisas, que cada vez mais produzem pesquisas e tentam de alguma forma ajudar o meio ambiente com materiais alternativos. O principal problema do Brasil nos dias hoje é a preocupante ausência de investimentos em pesquisas e a aceitação da população de que existem várias formas de se ter uma construção sustentável com as mesmas seguranças de uma construção convencional. Umas das pesquisas que se tornaram alvo de um significativo volume de estudos nos dias de hoje são as do concreto com a adição de fibras naturais, por se tratarem de materiais relativamente de custo baixo, além de eficazes na dimimuição do impacto ambiental que essas fibras naturais poderiam gerar na natureza, caso não fossem reaproveitadas.

Pode-se notar que todas as pesquisas referenciadas no artigo mostraram a viabilidade da utilização da fibra de sisal, Pet, fibras de polipropileno, poliéster, carbono, aço, celulose (papel *kraft*), lã de vidro, fibras de polietileno, coco babaçu, bananeira, bambu e não mostraram viabilidade da utilização das fibras de madeira, de vidro, de aramida, microfibra de vidro e fibra do bagaço de cana de açúcar a fabricação de concretos e argamassas. Desta maneira, as fibras naturais mostram o seu potencial em relação à adição no concreto e também o custo benefício, fatores que podem trazer, haja vista se tratarem de um produto de custo zero, fácil de se obter e que não traz impacto ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABIPET- Associação Brasileira da Industria Pet. Disponível em: < http://www.abipet.org.br/>. Acesso em 10 nov. 2020.

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. Disponível em: < https://abrecon.org.br/entulho/mercado/> Acesso em: 02 Nov 2020.

ABREU, Ana Cristina Fernandes. Avaliação mecânica em flexão de compósitos de cimento com reforço de fibra de coco. 2012. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

ALVES, Lilian de Sousa. Influência da adição de fibras de celulose (papel kraft) nas características dos blocos de concreto não estrutural. 2016.

BORGES, Ana Paula Silva Nascentes; MOTTA, Leila Aparecida de Castro; PINTO, Eliane Bernardes. Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais. Matéria (Rio de Janeiro), v. 24, n. 2, 2019.

CARRARO, Cristine Grasselli et al. Tratamento de fibras de bambu com polipropileno para utilização em concreto estrutural. 2018.

CASTILHOS, Lisiane Fernanda Fabro de. Aproveitamento da fibra de coco. Paraná: Desconhecida, 2011.

COLONETTI, Ludmila de Medeiros. Estudo do efeito da adição de fibras de sisal nas propriedades do concreto. 2017.

CORÓ, Angela Ghisleni. Investigação das propriedades mecânicas de concretos reforçados com fibras pet. 2002. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso - (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2002.

DE MELO RIBEIRO, Fábio Henrique; QUINTANILHA, Lucas Carvalho. Avaliação das propriedades mecânicas de concretos reforçados com fibras do coco babaçu. 2016.

DE SOUZA JUNIOR, Alessandro Luiz et al. Caracterização mecânica da adição de fibras de bambu no concreto. Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 5, n. 5, 2019.

DE SOUZA OLIVEIRA, Carlos Augusto; DE ARAÚJO GOUVEIA, Leonardo Lúcio; TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez. Concreto estrutural com adição de fibras vegetais. Construindo, v. 7, n. 2, 2015.

EHRENBRING, Hinoel Zamis; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; QUININO, Uziel Cavalcanti de Medeiros. Análise comparativa da retração por secagem de concretos com fibras novas e recicladas de poliéster. Ambiente Construído, v. 18, n. 3, p. 195-209, 2018.

FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. Concreto reforçado com fibras. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FONTOURA, Talissa Ribeiro. Análise da viabilidade da adição de fibra de garrafa pet no concreto convencional. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2018.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. Ciência & saúde coletiva, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

HERSCOVICI, Helena Lubiana; ROEHL, D.; SÁNCHEZ FILHO, E. de S. Estudo experimental de vigas curtas de concreto com fibras de aço sujeitas à flexão. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 12, n. 2, p. 288-307, 2019.

LAY, Aline Cristina. Recuperação de vigas em concreto armado com o uso de polímero reforçado com fibras de vidro e fibras de aramida. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

LUCENA, Júlio César Tavares de. Concreto reforçado com fibras de polipropileno: estudo de caso para aplicação em painel alveolar de parede fina. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MACHADO, Júlio Preve. Efeito da adição do bagaço da cana-de-açúcar e/ou lã de vidro sobre as propriedades físicas e de dilatação térmica linear dos concretos. 2019.

MATOS, Lucas Henrique Lozano Dourado de. Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de PET. 2019.

MENESES, Ilzenete Andrade. Avaliação de concreto com adição de Fibras de PET submetido a altas temperaturas. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MOZER, Gean Zucoloto; LOPES, Alan Uliana; WOELFFEL, Anderson Buss. Confecção de bloco de concreto para vedação com substituição parcial do agregado miúdo por serragem. Revista Científica FAESA, v. 15, n. 2 Especial, p. 29-51, 2019.

ONGHERO, Lucas et al. Combate à retração e fissuração em concretos de alto desempenho reforçados com microfibra de vidro. 2017.

PEREIRA, Raí Scheffer. Recuperação estrutural de vigas de concreto armado colapsadas utilizando reforço de fibra de carbono. 2017.

ROSA, Talita Francine da et al. Análise da resistência à tração na flexão do concreto reforçado com fibras de polietileno. 2019.

SANTOS, Daniele Oliveira Justo dos; FONTES, Cintia Maria Ariani; LIMA, Paulo Roberto Lopes. Uso de agregado miúdo reciclado em matrizes cimentícias para compósitos reforçados com fibras de sisal. Matéria (Rio de Janeiro), v. 22, n. 1, 2017.

SOUZA, Juan MS et al. Desenvolvimento de concreto reforçado com fibra de bananeira com baixa concentração de fibras.CONEEQ XXIX, 2020

SILVA, Everton; MARQUES, Maria; JUNIOR, Celso Fornari. Application of coconut fiber in cementitious matrix. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 8, n. 8, p. 1555-1561, 2012.

ZATI, Carlos Eduardo. Estudo sobre a viabilidade da adição de embalagens de politereftalato de etileno (pet) picadas ao concreto não estrutural e seus impactos ecológicos e financeiros. 2014. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2014.

Capítulo 3

10.37423/220505792

VIABILIDADE TÉCNICA DO SISTEMA DE FÔRMA DE MADEIRA VERSUS METÁLICA EM PILARES DE GRANELEIRO COMERCIAL

Kátia Maria de Souza — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Mylaine Gomes dos Santos — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Gisley de Souza Brito — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Juracy Mendes Moreira — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Resumo: É na busca constante por atender a cronogramas com prazo de entrega acirrado - com maior eficiência e com o menor custo - que empresas do ramo da construção civil têm investido em novas tecnologias, as quais, comprovadamente, possam aprimorar as práticas construtivas. E é justamente neste viés que o uso do sistema de fôrma metálica surge como crescente alternativa no mercado da construção, ocupando o espaço da tradicional fôrma de madeira. Embora seu crescimento seja elevado, encontram-se alguns entraves para o seu uso em larga escala, como mão de obra não qualificada, preço das peças e profissionais sem conhecimento, tanto em relação à economia quanto às vantagens que possam ser obtidas durante uma construção. Fundamentado neste contexto, o trabalho objetivou realizar uma pesquisa comparativa ao utilizar os métodos construtivos de pilar de concreto armado, moldado *in loco* com fôrma metálica e fôrma de madeira, para a futura obra comercial da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano – COMIGO –, em Piranhas, Goiás. A pesquisa mostrou eficiência econômica de 0,9% para a produção em série do sistema de fôrma metálica, assim como uma redução de tempo estimada em 80,91% e desconto na ordem de 85,80% na mão de obra.

Palavras-chave: Fôrma de madeira; Fôrma metálica; Graneleiros; Pilar robusto.

1.INTRODUÇÃO

A presente pesquisa se fundamenta na disponibilidade de matéria-prima, na mão de obra empregada, na eficiência econômica, nas propriedades mecânicas, dentre outros, uma vez que é de suma importância o planejamento do projeto de fôrmas para as estruturas de concreto armado. Igualmente essencial se mostra a tomada de decisão para o emprego de material, que deve ser pautado na geometria da estrutura. Desta forma, apresentar comparações de tipos de materiais a serem empregados justifica qual melhor uso se enquadrará a cada finalidade.

Na construção civil, é de comum acordo deixar que os encarregados e mestres de obras decidam sobre quais fôrmas devem ser utilizadas para a obtenção de uma maior eficiência aos propósitos do imóvel que venha a ser construído. Empresas especializadas em produção de fôrmas pré-fabricadas visam a um mercado em que a tendência é a padronização da estrutura e da execução. O mercado visa à necessidade de criação de novas técnicas para atender e adequar a uma grande variedade de empreendimentos, de modo a conceder maior qualidade e agilidade à obra (ALVES, 2015).

As estruturas de concreto armado ou protendido são o resultado da combinação entre o aço e o concreto. São amplamente utilizadas no Brasil e no mundo. Estas estruturas exigem uma outra, denominada auxiliar ou secundária, destinada a dar forma e suporte ao elemento de concreto fresco até a sua solidificação. Consequentemente, tem-se um substancial uso de fôrmas e escoramentos, pois uma estrutura não se consolida sem a existência de outra (RESENDE, 2010).

A fôrma é a única responsável por delinear, dar formatos aos elementos estruturais. Portanto, nota-se que diversas vezes patologias são encontradas em construções finalizadas e, sem dúvida, as mesmas têm suas origens nas fôrmas. Como exemplos, podem-se ser citadas as trincas, cujos efeitos decorrem das alterações ou variabilidade ampla da estrutura originada pelo mal uso do sistema de fôrmas. Um outro fator patológico tem relação estreita com o exagero de sobrecarga dos revestimentos e enchimentos não calculados, resultante da correção de uma estrutura mal moldada (ASSAHI, 2005).

O setor da construção busca inovações em seus produtos e processos, de forma a otimizar os custos para maximização dos lucros através da melhoria na produtividade, menor consumo de materiais e maior reaproveitamento dos mesmos. Atualmente, o processo convencional de produção de fôrmas é expressivamente utilizado, muitas vezes devido à falta de conhecimento dos construtores, que levam em conta somente o custo do produto e não de sua produção global no empreendimento. Novas tecnologias devem ser estudadas a

fim de modernizar o setor de construção civil, o que gerará melhor aproveitamento dos produtos, processos, menor gasto de mão de obra, além de tornar o setor responsável por 5% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro ainda mais rentável e sustentável (COSTA, 2014).

As fôrmas de concreto devem apresentar resistência suficiente para suportar esforços provenientes de seu peso próprio, do peso e empuxo lateral do concreto, do adensamento, do trânsito de pessoas e equipamentos. Do mesmo modo, rigidez suficiente para manter as dimensões e formas previstas no projeto estrutural para os elementos de concreto. Sua estabilidade deve ser garantida a partir da utilização de suportes e contraventamentos (MARANHÃO, 2000).

As fôrmas de madeira apresentam um alto módulo de elasticidade e possuem boa resistência, concedendo boa trabalhabilidade e desempenho na aplicação de fôrmas para estrutura de concreto armado. Todavia, devido ao baixo custo em relação aos demais materiais, dá-se a preferência pela madeira para a construção de fôrmas, o que significa uma grande vantagem em comparação ao gasto de outros materiais. Já em relação às fôrmas metálicas, a fundamental razão para sua utilização está no prazo de execução, nas etapas da obra e em obras que requerem adequados sistemas e acabamentos. Contudo, apresentam um perfeito acabamento superficial por não exibirem furações nos moldes da fôrma (ALVES, 2015).

Nesta perspectiva, este trabalho busca analisar o tipo ideal de fôrma para melhor execução da obra, destacando os principais procedimentos. Assim sendo, foi examinada a efetividade da fôrma metálica, em contraposição à fôrma de madeira, para a construção de pré-moldados na Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - COMIGO - em Piranhas, Goiás.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FÔRMA

A fôrma, também chamada de molde ou cofragem, é responsável por dar a forma desejada à estrutura. Além disso, deve suportar o peso do concreto, pressão lateral e sobrecargas advindas de equipamentos e da circulação durante a execução da concretagem (VALENTINI, 2018).

De acordo com THOMAZ (2001), a fôrma é o sistema construtivo inicial e é a referência para as demais etapas da construção. A má execução das fôrmas pode causar sérias patologias, como deformações não previstas e imprestabilidade na execução dos próximos trabalhos, tais como revestimentos muito espessos para efetuar a devida correção causada pela moldagem deficiente.

A fim de coibir a produção de peças defeituosas, surge a necessidade de padronização da qualidade das fôrmas; neste viés, instaura-se a NBR 15696 (ABNT, 2009) que, por sua vez, regulamenta os projetos, dimensionamentos e procedimentos executivos das fôrmas e escoramentos. Ou seja, fixa os procedimentos e condições que devem ser obedecidas na execução das fôrmas e escoramentos para as estruturas de concreto, bem como o aumento do número de reaproveitamento dos mesmos (GUIMARÃES et al., 2016).

2.2 SISTEMA DE FÔRMAS DE MADEIRA

No Brasil, as fôrmas de madeira são tradicionalmente mais empregadas na execução de todos os tipos de estrutura em concreto. Tais fôrmas empregam formação integral de madeira, sendo produzidas tanto por tábuas, quanto por chapas compensadas, madeira serrada, compensado resinado, compensado plastificado, entre outros. Dessa maneira, são usualmente empregadas por prática de mão de obra e disposição em produção. No entanto, as madeiras mais aconselháveis para a fabricação de fôrmas para concreto são o pinho-do-paraná, *pinus elliotti*, eucalipto, virola e as chapas de compensados (ALVES,2015).

Esses compensados resinados, como mostra a Figura 1, são fabricados com lâminas internas de *pinus* e externas em madeira dura (*hardwood*). As lâminas são sobrepostas em sentidos alternados, em número ímpar, com as capas no mesmo sentido e então coladas entre si com resina fólica (100% a prova d'água), sob uma pressão de 15 Kg/cm² e submetidas a uma temperatura média de 135°C. Podem ser encontrados com dimensões de 2,50 m x 1.25 m ou 2,44 m x 1,22 m, com espessura variando de 6mm a 21 mm (COSTA, 2014).

O compensado plastificado, conforme Figura 2, é fabricado análogo ao resinado. A diferença está no final do processo, em que os compensados são revestidos por um filme, uma resina de fenol-formaldeído modificada com desmoldante. Esta chapa de compensado possui maior poder impermeabilizante e destaca-se das demais por proporcionar melhor acabamento para o concreto, bem como pelo melhor número de reutilizações. Apesar de seu preço ser mais elevado que as chapas resinadas, são mais duráveis e resistem a maior número de reaproveitamentos. As dimensões encontradas são de 2,50m x 1,25m ou 2,44 m x1,22 m com espessuras variando de 6mm a 21mm (COSTA, 2014).

Figura1 - Compensado Resinado
Fonte: Própria

Figura 2 –Compensado Plastificado
Fonte: Própria

As tábuas dão origem a diversas peças de madeiras serradas, pelo fato da redução do tamanho. Apresentando-se de forma retangular, com as dimensões de acordo com o pedido do solicitante (ZUCHINALLI, 2016), ALVES (2015) considera a madeira serrada a mais utilizada na construção civil, devido ao fato de ser facilmente adaptada às peças nas serrarias do canteiro de obras.

Mas seu uso requer atenção, segundo a norma ABNT NBR 14931:2004, uma vez que fôrmas produzidas com materiais que absorvem umidade ou contribuem para a evaporação necessitam ser molhadas até à saciedade, o que contribui para diminuir a perda de água do concreto. Isso irá gerar furos para o vazamento da água excedente, salvo em casos em que hajam padrões contrários em projeto.

2.3.SISTEMA DE FÔRMAS METÁLICAS

Muitas tecnologias têm chegado ao Brasil e estão incrementando a produtividade na execução das obras, através de modernos sistemas de fôrmas. Todas elas apresentam vantagens e desvantagens. A definição do melhor tipo a ser utilizado deve atender às necessidades de cada obra (BARROSO, 2019).

Nessa perspectiva, ALVES (2015) argumenta que a aplicação do sistema de fôrmas metálicas foi expandida na década de 70. Elas podem ser formadas por variados materiais metálicos, como o aço alumínio, dentre diversas ligas metálicas. A fundamental razão para sua utilização se dá pelo prazo de execução, nas etapas da obra e em obras que requerem adequados sistemas, acabamentos.

De acordo com NASCIMENTO (2014), as fôrmas feitas em aço alumínio, entre diversas ligas metálicas, quando manuseadas corretamente podem ser reutilizadas muitas vezes, o que contribui para conservar suas propriedades e garante excelente acabamento. Os painéis metálicos são mais indicados para a fabricação de elementos de concreto pré-moldados, com as fôrmas permanecendo fixas durante as fases de armação, lançamento, adensamento e cura. Geralmente, possuem vibradores acoplados nas próprias fôrmas. Nas obras, os elementos metálicos mais usados são as escoras e os travamentos. Embora exijam maiores investimentos, as vantagens do uso de fôrmas metálicas dizem respeito a sua durabilidade (NASCIMENTO, 2014).

As fôrmas metálicas são articuláveis e reaproveitáveis. Devido a sua funcionalidade, rigidez e facilidade as empresas priorizam esse sistema. No entanto, nota-se que a montagem não necessita de operários com experiência, já que pode ser realizada por profissionais sem grande capacitação, fato que permite ao sistema se tornar cada vez mais competidor no atual cenário da construção civil (COSTA, 2014).

Em se tratando de fôrmas metálicas, vê-se como vantagem o ganho de agilidade e funcionalidade de montagem, o que significa ter a sua dimensão final maior que o pilar final e sugere que esse sistema para pilares solteiros sejam concretados antes da viga. A aplicabilidade das fôrmas metálicas em pilares é vista como suficiente quando utilizadas em lajes planas, quando não tem a obrigação de vigas; no entanto, quando se torna necessária a aplicação de vigas este método torna-se desvantajoso por demandar ajustamentos que, no final, podem se tornar inoportunos (ALVES,2015).

2.4.VANTAGENS E DESVANTAGENS

De acordo com o Quadro 1, a seguir, é possível perceber que dentre os três tipos de fôrmas a que se sobressaiu foram as de material em alumínio, mesmo tendo um custo mais elevado, em relação às demais, e tendo a necessidade de fornecer treinamento aos colaboradores. O resultado do bom acabamento, a grande quantidade de reutilização em outras etapas da obra ou até mesmo em outras obras, aliados à rapidez na montagem dos painéis, contam como pontos favoráveis para esse sistema.

Sistemas	Vantagens	Desvantagens
Fôrmas plásticas	*Painéis leves *Baixo custo de aquisição *Possibilidade de modulação *Disponibilidade de locação	*Dificuldade com prumo e alinhamento *Acabamento superficial ruim *Menor durabilidade *Poucos fornecedores
Fôrmas metálicas e Chapas de compensados	*Equipamentos nacional com menor custo *Maior durabilidade *Montagem fácil *Bom acabamento superficial *Grande disponibilidade no mercado	* Painéis pesados *Necessidade de reposição das chapas com frequência *Dificuldade de modulação * Grandes quantidades de peças soltas
Fôrmas de alumínio	*Painéis duráveis * Equipamentos leves *Qualidade no prumo e alinhamento *Bom acabamento na montagem dos painéis *Rapidez na montagem dos painéis	*Alto custo para aquisição *Pouca disponibilidade no mercado nacional *Necessidade de treinamento para a mão de obra

Quadro 1- Comparativo dos sistemas de fôrma

Fonte: Adaptado de Souza, 2018.

2.5.PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil, segundo SOUZA (2018), é responsável por uma pujante geração de resíduos e tal fato pode ocorrer por falta de: - compatibilidade entre os diferentes tipos de projetos; - compatibilidade entre os

projetos e a obra; - controle de qualidade; - condições adequadas de trabalho; e, - organização do canteiro de obras. Desse modo, tornaram-se necessárias melhorias na eficiência de utilização dos materiais.

No cenário brasileiro, CALENTE (2017) destaca que os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) aparecem como potenciais degradadores do meio ambiente, causando problemas relacionados à logística e a prejuízos financeiros. O mesmo autor dá prosseguimento à problemática relacionada com a destinação inadequada dos resíduos na construção, que podem resultar em uma ocupação excessiva de aterros sanitários, de modo a causar seu esgotamento e a obstrução de sistemas de drenagem urbana, resultando no aumento de insetos e roedores.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) devem ter um gerenciamento adequado para evitar que sejam abandonados e se acumulem em margens de rios, terrenos baldios ou outros locais inapropriados. Normalmente, os RCC representam um grave problema em muitas cidades brasileiras, sobrecarregando os sistemas de limpeza pública (ABRELPE, 2017).

De acordo com a Lei n.° 12.305 (BRASIL, 2010, art. 3), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu segundo capítulo define como Resíduos Sólidos:

> "Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível"

Dados divulgados pelo balanço da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais demonstram que, em 2018, foram geradas no Brasil 79 milhões de toneladas de resíduos (ABRELPE, 2019).

Ressalta-se que 42,3 milhões de toneladas de RSU, ou 59,1% dos resíduos coletados, foram dispostas em aterro sanitário. Desta forma, tem-se que 40,9% dos resíduos coletados foram despejados em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros (ABRELPE, 2019).

Nesse contexto, CALENTE (2017) destaca que o emprego de madeira na construção civil, utilizada como material temporário para execução de fôrmas, escoramento e andaimes gera vultosa quantidade de resíduos. Ademais, considerando-se a fase da execução estrutural, os resíduos de madeira podem constituir aproximadamente 40% de todo o resíduo gerado. No exemplo, constante da Figura 3, observa-se que após a desforma toda madeira é descartada.

Figura 3 - Resíduo de madeira na construção civil.

Fonte: Imóvel Magazine, s/d.

2.6.MATERIAIS E MÉTODOS

O presente procedimento experimental visa desenvolver uma metodologia passível de quantificar e avaliar a viabilidade a respeito dos processos construtivos que envolvem o sistema de fôrma metálica comparado ao sistema de fôrma de madeira em Unidade de Recebimento, Armazenamento e Transbordo de Grãos em Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano – COMIGO – em Piranhas, neste Estado.

A primeira etapa constitui uma revisão bibliográfica dos principais critérios com capacidade de uso na seleção de sistemas de fôrmas e dos possíveis indicadores úteis à escolha do sistema de fôrmas, associados a estes critérios.

Foram realizadas várias visitas técnicas à obra em que está sendo executada uma construção comercial. O levantamento técnico de informações estará voltado para a aquisição dos dados inerentes aos quesitos aplicação, trabalhabilidade, durabilidade, custo e índice de resíduos descartados, obtidos em obras semelhantes às da Cooperativa, porém executadas em outras cidades do Estado de Goiás.

3.ESTUDO DE CASO

A COMIGO - Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - foi fundada em Rio Verde, Goiás, por 50 produtores rurais dispostos a mudar o perfil da agropecuária regional, instituindo novos conceitos de produção e de comercialização. A referida Cooperativa incentivou o

uso de insumos modernos, de tecnologias inovadoras, instalou um grande sistema armazenador e partiu para a transformação de matérias-primas.

Além de Rio Verde-GO, onde está situada a sede administrativa e o complexo industrial, a COMIGO hoje está instalada diretamente em mais 14 municípios com lojas agropecuárias, produção de suplementos minerais e unidades armazenadoras.

O empreendimento contará com uma unidade de recebimento, armazenamento e transbordo de grãos, localizado às margens da rodovia BR-158, KM 87, S/N, CEP 76230-000, Piranhas-GO, localizado à direita da loja comercial, conforme a figura:

Figura 4 - Vista superior da COMIGO de Piranhas-GO

Fonte: Autoras, 2020

3.1.GRANELEIRO

As análises desta pesquisa foram feitas para o Graneleiro - um armazém com fundo “semi V”, medindo 156,25m de comprimento e 45,35m de largura, e profundidade de 6,50m. Executado em pilares e placas em concreto pré-moldado, conforme figura abaixo, o pilar foi desenhado em *cyan* com altura livre de 7,00m. Vale ressaltar que os projetos, objeto de estudo, foram fornecidos por outra unidade da Cooperativa, já executada, uma vez que para a unidade de Piranhas-GO os mesmos não foram liberados.

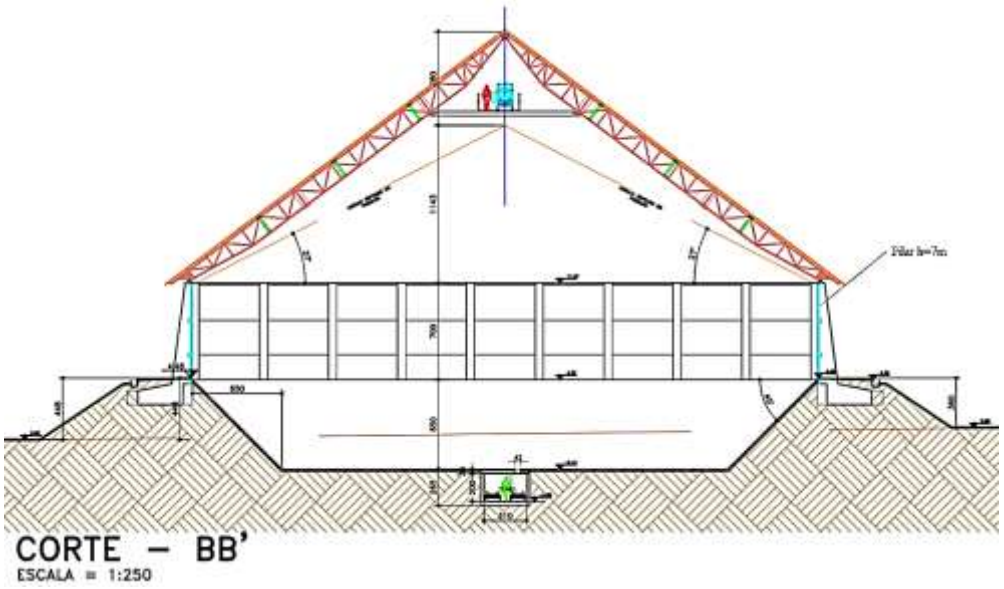


Figura 5 - Corte transversal do graneleiro

Fonte: COMIGO, 2018.

A partir do projeto arquitetônico, foi possível identificar a geometria da edificação e as características dos elementos estruturais estudados. O Quadro 2 expõe a quantidade de fôrmas necessárias à execução dos pilares da obra. E, na Figura 6, observa-se o pilar desformado.

Quantitativo	Área de Fôrma de Pilar (m²)	Total m²
75	22,53	1.689,75

Quadro 2 - Área de fôrma

Fonte: Autoras, 2020

Figura 6 - Pilar desformado

Fonte: Autoras, 2020

3.2.FÔRMA DE MADEIRA

Algumas das peças que compõem o cimbramento e os moldes de um sistema de fôrmas para um pilar de concreto armado são ilustradas nas Figuras 7 e 8. Os painéis laterais e de fundo são peças mais largas e integram o molde das formas. As peças de menor dimensão constituem o cimbramento e são posicionadas de modo a travar os painéis e resistir às pressões exercidas pelo lançamento do concreto e outros esforços oriundos da concretagem do elemento estrutural. São usados travamentos (escoras) nas laterais da forma. A armação é colocada por intermédio de um maquinário (caminhão *munck*).

Figura 7 – Moldes de um sistema de fôrmas.
Fonte: Autoras, 2020

Figura 8 – Moldes (sistema de fôrmas)
Fonte: Autoras, 2020

Os furos são feitos para a distribuição de cargas ao serem sacadas (retiradas) da forma. São usados concretos com o uso de aditivos Plastificante e viscocrete da Sika, agregado graúdo 1.0 e agregado miúdo médio, concreto usinado em Fck 30 Mpa, Slump 20 +/- 2. Este concreto deverá ser produzido em uma extensão de concreto dentro do canteiro de obras, visto que a cidade não dispõe de concreteira.

3.3.FÔRMA METÁLICA

As fôrmas metálicas foram projetadas e confeccionadas com materiais de aço (chapas e perfis) adquiridos em Empresas do ramo; depois de dobradas e cortadas, conforme projeto estrutural, foram posicionadas para montagem. Sempre observado o cuidado de ancoragem das fôrmas para que as peças apresentem uma forma constante, como se pode verificar nas Figuras 9 e 10. As peças devem ser vibradas, cuidando-se do posicionamento das armaduras. Foram adicionados acelerador de pega e, quanto ao acabamento da face exposta, este foi feito manualmente para se obter uma superfície plana.

Figura 9 – Posicionamento das armaduras
Fonte: Autoras, 2020

Figura 10 – Ancoragem das fôrmas
Fonte: Autoras, 2020

Respeitado o tempo mínimo de cura das peças, que variam conforme a estação e o clima em exposição, as peças ao serem desformadas podem necessitar de pequenos reparos de acabamento de cantos e faces. Foi adotado o tempo de 9 horas para as desformas e dois dias com cura úmida.

3.4.ANÁLISE DOS CUSTOS

3.4.1.FÔRMA DE METAL

O Quadro 8 (em Anexo) descreve os itens e o quantitativo para a confecção do primeiro pilar, isto é, para a aquisição da fôrma metálica e todo material necessário para a produção de uma unidade do referido pilar, o total foi de R$ 54.844,43. Para a mão de obra, com vistas à execução, do primeiro pilar, o custo foi de R$ 53,36, cuja composição consta do Quadro 3.

Conforme o Quadro 9 (em Anexo), para a confecção do segundo pilar em diante, produção em série, o valor total foi de R$ 6.837,87 para cada unidade de pilar e a mão de obra foi de R$ 32,29, cuja composição consta do Quadro 4.

Para cada pilar foram consumidos 4,17 m³ de concreto com Fck 30 Mpa Brita 0 - Slump 20 +/- 2.

Função	Unid.	Custo
Ajudante	R$/h	4,63
Carpinteiro	R$/h	7,41
Pedreiro	R$/h	7,41

Quadro 3 - Hora trabalhada

Fonte: Autoras, 2020.

Mão de obra da fôrma de metal do primeiro pilar						
Item	Descrição	Colaborador	Unid.	Quant.	h/equipe	Preço total do serviço
1	Montagem de fôrma	1 ped. + 2 ajud.	h/h	2,33	6,99	38,84
2	Aplicação do desmoldante	2 ajud.	h/h	0,2	0,40	1,85
3	Desfôrma	4 ajud.	h/h	0,416	1,66	7,70
4	Acabamento do pilar	1 ped.	h/h	0,67	0,67	4,96
					TOTAL	53,36

Quadro 4 - Composição da mão de obra do primeiro pilar

Fonte: Autoras, 2020.

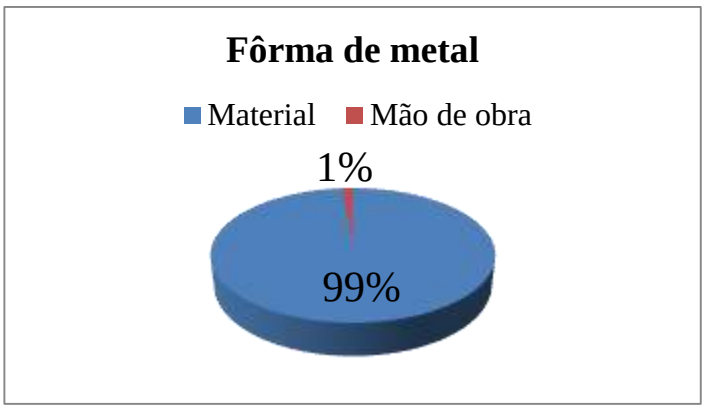


Gráfico 1 - Primeiro pilar

Fonte: Autoras, 2020.

Mão de obra da fôrma de metal do segundo pilar						
Item	Descrição	Colaborador	Unid.	Quant.	h/equipe	Preço total do serviço
1	Limpeza da fôrma	2 ajudante	h/h	0,67	1,34	6,20
2	Aplicação do desmoldante	2 ajudante	h/h	0,2	0,40	1,85
3	Fechamento da fôrma	4 ajudante	h/h	0,67	2,68	12,41
4	Desfôrma	1 ajudante	h/h	0,41	0,41	1,90
5	Acabamento do pilar	2 carpinteiros	h/h	0,67	1,34	9,93
					TOTAL	32,29

Quadro 5 - Composição da mão de obra do segundo pilar

Fonte: Autoras, 2020.

Gráfico 2 - Produção em série

Fonte: Autoras, 2020.

3.4.2. FÔRMA DE MADEIRA

As chapas de madeira utilizadas são impermeabilizadas e seladas de fábrica com resina epóxi em todas as superfícies, aumentando, assim, a vida útil das chapas. A impermeabilização permite que a chapa seja reutilizada mais vezes, além de agregar maior qualidade ao acabamento do concreto.

O Quadro 10 (em Anexo) descreve os itens e quantitativo para a confecção do primeiro pilar, isto é, para a aquisição da fôrma de madeira e todo material necessário para a produção do referido pilar, o total foi de R$ 7.653,59. Para a mão de obra e execução do primeiro pilar o custo foi de R$ 375,70, cuja composição consta do Quadro 6.

Mão de obra da fôrma de madeira do primeiro pilar						
Item	Descrição	Colaborador	Unid.	Quant.	h/equipe	Preço total do serviço
1	Fabricação de fôrma	2 carpinteiros	h/h	6,5	13,00	96,33
2	Montagem de fôrma	2 carpinteiros	h/h	16	32,00	237,12
3	Limpeza de fôrma	1 ajudante	h/h	0,33	0,33	1,53
4	Aplicação do desmoldante	1 ajudante	h/h	0,25	0,25	1,16
5	Desfôrma	2 carpinteiros	h/h	0,67	1,34	9,93
6	Acabamento do pilar	2 pedreiros	h/h	2	4,00	29,64
					TOTAL	375,70

Quadro 6 - Composição da mão de obra do pilar de madeira

Fonte: Autoras, 2020.

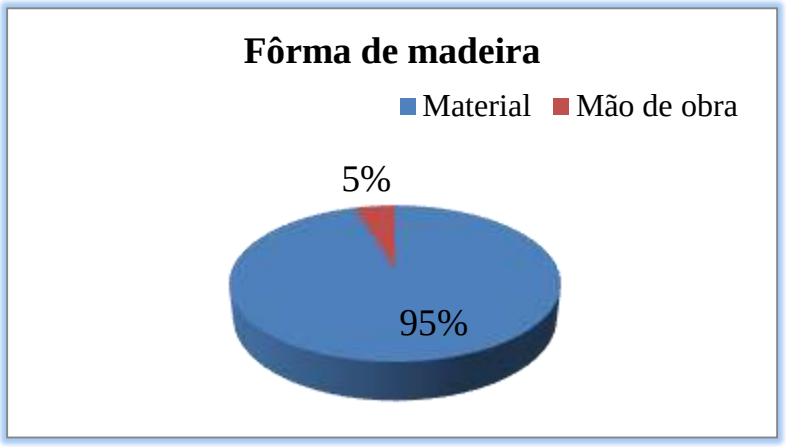


Gráfico 3 - Primeiro pilar Madeira

Fonte: Autoras, 2020.

Conforme o Quadro 11 (em Anexo), para a confecção do pilar produzido em série o valor total foi de R$ 6.899,61 e a Mão de obra foi de R$ 93,13, cuja composição consta do Quadro 7.

Mão de obra da fôrma de madeira do segundo pilar						
Item	Descrição	Colaborador	Unid.	Quant.	h/equipe	Preço total do serviço
1	Fechamento de fôrma	2 carpinteiros	h/h	1,33	2,66	19,71
2	Limpeza de fôrma	2 ajudantes	h/h	0,33	0,66	3,06
3	Aplicação do desmoldante	1 ajudantes	h/h	0,25	0,25	1,16
4	Desfôrma	2 carpinteiros	h/h	0,67	1,34	9,93
5	Acabamento do pilar	2 pedreiros	h/h	2	8,00	59,28
					TOTAL	93,13

Quadro 1 - Composição da mão de obra do segundo pilar de madeira.

Fonte: Autoras, 2020.

Gráfico 4 - Produção em série

Fonte: Autoras, 2020.

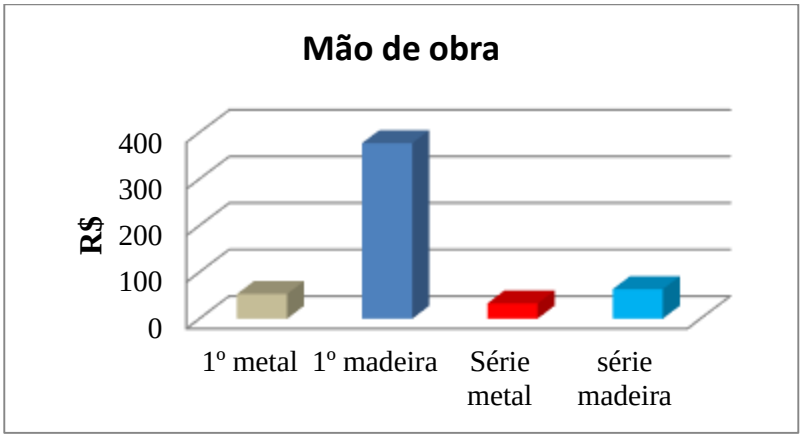


Gráfico 5 - Análise (R$) da mão de obra

Fonte: Autoras, 2020.

Observa-se que a produtividade da fôrma metálica é superior à da fôrma de madeira; tal fato pode ser analisado em função do tempo necessário para a execução de fôrmas em madeira, processo que necessita de um contingente efetivo maior do que o efetivo para a fôrma metálica. Para efeito de modelagem matemática, e para melhor compreensão, ignorou-se a função do colaborador e calculou-se, tanto para fôrma de madeira quanto para metálica, apenas 01 (um colaborador). Desta forma, o Gráfico 6 ilustra que, para produzir o primeiro pilar de madeira, foram gastas aproximadamente 50h e 55min, enquanto que, com o uso de fôrma metálica, 9h e 43min.

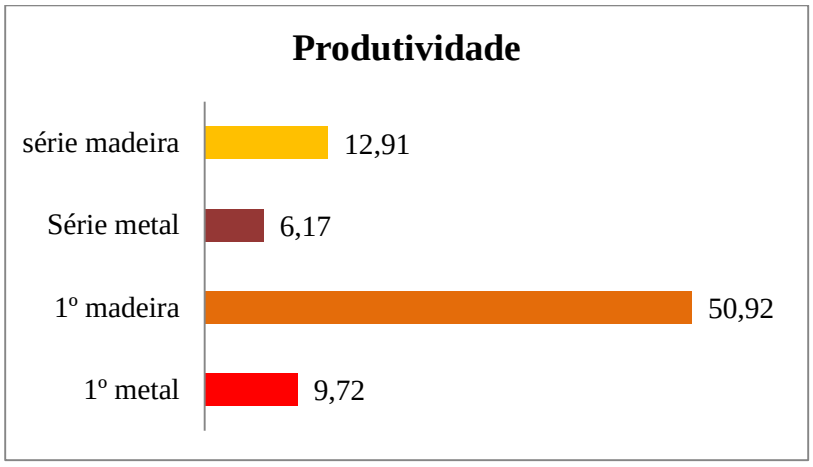


Gráfico 6 - Comparativo horas trabalhadas.

Fonte: Autoras, 2020

4.DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em síntese, muitos fatores influenciam na escolha de um sistema de fôrmas. ASSAHI (2006) cita o prazo de execução e custos, o número de utilizações e o nível de solicitações como os principais critérios para escolha.

Baseando-se nos resultados obtidos de cada sistema, observa-se que o método de fôrma metálica possui o menor emprego de colaboradores em sua execução e que os mesmos executam o serviço em um menor tempo, com uma equipe sem qualificação específica, como é o caso do sistema de fôrmas de madeira que necessitam de carpinteiro.

MARQUES (2013) elenca que, com os altos valores dos encargos sociais e a imposição de prazos cada vez mais curtos, o sistema de fôrma metálica surge como alternativa que traz maior agilidade, industrialização, racionalização e alta produtividade nas obras.

Nesta mesma ótica, para que a aquisição do sistema seja economicamente viável é necessário um grande número de reaproveitamentos, mas que, após 57 concretadas, as fôrmas metálicas se pagam e passam a ser vantajosas em relação à fôrma de madeira. Sendo assim, o sistema metálico torna-se o mais vantajoso, já que sua composição é de chapas metálicas com um reaproveitamento contínuo do material, enquanto que as fôrmas convencionais em chapas de madeira plastificada têm um reaproveitamento limitado a, no máximo, 13 (treze) vezes.

MARQUES (2013) menciona que fôrmas de aço podem ser utilizadas entre 100 e 120 vezes, sendo recomendadas para edificações de larga escala e, para o caso de produção em série, pode chegar a uma utilização em torno de 200 a 300 vezes.

Segundo SANTOS (2009), a fôrma influi diretamente no prazo de execução da estrutura e a montagem de sistemas de fôrmas impacta em torno de 60% da execução das estruturas de concreto armado.

Para a obra estudada, as fôrmas de madeira apresentam uma menor produtividade, pois é necessária uma maior quantidade de componentes e micro operações para sua montagem, e a fôrma deve ser fabricada na carpintaria antes de ser montada, fator este que influencia também no valor de produtividade. Em uma suposição de um único colaborador para execução do primeiro pilar de madeira, foram gastas aproximadamente 50h e 55min, enquanto que, com o uso de fôrma metálica, e com o mesmo número de colaborador fica 523,87% mais rápido.

Para NASCIMENTO (2014), o uso do sistema de fôrmas de madeiras no Brasil tem sua aplicabilidade mais vasta, por haver o emprego de mão de obra com treinamento parcialmente fácil (carpinteiros); material reciclável e com chances de ser reutilizado; boa resistência a efeitos e ao manuseio (transporte e armazenagem); equipamentos e complementos não muito complicados e parcialmente baratos (serras manuais e mecânicas, martelos e furadeiras e etc.); apresentar características físicas e químicas adequadas com o uso.

Ao analisar a produção do primeiro pilar, o impacto no valor pago à mão de obra para o sistema de madeira chegou a 704,1% maior que metálico. E, para o pilar em série, 288,42% superior ao metálico.

O sistema de fôrma de madeira gera resíduo durante o processo de fabricação, serragem e resto de madeira, e, posteriormente, ao fim da vida útil, produz grande quantidade de resíduos devido ao baixo número de reaproveitamento (13 pilares por jogo de madeira). Em contraponto, o sistema metálico chega próximo a zero resíduo, visto seu reaproveitamento ser próximo a 300 repetições e, após não atender a função fim, o aço pode ser reciclado.

De acordo com o cenário ambiental, para COSTA (2014), o sistema metálico gera menos quantidade de sobras, o que causa menos impacto ambiental em comparação com o sistema convencional de madeiras. Respectivamente, diminui a quantidade de corte das madeiras em construções, o que permite gerar menos riscos de acidentes, por causa do uso de máquinas de corte. Dessa forma, iria aumentar as vantagens para o uso do sistema metálico.

Segundo THOMAZ (2001), as empresas brasileiras precisam adotar novas estratégias para melhorar a qualidade e a produtividade dos processos produtivos, principalmente para se garantirem no mercado cada vez mais competitivo. A implantação de processos de melhoria deve ser precedida pela compreensão das causas de perdas que ocorrem nos processos que envolvem a construção de uma obra.

As perdas precisam ser determinadas com base em dados reais, como: - números médios e números mínimos do setor; - normas técnicas; - metas próprias da empresa ou indicadores de orçamento. Mas, o mesmo autor destaca que os números médios do mercado brasileiro são escassos e as prescrições de normas, indicadores de orçamento e possíveis metas que a empresa possa estabelecer acabam sendo referenciais com múltiplas variações, o que torna as referências imprecisas, (THOMAZ, 2001).

5.CONCLUSÃO

Concluímos, por meio deste estudo, que nas circunstâncias apresentadas para a obra analisada o sistema de fôrma metálica mostrou ser mais vantajoso que o sistema de fôrma convencional, embora tenha apresentado maior custo inicial com a aquisição da fôrma para a execução do serviço. No entanto, as fôrmas metálicas poderão ser reutilizadas no mínimo 107 vezes a mais que o outro sistema.

Assim sendo, o sistema metálico se paga após o uso de 57 vezes e, como a obra é de grande porte, tal fôrma será usada mais 100 vezes. Tal fato corrobora para a diminuição de resíduos gerados na obra,

favorece a organização da produção, aumenta a velocidade de montagem e desmontagem, melhora a produção diária, reduz o número de pequenos acidentes e retoques pós desforma.

Como todo o sistema industrializado, a fôrma metálica requer uma logística de fabricação, transporte e descarga ao destino final. Tal fato pode ser um empecilho para a entrega em determinadas regiões do país que necessitem de transporte especial. Em contrapartida, dispensa a mão de obra especializada, o que deixa a fabricação das fôrmas de madeira engessada aos marceneiros.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 14931:2004, Execução de estruturas de concreto – Procedimento. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

ABNT NBR 15696:2009, Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

ALVES, Filipe Litwinczuk. Fôrmas na construção civil: análise nas obras em Pato Branco-PR. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ARAÚJO, Ana Luíza Terlizzi de; MORAES, Veridiani Gomes. Sistema de gestão da qualidade na construção civil: estudo da inspeção da execução de pilares, vigas e lajes em concreto armado. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ASSAHI, Paulo Nobuyoshi. Sistema de fôrma para estrutura de concreto. SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO, v. 5, 2005.

ASSAHI, Paulo Nobuyoshi. Sistema de fôrma para estrutura de concreto. SIMPÓSIO SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO, v. 5, 2005.

BAMPI, Géssica Barbosa. Perdas de madeira na execução do sistema de fôrmas para concreto em obras de construção civil. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BARROSO, Bernardo Carvalho et al. Apresentação da utilização de fôrmas metálicas em empreendimentos habitacionais de interesse social. 2019.

BERTOLINI, Luca. Materiais de Construção: Patologia, Reabilitação, Prevenção. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BOTELHO, Manoel Henrique Campo; MARCHETTI, Osvaldemar. Concreto armado-Eu te amo. Editora Blucher, 2018.

COSTA, Carlyne Pomi Diniz. Fôrmas para construção civil e suas aplicações. p.96 Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, 2014.

GUIMARÃES, Gabriel Pistori; SIQUEIRA, Rafael Martins; SILVA, Carlos Adriano Rufino da. COMPENSADO PLASTIFICADO E RESINADO PARA USO EM FÔRMAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2016.

MARANHÃO, George Magalhães. Formas para Concreto: Subsídios para a Otimização do Projeto Segundo a NBR7190/97. São Paulo, 2000.

REZENDE, Rômulo Barbosa et al. Uma visão sobre o uso de fôrmas e escoramentos em cidades de grande, médio e pequeno porte do Brasil Central e as novas diretrizes normativas. 2010.

ZABEU, K. R./c.G. G. Desempenho das estruturas de concreto armado de edifícios: interação entre projetos, processos construtivos e planejamento de obras. Dissertação de mestrado – Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo-SP: 2010, 140p.

ZUCHINALLI, Tarcisio. Utilização de resíduo da madeira na fabricação de painéis aglomerados para fôrmas de peças estruturais de concreto. 2016.

ANEXO

Pilar de fôrma de metal (primeiro)							
Item	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unit. Material	Preço unit. M.O.	Preço unit. total	Preço total do serviço
1	Material aço - Bitola 5,00 mm	kg	14,62	3,70	1,70	5,40	78,90
2	Material aço - Bitola 6,30 mm	kg	85,71	3,37	1,70	5,07	434,93
3	Material aço - Bitola 8,00 mm	kg	98,41	3,37	1,70	5,07	499,37
4	Material aço - Bitola 10,00 mm	kg	26,47	3,28	1,70	4,98	131,84
5	Material aço - Bitola 12,50 mm	kg	15,25	3,12	1,70	4,82	73,57
6	Material aço - Bitola 16,00 mm	kg	149,37	3,12	1,70	4,82	720,62
7	Material aço - Bitola 25,00 mm	kg	508,6	3,12	1,70	4,82	2.453,70
8	Arame recozido nº 18	kg	89,843	7,58	0,00	7,58	681,01
9	Fôrma	unid.	1	48.000,00		48.000,00	48.000,00
10	Montagem de fôrma	h/h	2,33	0,00	16,67	16,67	38,84
11	Transporte de ferragem - Munck 43 Tf	h/m	0,41	270,00	20,68	290,68	119,18
12	Aplicação de desmoldante	h/h	0,2	2,65	9,26	11,91	2,38
13	Espaçador S-17 30	unid.	44	0,09	0,74	0,83	36,56
14	Espaçador S-25	unid.	53	0,11	0,74	0,85	45,09
15	Espaçador S-30	unid.	32	0,09	0,74	0,83	26,59
16	Concreto Fck 30 Mpa Brita 0 - Slump 20 +/- 2	m³	4,17	310,00	13,89	323,89	1.350,62
17	Saque pilar - Ponte rolante	h/m	0,25	0,00	9,26	9,26	2,32
18	Saque da pilar - Caminhão Munck	h/m	0,42	270,00	20,68	290,68	122,09
19	Desfôrma	h/h	0,41	0,00	18,52	18,52	7,59
20	Acabamento do pilar	h/h	0,67	21,30	7,41	28,71	19,24
TOTAL							54.844,43

Quadro 8- Composição de custos com fôrma e material de metal

Fonte: Própria, 2020.

Pilar de fôrma de metal (segundo)							
Item	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unit. Material	Preço unit. M.O.	Preço unit. total	Preço total do serviço
1	Material aço - Bitola 5,00 mm	kg	14,62	3,70	1,70	5,40	78,90
2	Material aço - Bitola 6,30 mm	kg	85,71	3,37	1,70	5,07	434,93
3	Material aço - Bitola 8,00 mm	kg	98,41	3,37	1,70	5,07	499,37
4	Material aço - Bitola 10,00 mm	kg	26,47	3,28	1,70	4,98	131,84
5	Material aço - Bitola 12,50 mm	kg	15,25	3,12	1,70	4,82	73,57
6	Material aço - Bitola 16,00 mm	kg	149,37	3,12	1,70	4,82	720,62
7	Material aço - Bitola 25,00 mm	kg	508,6	3,12	1,70	4,82	2.453,70
8	Arame recozido nº 18	kg	89,843	7,58	0,00	7,58	681,01
9	Limpeza de fôrma	h/h	0,67	20,40	9,26	29,66	19,87
10	Transporte de ferragem – Munck 43 Tf	h/m	0,41	270,00	20,68	290,68	119,18
11	Aplicação de desmoldante	h/h	0,2	2,65	9,26	11,91	2,38
12	Fechamento de fôrma	h/h	0,67		18,52	18,52	12,41
13	Espaçador S-17 30	unid.	44	0,09	0,74	0,83	36,56
14	Espaçador S-25	unid.	53	0,11	0,74	0,85	45,09
15	Espaçador S-30	unid.	32	0,09	0,74	0,83	26,59
16	Concreto Fck 30 Mpa Brita 0 - Slump 20 +/- 2	m³	4,17	310,00	13,89	323,89	1.350,62
17	Saque pilar - Ponte rolante	h/m	0,25	0,00	9,26	9,26	2,32
18	Saque do pilar - Caminhão Munck	h/m	0,42	270,00	20,68	290,68	122,09
19	Desfôrma	h/h	0,41	0,00	18,52	18,52	7,59
20	Acabamento do pilar	h/h	0,67	21,30	7,41	28,71	19,24
TOTAL							R$ 6.837,87

Quadro 9- Composição para a confecção do segundo pilar de metal

Fonte: Própria, 2020.

Pilar de fôrma de madeira (primeiro)							
Item	Descrição	Unidade	Quant.	Preço unit. Material	Preço unit. M.O.	Preço unit. total	Preço total do serviço
1	Material aço - Bitola 5,00 mm	kg	14,62	3,70	1,70	5,40	78,90
2	Material aço - Bitola 6,30 mm	kg	85,71	3,37	1,70	5,07	434,93
3	Material aço - Bitola 8,00 mm	kg	98,41	3,37	1,70	5,07	499,37
4	Material aço - Bitola 10,00 mm	kg	26,47	3,28	1,70	4,98	131,84
5	Material aço - Bitola 12,50 mm	kg	15,25	3,12	1,70	4,82	73,57
6	Material aço - Bitola 16,00 mm	kg	149,37	3,12	1,70	4,82	720,62
7	Material aço - Bitola 25,00 mm	kg	508,6	3,12	1,70	4,82	2.453,70
8	Arame recozido nº 18	kg	89,843	7,58	0,00	7,58	681,01
9	Pontalete (5x7x300cm)	m³	0,095	570,00	0,00	570,00	54,15
10	Madeira de pinus serrada em bruto 1 qualidade (2,5x15x300cm)	m³	0,38	640,00	0,00	640,00	243,20
11	Madeirite resinado (220x110cm)	unid.	5,5	25,98	0,00	25,98	142,89
12	Prego 17x27	kg	6,5	1,50	0,00	1,50	9,75
13	Fábricação de fôrma	h/h	6,5	0,00	14,82	14,82	96,33
14	Montagem de fôrma	h/h	16	0,00	14,82	14,82	237,12
15	Transporte de ferragem - Munck 43 Tf	h/m	0,41	270,00	20,68	290,68	119,18
16	Limpeza de fôrma	h/h	0,33	20,40	9,26	29,66	9,79
17	Aplicação de desmoldante	h/h	0,25	2,65	4,63	7,28	1,82
18	Espaçador S-17 30	unid.	44	0,09	0,74	0,83	36,56
19	Espaçador S-25	unid.	53	0,11	0,74	0,85	45,09
20	Espaçador S-30	unid.	32	0,09	0,74	0,83	26,59
21	Concreto Fck 30 Mpa Brita 0 - Slump 20 +/- 2	m³	4,17	310,00	13,89	323,89	1.350,62
22	Saque pilar - Ponte rolante	h/m	0,25	0,00	9,26	9,26	2,32
23	Saque do pilar - Caminhão Munck	h/m	0,42	270,00	20,68	290,68	122,09
24	Desfôrma	h/h	0,67	0,00	14,82	14,82	9,93
21	Acabamento do pilar	h/h	2	21,30	14,82	36,12	72,24
TOTAL							7.653,59

Quadro 10- Composição de custos com fôrma e material de madeira

Fonte: Própria, 2020.

Pilar de fôrma de madeira (segundo)							
Item	Descrição	Unid	Quant.	Preço unit. Material	Preço unit. M.O.	Preço unit. total	Preço total do serviço
1	Material aço - Bitola 5,00 mm	kg	14,62	3,70	1,70	5,40	78,90
2	Material aço - Bitola 6,30 mm	kg	85,71	3,37	1,70	5,07	434,93
3	Material aço - Bitola 8,00 mm	kg	98,41	3,37	1,70	5,07	499,37
4	Material aço - Bitola 10,00 mm	kg	26,47	3,28	1,70	4,98	131,84
5	Material aço - Bitola 12,50 mm	kg	15,25	3,12	1,70	4,82	73,57
6	Material aço - Bitola 16,00 mm	kg	149,37	3,12	1,70	4,82	720,62
7	Material aço - Bitola 25,00 mm	kg	508,6	3,12	1,70	4,82	2.453,70
8	Prego 17x27	kg	6,5	1,50	0,00	1,50	9,75
9	Arame recozido nº 18	kg	89,843	7,58	0,00	7,58	681,01
10	Fechamento de fôrma	h/h	1,33		14,82	14,82	19,71
11	Transporte de ferragem - Munck 43 Tf	h/m	0,41	270,00	20,68	290,68	119,18
12	Limpeza de fôrma	h/h	0,33	20,40	9,26	29,66	9,79
13	Aplicação de desmoldante	h/h	0,25	2,65	4,63	7,28	1,82
14	Espaçador S-17 30	unid.	44	0,09	0,74	0,83	36,56
15	Espaçador S-25	unid.	53	0,11	0,74	0,85	45,09
16	Espaçador S-30	unid.	32	0,09	0,74	0,83	26,59
17	Concreto Fck 30 Mpa Brita 0 - Slump 20 +/- 2	m³	4,17	310,00	13,89	323,89	1.350,62
18	Saque pilar - Ponte rolante	h/m	0,25	0,00	9,26	9,26	2,32
19	Saque da pilar - Caminhão Munck	h/m	0,42	270,00	20,68	290,68	122,09
20	Desfôrma	h/h	0,67	0,00	14,82	14,82	9,93
21	Acabamento do pilar	h/h	2	21,30	14,82	36,12	72,24
TOTAL							6.899,61

Quadro 11- Composição para a confecção do segundo pilar de madeira

Fonte: Própria, 2020.

FÔRMA DE MADEIRA:

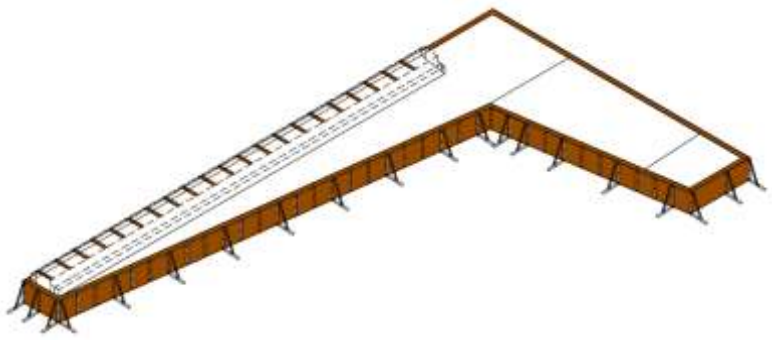


Figura 11 – Projeto de fôrma de madeira.

Fonte: Própria, 2020.

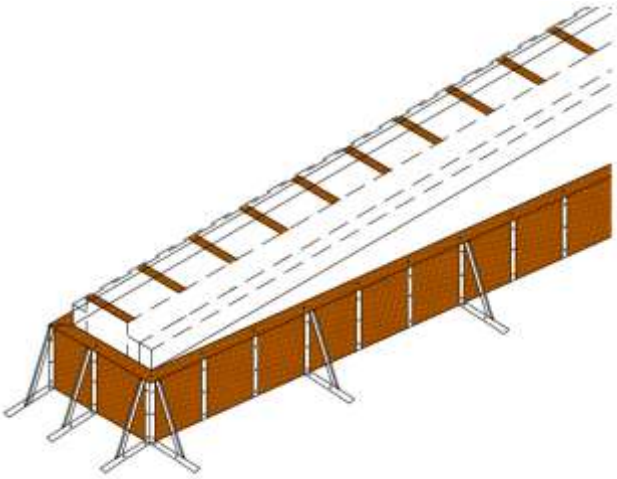


Figura 12 – Projeto de fôrma de madeira.

Fonte: Própria,2020.

APÊNDICE:

FÔRMA METÁLICA:

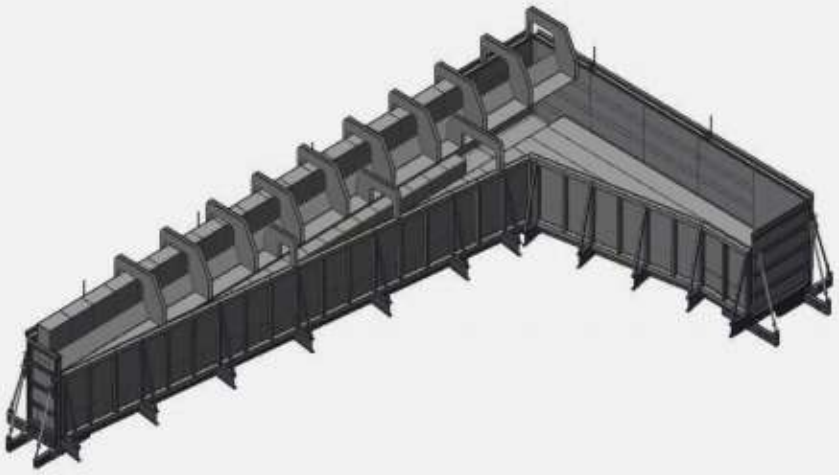
Adenilson & Celso Equipamentos Ltda – EPP
AC – Equipamentos
Telefones: (19) 9 9731-9070 – Adenilson / (19) 9 9989-1690 – Celso
marinho_adenilson@ig.com.br (Adenilson)
ce.nao@hotmail.com (Celso)

ORÇAMENTO 01 3/11/2020

CLIENTE
RHAMER CONSTRUTORA

SOLICITANTE: Sra. MYLIANE GOMES

QUANT.	DESCRIÇÃO	PREÇO UNIT.	TOTAL
01 CONJ.	Forma para fabricação pilares, : forma confeccionada em perfis metálicos, vigas u de 3" laminadas para a estrutura do chassis, reforços em chapas com espessura de 3/16" oxicortadas, tampas de fechamentos frontais, laterais e e chapa do perfil na espessura de 3/16" na classificação A 36	R$43.000,00	R$43.000,00
	VALOR TOTAL		R$ 43.000,00
	VALOR PARA PAGAMENTO A VISTA 5%		R$ 40.850,00
	VALOR PARA FRETE		R$ 5.000,00



AC – Equipamentos
Rua 25, 2047 – Jardim São Paulo – Rio Claro/SP – CEP: 13.503-010

CNPJ: 23.774.589/0001-80 Insc. Estadual: 587.224.452.115 Insc. Municipal 66555

ORÇAMENTO:

ROCHEDO

ROCHEDO CONSTRUTORA

AVENIDA BRASIL CENTRAL Nº 1540 - BEIRA RIO - PIRANHAS/GO - 76230-000 FONE: (64) 3665-2443 - CNPJ: 30.820.709/0001-02

11/11/2020 - 09:35
1 de 1

*** O R Ç A M E N T O ***

NÃO É VÁLIDO COMO DOCUMENTO FISCAL, NEM COMO TERMO DE GARANTIA

Nº: 3683
Data: 11/11/2020
Hora: 09:35:28

Cliente: **1-LUANA** CPF/CNPJ: RG/IE:
Endereço: , , Nº - , / Fone:
Vendedor: MATEUS (64) 99910-3821 Forma de Pagamento: **DINHEIRO**
Entrega:

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO PRODUTO	MARCA	GRUPO	QTD.	EMB	PREÇO UNIT.	DESC.	VALOR TOTAL
2469	ARAME REC BWG18 1,25MM RL 1KG GERDAU 2100100024697	COMERCIAL GERDAU	AÇOS E PERFILADOS	89	KG	19,50	0,00	1.735,50
6464	PREGO C/ CABECA POLIDO 17X27 C/100 GRS 7891768445621	ELETROFER	AÇOS E PERFILADOS	7	UN	2,98	0,00	20,86
126	VERG CA50 10MM 1T NV 12M 2100100001261	COMERCIAL GERDAU	AÇOS E PERFILADOS	4	BR	80,00	0,00	320,00
2452	VERG CA50 12,5MM 1T NV 12M 2100100024529	COMERCIAL GERDAU	AÇOS E PERFILADOS	2	BR	120,00	0,00	240,00
2453	VERG CA50 6,3MM 1T NV 12M 2100100024536	COMERCIAL GERDAU	AÇOS E PERFILADOS	30	BR	35,00	0,00	1.050,00
2451	VERG CA50 8MM 1T NV 12M 2100100024512	COMERCIAL GERDAU	AÇOS E PERFILADOS	21	BR	70,00	0,00	1.470,00
4077	VERG CA60 GERDAU 5MM 12MTS 2100100040772	GERDAU	AÇOS E PERFILADOS	6	BR	27,00	0,00	162,00

Observações:

TOTAL COM DESCONTO: **R$ 4.998,36**
DESCONTO: **R$ 0,00**
TOTAL DO ORÇAMENTO: **R$ 4.998,36**

Capítulo 4

10.37423/220505793

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA CIDADE DE APARECIDA DE GOIÂNIA- GO.

Kátia Maria de Souza — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Eliezer Jose Gonçalves De Sousa — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Gisley de Souza Brito — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Juracy Mendes Moreira — *Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília*

Resumo: As Unidades Básicas de Saúde (UBS) têm o objetivo de promover e proteger a saúde da coletividade. Tais unidades estão instaladas em pontos estratégicos para que os usuários desloquem o mínimo para serem atendidos e obtenham atenção à saúde de qualidade. A pesquisa trata-se de levantamento de imagens, da Unidade de Saúde em questão, e verificação de cálculos para resposta assertiva as várias causas do aparecimento de infiltrações relacionadas ao dimensionamento das calhas quanto à execução. Convém ressaltar que 48,5% das manifestações patológicas encontradas na unidade estão relacionadas aos sistemas de captação de águas pluviais, sistema hidrossanitário e percolação higroscópica. Vale salientar que a qualidade dos serviços prestados pelos profissionais de saúde está relacionada à qualidade de suas condições de trabalho.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas; UBS; Sistema de drenagem; Percolação higroscópica.

1. INTRODUÇÃO

O estudo das patologias em edificações consiste em uma ciência que busca a identificação das origens, causas, dos mecanismos e manifestações decorrentes da degradação dos materiais e estruturas. A partir disso, são determinadas as consequências das manifestações patológicas e as metodologias de intervenção necessárias.

Essas patologias podem ser decorrentes da degradação natural dos materiais de construção civil ou do desgaste dos sistemas construtivos e podem ser causadas, também, por falhas durante a etapa de concepção, execução ou utilização da edificação. O grau de complexidade das mesmas pode variar de acordo com as causas e os mecanismos de degradação dos materiais e estruturas. Ao profissional, cabe adquirir os conhecimentos necessários para prevenir, reparar e reabilitar as edificações submetidas as patologias.

Existem muitos tipos de manifestações patológicas em edificações, e alguns merecem destaque especial em função da frequência e da intensidade com que afetam as construções. Os principais tipos de patologias observados em edificações são fissuras, trincas, e rachaduras, infiltrações, corrosão do aço, e deterioração do concreto, manifestações em revestimentos cerâmicos e de gesso.

2.REVISÃO DA LITERATURA

2.1.UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE UBS

A definição de Unidades Básicas de Saúde (UBS) se resume basicamente em local de acesso preferencial do Sistema Único de Saúde (SUS). O objetivo delas é atender até 80% dos problemas de saúde da população, sem que haja a necessidade de encaminhamento para hospitais. Essas UBSs são locais onde a população receberá os principais serviços básicos, como: consulta medica inalações; injeções; curativos; vacinas; coleta de exames laboratoriais; tratamento odontológico; encaminhamentos para especialidades e fornecimento de medicação básica.

De acordo com a Portaria n°340 de 4 de Março de 2013, que redefine o componente construção do programa de requalificação das UBSs, o ART. 4°, ficam definidos 4 (quatro) portes de UBS a serem financiadas por meio do componente de construção. Conforme Quadro 1 o Porte da unidade é definida de acordo com a área construída.

PORTE	EQUIPES	ÁREA CONSTRUÍDA
UBS I	Uma Equipe de Atenção Básica	245,70 m²
UBS II	Duas Equipes de Atenção Básica	325,02 m²
UBS III	Três Equipes de Atenção Básica	390,72 m²
UBS IV	Quatro Equipes de Atenção Básica	476,34 m²

Quadro 1- Porte de UBS

Fonte: Ministério da Saúde, 2020.

2.2.MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

O termo Patologia é amplamente utilizado nas diversas áreas da ciência com a aplicação voltada para a investigação das alterações estruturais e funcionais das células, dos tecidos e dos órgãos, provocados por doenças. Na área da construção civil ela ocorre quando uma construção apresenta defeitos ou então, quando não atende mais as funções para as quais foi projetada. Conforme constatado, a patologia pode se manifestar através de: trincas, fissuras, infiltrações e danos por umidade excessiva na estrutura entre outros. Por ser encontrada em diversos aspectos, recebe o nome de manifestações patológicas (DA SILVA, 2011).

2.3.NÍVEIS DE INSPEÇÃO

De acordo com a Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (2012) a classificação do nível de inspeção predial é feita de acordo com o Quadro 2.

NÍVEL 1	Inspeção Predial realizada em edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma especialidade.
NÍVEL 2	Inspeção Predial realizada em edificações com média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos médios e com sistemas convencionais. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção, mas com empresas terceirizadas contratadas para execução de atividades específicas como: manutenção de bombas, portões, reservatórios de água, dentre outros. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades.
NÍVEL 3	Inspeção Predial realizada em edificações com alta complexidade técnica, de manutençãoe operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas mais sofisticados. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos ou com sistemas construtivos com automação. Nesse nível de inspeção predial, obrigatoriamente, é executado na edificação uma manutenção com base na ABNT NBR 5674. Possui, ainda, profissional habilitado, responsável técnico, plano de manutenção com atividades planejadas, ~~e~~ procedimentos detalhados, software de gerenciamento, e outras ferramentas de gestão do sistema de manutenção existente. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em ~~de~~ mais de uma especialidade. Nesse nível de inspeção, o trabalho poderá ser intitulado como de Auditoria Técnica.

Quadro 2-Níveis de Inspeção Predial – IBAPE, 2012.

Fonte: Adaptado de IBAPE, 2012.

2.4.CLASSIFICAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS

As anomalias e falhas constituem não conformidades que impactam na perda precoce de do desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos, e na redução de sua vida útil projetada. Podem comprometer, portanto: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e lumínico; acessibilidade, durabilidade, vida útil, dentre outros parâmetros de desempenho definidos na NBR 15575 (ABNT, 2015).

As classificações podem ser relacionadas quanto às anomalias:

Endógena (AEN)- Originária da própria edificação. Os fatores endógenos ou internos são provenientes de irregularidades, de projeto ou de execução, ou de materiais utilizados, ou ainda, da combinação dessas etapas. Infiltrações, trincas, insuficiências de vagas de garagem, portas empenadas e outros problemas que devem ser reparados na fase de garantia do imóvel para evitar agravamentos posteriores.

Exógena (AEX)- Originária de fatores externos a edificação. Os fatores exógenos ou externos, provenientes da intervenção de terceiros na edificação, tais como os danos causados por obra vizinha, choques de veículos em partes da edificação, vandalismos, entre outros, podem ameaçar seriamente o prédio, sugerindo-se a imediata correção desses danos.

Natural (ANN)- Originária de fenômenos da natureza. Os fatores naturais provenientes da imprevisível ação da natureza, tais como as excessivas descargas atmosféricas, as enchentes, os tremores de terra e outros, podem causar danos que coloquem em risco a edificação, sendo conveniente a realização de vistoria técnica e orçamento, que consignem a extensão dos problemas e respectivos valores reparados, visando receber o pagamento correto do sinistro pela seguradora do prédio.

Funcional (ANF)- Originária do uso. Os fatores funcionais são aqueles decorrentes do uso inadequado, envelhecimento ou falta de manutenção, tais como as sujidades e desgastes dos revestimentos e fachadas, as incrustações e corrosões das tubulações hidráulicas, ataques de pragas urbanas (cupins), entre outras coisas, também podem ser evitados. Deve ser feito vistoria de fiscalização das conformidades de uso e manutenção, para posteriormente implantar um programa de manutenção com ações corretivas e preventivas.

2.5.FALHAS E ANOMALIAS

Nesse âmbito, o grau de risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, a norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (2012) classifica em: crítico, regular e mínimo.

Crítico - Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível da vida útil.

Regular ou médio - Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação, sem prejuízo à operação direta de sistemas e deterioração precoce.

Mínimo - Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

2.6.TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As patologias mais comuns encontradas nas alvenarias hoje são fissuras, eflorescências e infiltrações de água e podem aparecer durante a construção, no pós entrega ou durante o uso (THOMAZ, 1989). Nesse sentido, Helene (2003) complementa que elas podem ter origens distintas, consequentemente interferir e até gerar diversos problemas. Tais como, falhas: de projeto; da fase do processo executivo; da especificação indevida de materiais; que podem aparecer com o passar do tempo devido à ausência de manutenção ou uso inadequado, conforme Figura 1.

Figura 1- Origem das patologias

Fonte: Adaptado de FERREIRA, 2013.

Para Ferreira (2013) não se pode atribuir a manifestação patológica a um item isolado, dessa forma, para alcançar o aumento da durabilidade e prolongamento da vida útil das edificações deve-se prescrever em projeto:

O tipo de impermeabilização a fim de evitar o surgimento de bolor, mofo e descolamento de revestimentos, entre outros.

A fiscalização no cumprimento das especificações do projeto quanto as instalações hidráulicas, visto ser prática a substituição de peças de conexões por aquecimento da tubulação.

A correta especificação dos materiais no controle de qualidade da seleção, aquisição, recebimento e aplicação dos materiais. Esses, devem ser atrelados a qualificação da mão de obra preparada para a execução dos serviços.

3.ESTUDO DE CASO

A pesquisa seguiu as recomendações de inspeção predial do IBAPE e as prescrições das normas brasileiras relativas a perícias de engenharia, manutenção e desempenho das edificações. Foram realizadas 3 vistorias na UBS onde buscou-se informações para subsidiar a anamnese e o futuro diagnóstico das manifestações patológicas.

A unidade está situada na Rua 56 c/ Rua 55 APM 3 Bairro Independência Mansões - Aparecida de Goiânia – Goiás. É uma edificação térrea do Porte II, com Área do terreno de 3863,25 m² e com área construida de 444,90 m².

3.1.DESCRIÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE PAREDE, PISO E TETOS

Observa-se que todo o revestimento das paredes internas é de base cimentícia, com chapisco e reboco emassamento e pintura lavável em toda altura da parede. As paredes externas se diferenciam das internas apenas no tipo de pintura, visto ser em textura. Na Figura 2 é possível observar uma das fachadas da edificação,

Figura 2-Fachada Principal da UBS

Fonte: Autores, 2020.

Os pisos são, predominantemente, em granitina polido e resinado. As áreas molháveis como banheiros e salas de limpeza têm placas cerâmicas como acabamento do piso. A edificação conta com tetos em pintura tanto no fundo da laje superior quanto em forros com placa de gesso.

3.2.IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS OBSERVADOS

Frisa-se que o processo de levantamento de danos foi realizado com a identificação das anomalias, marcação dos problemas na planta baixa, fotografia das manifestações patológicas e o preenchimento das Planilhas de Registro dos Problemas Patológicos (PRPP) elaboradas.

Assim sendo, as principais manifestações patológicas observadas nos pisos foram o desgaste superficial, manchas, fissuras e destacamento da junda de dilatação da granitina.

Já no teto, o problema mais recorrente encontrado em cada tipo foi: - em teto de fundo de laje com pintura: mofo/bolor, sinais de umidade, com destacamento da pintura; - em forro de gesso: mofo/bolor, fissuras/trincas, sinais de umidade e manchas diversas.

Enquanto que nas paredes de áreas molhadas foram encontrados descolamento de cerâmica. Por outro lado, nos Nos ambientes com acabamento em pintura, as incidências maiores de problemas são de destacamento da pintura, fissuras, sinais de infiltração, presença de mofo e bolor e percolação higroscópica ascendente de água junto aos rodapés. Também foram identificadas manchas nas paredes por choques de equipamentos, macas, cadeiras e por contato humano. Sendo recorrentes quase que na totalidade dos ambientes, sobretudo na recepção.

As manifestações patológicas foram registradas através da elaboração de mapas de danos Figura 3, onde se pode observar o tipo e o local da ocorrência.

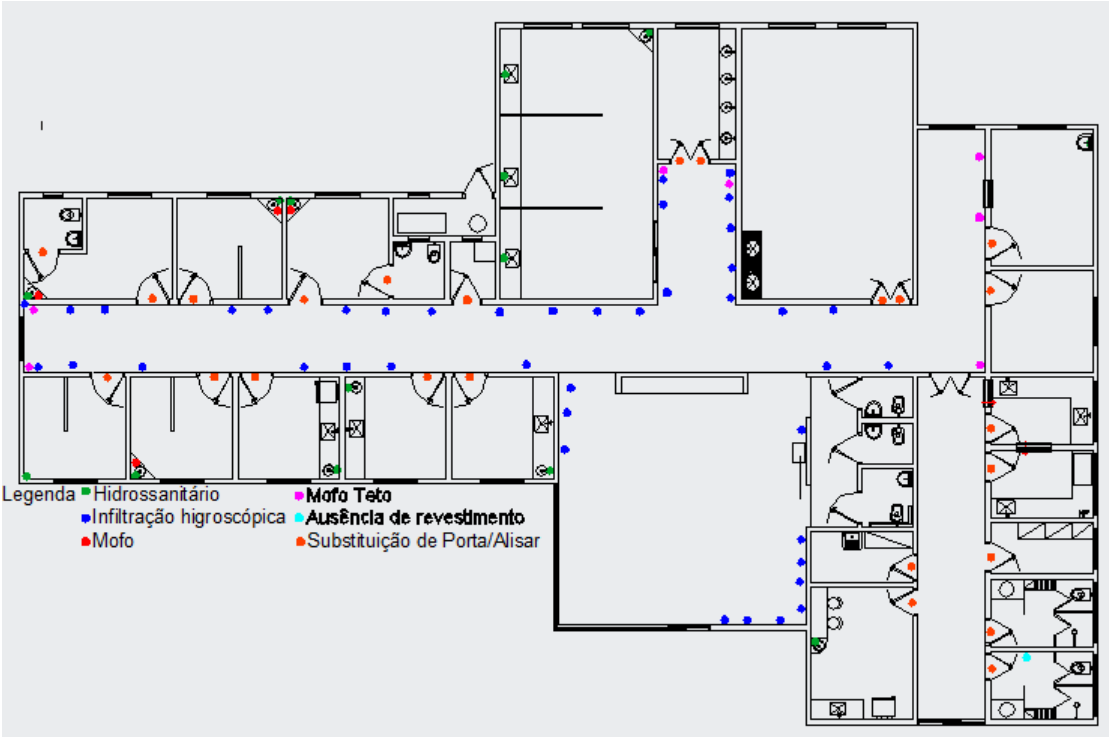


Figura 3-Mapa de danos

Fonte: Autores, 2020.

3.3.DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES

De acordo com o mapa de danos, pode-se observar a quantidade e a qualidade dos danos causados a à UBS. Para o adequado entendimento quantitativo foi elaborado um gráfico de incidência para cada manifestação patológica, conforme pode ser observado na Figura 4.

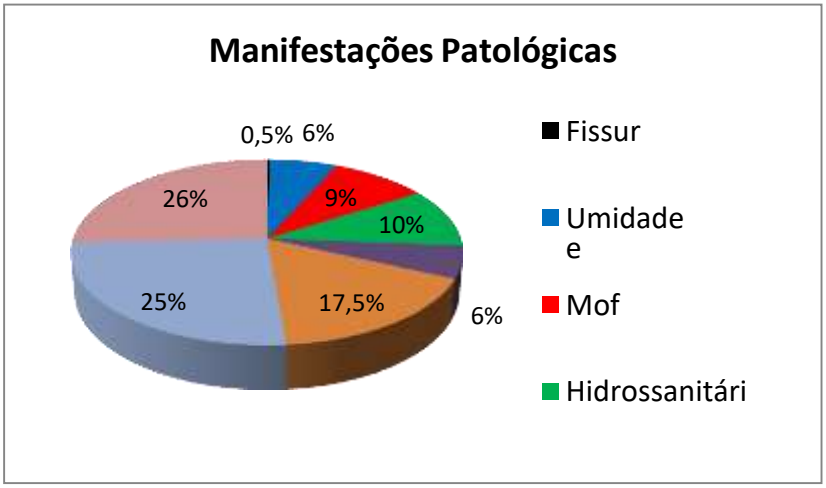


Figura 4-Incidências das Manifestações patológicas

Fonte: Autores, 2020.

Figura 5- Mofo

Fonte: Autores, 2020

Figura 6- Retorno de água das instalações hidráulicas

Fonte: Autores, 2020

Figura7-Parede externa da UBS

Fonte: Autores, 2020

Por meio da análise gráfica e a partir das incidências, pode-se observar, que 26% dos problemas foram causados pelo sistema de drenagem da cobertura, relativos as calhas centralizadas que recebem as águas pluviais de cobertura com duas águas. Tais falhas podem ser superadas com a instalação de novas calhas mais profundas. Para Verçoza (1991) as calhas são condutores horizontais abertos de águas pluviais e apresentam com frequência vazamentos e transbordamento de água das chuvas. Esses problemas podem ocasionar em infiltração da água na parte interna da cobertura e da parede externa acarretando em goteiras, manchas, desenvolvimento de mofo e podendo comprometer a estrutura do telhado.

O piso fica com ¼ das manifestações relativas as manchas, desgaste e soltura das juntas de dilatação da granitina, que é um revestimento argamassado preparado no canteiro com cimento branco, granas e granilhas de granito, mármore e corante.

Mais de 17% das incidências foram atribuídas às portas de madeira, com baixa qualidade e espessura fora da norma (30 mm), não foram especificadas respeitando a ocupação e nem instaladas corretamente, devido ao grande e contínuo fluxo da UBS, as mesmas tiveram comprometimento do desempenho e redução da vida útil.

Os problemas com umidade e sinais de infiltração são recorrentes tanto nas paredes internas e externas e somam 25%, já no teto, Figura 5, computam 6%, inclusive com aparecimento de mofo/bolor em vários ambientes. Vale destacar que para os lavatórios, pode- se verificar nas Figuras 4 e 6 que 10% das instalações hidrossanitárias estavam comprometidas, isso devido à substituição de conexão por aquecimento da tubulação. Para Vieira (2016) tais erros poderiam ser evitados caso o projetista

conciliasse os principais objetivos do empreendimento com as necessidades impostas pelo construtor e empreendedor, já compatibilizando ao projeto arquitetônico, estrutural e complementares. Além disso, especificar no memorial descritivo, entregue junto com o respectivo projeto, os materiais e equipamentos adequados para a construção atrelados à fiscalização durante a execução dos serviços.

A umidade pode atingir a alvenaria de várias formas, sendo as mais comuns àquelas provenientes do solo por falha no sistema de impermeabilização do respaldo inferior e nas proximidades do piso, pontos por onde se inicia uma infiltração de água, e por capilaridade se alastra por boa parte da parede (MARCELLI, 2007). Como medida mitigadora para as infiltrações ascendentes do solo deve-se assentar 58m² de cerâmica nas paredes danificadas, a uma altura de 0,64m mais os 0,10m de rodapé e 0,20m de bate maca (protetor de madeira). Bem como para conservação e proteção contra a umidade e os desgastes causados por choque atritos de macas, cadeiras de rodas contra as paredes.

Os autores Hentges e Ernesto Roca Bruno (2013) versão que a umidade proveniente do solo tende a subir nas paredes através dos pequenos poros dos materiais utilizados na obra, até cerca de 80 centímetros de altura, a qual, pode ser variável devido às condições de saturação do solo e da qualidade do material empregado na construção. Os indícios de que estejam acontecendo ascensões capilares são notados por manchas, bolores, eflorescência, destacamento de pinturas e rebocos, gerando desconforto visual e depreciação do patrimônio.

Quando se trata de matemática 9% parece ser pouco mediante as demais manifestações patológicas. Mas, esse número se torna expressivo, visto que a maioria dos pacientes apresenta algum nível de fragilidade e o mofo pode trazer complicações ao quadro clínico.

4.DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A presença das trincas ou fissuras é individualmente importante, pois indica potenciais problemas estruturais, compromete o desempenho da edificação e causa constrangimento psicológico aos usuários, (THOMAZ,1989).

5.CONCLUSÃO

A área da recepção da UBS é local de longos períodos de espera até o efetivo atendimento. Dessa forma, o contato com o revestimento da parede torna-se inevitável necessitando de materiais de acabamento com bom nível de desempenho e facilidade de higienização, sendo amplamente indicado o assentamento de cerâmica.

Assim sendo, os transeuntes e usuários do sistema público receberão a sensação de conforto e bem-estar. As medidas mitigadoras das anomalias e falhas apontadas no processo de levantamento de danos são primordiais para devolver as condições de uso da unidade. Tais medidas devem estar atreladas ao plano de inspeção e reparos do sistema de gestão da manutenção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.270-1: Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

DA SILVA, Fernando Benigno. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Edição 174. 2011.

FERREIRA, João Sette Whitaker. St 7 minha casa, minha vida: notas sobre a responsabilidade coletiva de um desastre urbano. Anais ENANPUR, v. 16, n. 1, 2015.

HELENE, Paulo R. L. Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto – Reparo, Reforço e Proteção. São Paulo: Red Rehabilitar, editores, 2003.

HENTGES, Gustavo; BRUNO, Luis Ernesto Roca. Estudo das Patologias Oriundas da Umidade do Solo. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 5, n. 1, 2013.

IBAPE/SP- Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do estado de São Paulo . Inspeção Predial a saúde dos edifícios. São Paulo, 2012.

MARCELLI, Maurício. Sinistros na construção civil. São Paulo: Ed. Pini, 2007.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

VERÇOZA, E. J. Patologia das Edificações. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.172p.

VIEIRA, P. C. C. Patologias em Instalações Hidrossanitárias de Edifícios Residenciais na Zona Centro-Sul de Manaus (AM): Diagnóstico e Terapia. 2016. 103f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

Capítulo 5

10.37423/220505794

AVALIAÇÃO DO IMPÁCTO DA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS NA OCORRÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.

Kátia Maria de Souza

Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília

Caio Fernando da Rocha Ribeiro

Centro Universitário Brasília de Goiás-UniBrasília

Resumo: O presente trabalho propõe, através de um estudo de caso, a demonstração da importância do projeto construtivo, o impacto deste dentro de uma obra civil, e, sugere ainda, analisar as manifestações patológicas que são causadas pela má elaboração ou detalhamento do mesmo. Neste caso é de extrema importância que o projeto seja bem elaborado e corretamente executado possibilitando assim um menor impacto no meio construtivo. Será realizado neste trabalho um estudo de caso acerca de manifestações patologicas acometidas em um arquibancada esportida na cidade de São João da Paraúna.

Palavras-chave: Patologias; Inspeção de projetos. Drenagem; Compactação.

1. INTRODUÇÃO

O cenário da construção civil experiencia um gradativo e constante crescimento, logo, novos mecanismos práticos e tecnológicos aos poucos são implementados de acordo com as pesquisas e experimentos. Tais recursos tecnológicos possibilitam um rápido compartilhamento de informações dinamizando a agilidade e eficácia em sua aplicabilidade no campo prático. Segundo Oliveira (2013, p. 9) o projeto é um dos aspectos mais importantes no processo de construção de uma edificação, pois será a partir de seu planejamento que todos os subsídios necessários serão estabelecidos.

Em “Patologia”, o termo “Pathos” significa “doença” e “Logos” significa “estudo”, ou seja, estudos causais de uma determinada doença, uma deformidade como afirma Rezende (2007, p. 101). Dito de outra forma, patologia, no sentido literal, significaria “estudo da doença”, termo aqui deslocado de seu sentido semântico para designar os equívocos ocorridos durante um processo de construção. Assim, o projeto teria o ofício de servir como um leme na tentativa de mapear a causa dessas manifestações patológicas, como afirma Oliveira (2013, p. 24).

É comum observar que os projetos não têm sua devida importância no Brasil, posto que, várias construções são realizadas sem contar com a utilização de um projeto adequado. Ele é utilizado apenas para a obtenção legal de uma licença de obra como afirma Mayr (2000, p. 6). Mayr também afirma que nessas situações, nota-se a presença de um projeto apenas quando o órgão fiscalizador notifica o proprietário. Portanto, torna-se necessário a conscientização da importância do projeto, não apenas no campo da obrigatoriedade jurídica, mas também como elemento diretamente ligado a qualidade, vida útil e segurança da edificação. Sem o direcionamento trazido pelo projeto, uma obra pode ser onerada ao seu valor duplo, visto que poderão aparecer situações não planejadas.

Em 2019, segundo os moradores da cidade de São João da Paraúna, ocorreu o desabamento da estrutura de uma arquibancada, causado pelo rompimento do muro de arrimo feito de concreto armado, no Estádio Municipal. Felizmente o desabamento da estrutura não causou nenhuma vítima. Portanto, este trabalho tem como objetivo relatar de forma cabível as manifestações patológicas ocorridas nessa construção. Segundo o depoimento de Márcia Cristina, moradora próxima ao local onde ocorreu o desabamento, ao romper-se as estruturas foi possível ouvir o barulho do choque da edificação com o chão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONCEITO DE CAUSAS ENDÓGENAS, EXÓGENAS E NATURAIS

Segundo Helene (1994), o estudo de uma manifestação patológica em uma construção torna possível ter conhecimento de quais fatores influenciaram ou são responsáveis pela falha estrutural. Uma fissura na estrutura pode iniciar a partir da má elaboração de projeto, erros no momento de execução da obra ou devido a constante alteração no uso da edificação, trazendo sobrecargas não calculadas à estrutura. O estudo das manifestações patológicas tem como o objetivo encontrar quais os possíveis causadores de erros, no intuito de serem mapeados e corrigidos, e não somente indicar quais foram as causas e quais os responsáveis por tal erro.

As patologias construtivas são divididas em grupos, levando como divisão suas características mais marcantes, tornando assim mais simples a sua identificação visual e seus sintomas. Essa divisão é feita através de dois grupos principais que são sobre as manifestações patológicas que alteram as condições de serviço da estrutura e as que modificam a sua segurança e integridade. Essa divisão demonstra que as correções feitas em erros que apenas modificaram as condições de serviços da estrutura serão mais duradouras e simples de se executar, visto que com o passar do tempo o problema irá se agravar se não for corrigido.

De acordo com Grandiski (2011), as patologias são classificadas conforme suas causas sendo elas endógenas, exógenas ou naturais. As causas exógenas são causadas fora da construção ou por terceiros, como deslocamento de máquinas industriais, vibrações, explosões, incêndios, entre outros. As de origem endógenas estão ligadas a estrutura, como falta de gerenciamento, falhas de projetos, falhas de execução, entre outros. As causas naturais são ocasionadas pela natureza, como ação de vento, ação de chuvas, inundações, assim como outros.

2.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

O termo patologia é relacionado principalmente nas áreas médicas, onde é utilizada como sinônimo de enfermidade e doença. Entretanto é possível observar que patologia, conforme sua origem significa “estudo das doenças” e não deve ser utilizado como um substantivo para elas, sendo assim é comum relacionar a palavra patologia a problemas com o corpo humano. Logo, patologia é o estudo dos erros que alteram o funcionamento de estruturas, ou seja, o corpo humano, ou quaisquer outras estruturas.

Nesse estudo será analisado erros acometidos em estruturas de concreto armado. Mediante a construção civil, patologia vem a ser danos provocados em uma edificação aos quais não estavam

previstos. Desta forma ela é compreendida como o estudo de origem, causas, manifestações e ocorrência em edifícios que deixaram de apresentar seu comportamento antes estabelecido.

2.3. FALHAS NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

De acordo com Marcelli (2007) a elaboração do projeto de uma construção pode gerar vários erros, que quando forem executados irão necessitar de soluções muito complexas e caras. Um erro gerado na elaboração do anteprojeto ou em seus estudos primários podem acarretar um aumento de custo em todas as fases da construção. Essas manifestações patológicas advêm de erros de dimensionamento, erros de cálculo, entre outros.

Marcelli (2007) também afirma que uma forma de evitar erros na concepção do projeto estrutural é manter uma compatibilização precisa entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural, dessa forma encontrar soluções mais econômicas torna-se mais fácil. Ter conhecimento do solo da construção é uma importante etapa no momento de adotar qual a melhor fundação para a construção, neste caso, é necessária realizar um estudo de sondagem.

Alguns fatores como a deficiência no planejamento, ausência de informações e dados técnicos de novos processos construtivos, ausência de ferramentas de base de dados para controle e identificação de critérios de controle influenciam, negativamente, na qualidade da obra. Durante a fase de projeto, vários fatores podem interferir na qualidade do produto final, como por exemplo uma má compatibilidade de projetos.

A NBR 15575:13 afirma que, a vida útil (VU) de uma construção consiste no tempo em que a edificação, sua estrutura e seus componentes, satisfazem os seus requisitos de desempenho e exercem todas as atividades nas quais foram construídas e projetadas. De uma forma mais simples a vida útil seria definida como medida do tempo de durabilidade de uma estrutura ou edificação. Essa medida geralmente é determinada em anos, a vida útil de um projeto (VUP) deverá ser no mínimo 50 anos para a grande parte das construções conforme demonstra a tabela abaixo:

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	Segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos Internos	≥13
Vedação Vertical Externa	≥40
Vedação Vertical Interna	≥20
Cobertura	≥20
Hidrossanitário	≥20
*Considerando periodicidade e processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 5674.	

Tabela 1-Vida Útil de Projetos.

Fonte: (Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho. NBR 15575/2013).

2.4. FALHAS NA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

Quanto ao aterro com espessura elevada, é recorrente o erro no momento da compactação. Em grande maioria, a mesma é executada incorretamente, compactando sem necessidade até 50cm, deixando assim, as subcamadas fofas e em risco de desabar qualquer obra edificada a cima.

O aterro deve ser executado até no máximo 30cm da superfície, para obter uma boa compactação, sem oferecer riscos futuros as obras que serão construídas.

Bem próximo, salientamos a importância de um aterro bem compactado, a ausência deste pode causar rupturas, e possíveis desastres as obras construídas sobre este solo. Um aterro bem compactado deve ser composto, pelo estudo do solo existente no local de obra, assim como umidade e densidade do mesmo, todo este estudo especifico e minucioso irá contribuir para uma aterragem perfeita.

O erro de terraplanagem vai além da compactação, o mesmo pode ser ocasionado pela ausência da elaboração de sistema de drenagem, conforme afirma Marcelli (2007).

Este sistema é responsável pelo tratamento, coleta e distribuição da água que está contida no solo.

2.5. CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS

As fissuras podem ser classificadas de acordo com seu comportamento em ativas (vivas), quando aumentam ao longo do tempo, ou inativas (mortas), quando a fissura se encontra estabilizada. Desta forma, pode-se proceder à avaliação da gravidade do problema analisando a Tabela 1.

Abertura da fissura (mm)	Intensidade dos danos			Efeito na estrutura e no uso do edifício
	Residencial	Comercial ou público	Industrial	
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Nenhum
0,1 a 0,3	Muito leve	Muito leve	Insignificante	Nenhum
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito leve	Apenas estética; deterioração acelerada do aspecto externo.
1 a 2	Leve a Moderada	Leve a Moderada	Muito leve	
2 a 5	Moderada	Moderada	Leve	Utilização do edifício será afetada e, no limite superior, a estabilidade também pode estar em risco.
5 a 15	Moderada a severa	Moderada a severa	Moderada	
15 a 25	Severa a muito severa	Severa a muito severa	Moderada a severa	
> 25	Muito severa a perigosa	Severa a perigosa	Severa a perigosa	Cresce o risco de a estrutura tornar-se perigosa

Tabela 2-Relação entre abertura de fissuras e danos em edifícios.

Fonte: VELLOSO e LOPES, 2011.

2.6. FALHAS E ANOMALIAS

Quanto ao grau de risco oferecido aos usuários, meio ambiente e patrimônio, a norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliação e perícia,2012) classifica em: crítico, regular e mínimo.

Crítico - Risco de provocar danos contra a saúde, segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível da vida útil.

Regular ou médio - Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas e deterioração precoce.

Mínimo - Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário

Outro método que os riscos são classificados é através do modelo metodológico da matriz gravidade, urgência e tendência (matriz GUT) conforme Quadro 1.

GRAU	GRAVIDADE	PESO
Total	Perdas de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício	10
Alto	Ferimentos em pessoas, danos ao meio ambiente ou ao edifício.	8
Médio	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou do edifício.	6
Baixo	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros	3
Mínimo	Depreciação imobiliária	1
GRAU	**URGÊNCIA**	**PESO**
Total	Impacto no funcionamento da edificação ou atendimento imediato	10
Alto	Impacto no funcionamento do pavimento ou atendimento em curto prazo.	8
Médio	Impacto no funcionamento do setor ou atendimento em médio prazo.	6
Baixo	Impacto ao usuário ou atendimento em longo prazo.	3
Mínimo	Sem impacto na atividade ou atendimento não planejado	1
GRAU	**TENDÊNCIA**	**PESO**
Total	Evolução imediata.	10
Alto	Evolução em curto prazo.	8
Médio	Evolução em médio prazo.	6
Baixo	Evolução em longo prazo.	3
Mínimo	Não vai evoluir.	1

Quadro 1- Classificação de Manifestações Patologicas Construtivas.

Fonte: Adaptado de Gomide, 2016.

3. ESTUDO DE CASO

A arquibancada, na qual se passará este estudo fora construída na cidade de São João da Paraúna, localizada a 150 km da capital goiana (localização na figura 13 em anexo). A construção se faz presente no estádio Municipal, situado na rua 04, do setor Moises Domingos. A cidade com população de 1345 pessoas, segundo o IBGE (2020). As atividades de recreação mais realizadas pelos moradores são esportes com bola, dentre eles o futebol, voleibol, entre outros. O campo municipal está em ótimo estado, e é considerado por muitos como um dos melhores gramados da região. A arquibancada fora construída com intuito de suportar aproximadamente 752 pessoas, visto que os planejamentos da secretaria de esportes era de trazer o campeonato regional para ser realizado nestes gramados.

3.1. PROJETO DA ARQUIBANCADA

A construção de 50,15 metros de comprimento por 9,15 metros de largura, perfazendo uma área de 458,87m², foi realizada toda em concreto armado e alvenarias, com 10 níveis de assentos sendo 9 níveis com 50cm de altura por 85cm de profundidade, e o décimo nível com 170cm de profundidade por 2 metros de altura.

Contendo muretas de proteção nas laterais com 1,20 metros de altura contendo uma inclinação conforme os assentos da arquibancada e escadas de acesso, e fixado a ela, corrimão de segurança para a escadaria. A cima do último degrau foi instalada uma estrutura metálica com cobertura de telhas de zinco Figura 1.

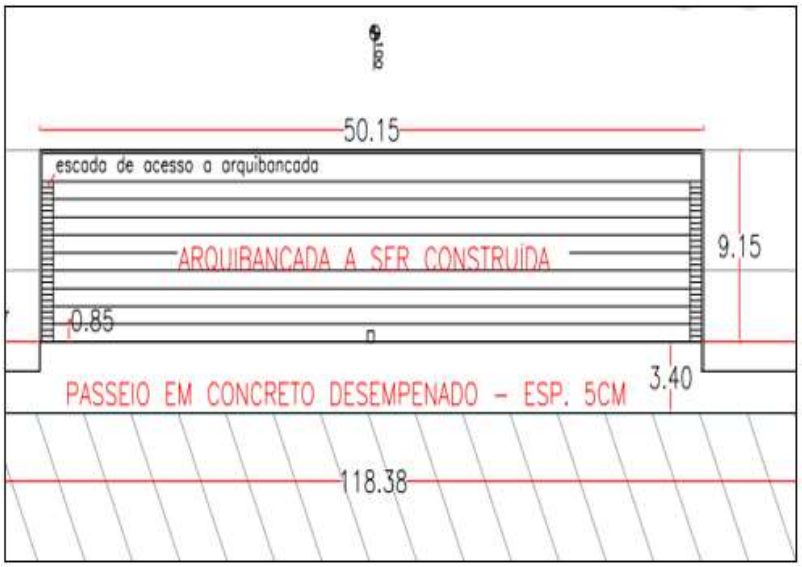


Figura 1- Planta baixa da arquibancada

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

3.1.1. EXECUÇÃO DA ARQUIBANCADA

De acordo com a Figura 2 observa-se que o canteiro de obras é desprovido de baias, divisórias para separação dos diferentes agregados, além da ausência de estrados para os sacos, ficando o cimento disposto diretamente no solo. Concreto empírico, rodado na obra, sem uso de padiola para dosagem dos materiais prescritos pelo calculista.

Figura 2- Canteiro de Obras.

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

A Figura 3 A e B retratam a arquibancada após sua construção, com cobertura e pintura finalizadas. Nota-se o tamanho do desnível na qual fora construída e o tamanho do muro de contensão que foi executado.

Figura 3 – Obra finalizada.

Fonte: (Elismar Viegas, 2018).

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O muro de gravidade não foi dimensionado para garantir as tensões de tração, assegurar a resistência contra as açoes laterais oriundas do atrito entre as camadas de interface do solo, que por sua vez acaba dando margem às demais manifestações patológicas encontradas como pode-se perceber na Figura 4 em anexo. Outro fato agravante foi a falta de drenagem junto ao muro, desta forma toda a camada de solo contida e que atua contra o muro acaba exercendo uma força excessiva onde ocasiona uma inclinação da estrutura.

Outra questão importante a ser considerada foi quanto a má compactação do solo, onde o mesmo foi lançado e não sofreu qualquer processo de compactação, a não ser pelo movimento dos caminhões na tarefa de descarga e movimentação.

O problema fora com relação a drenagem das águas pluviais sob a área verde adjacente. Neste caso específico, não foi constatado nenhum sistema de drenagem vertical por trás da estrutura, o que fez com que o acúmulo pluvial resultante acabasse saturando o solo em questão e transbordando sobre seu limite.

De acordo a autora Luíz (2014) em sua monografia a utilização do sistema de drenagem é fundamental para impedir acúmulo de água entre o retroaterro e o muro, controlando as pressões de água e evitando o aumento do empuxo. Os dispositivos podem ser drenos sub-horizontais ou barbacãs e uma camada drenante entre o muro e o retroaterro. Para evitar problemas de colmatação do sistema de drenagem que resultariam em perda de eficiência do sistema de drenagem, deve-se utilizar filtros. Os filtros impede que os grãos mais finos sejam carreados junto com a água, entrem e entupam os drenos.

Quando há falha, ou obstrução, no sistema drenante ocasiona um empuxo adicional no tardoz do muro em razão das águas represadas, nestas situações, o muro passa a suportar também o empuxo hidrostático devido à água, que pode motivar seu colapso afirma (R.B.C. Cruz et al. 2020).

Conforme verificação *in-loco* a estrutura com 50 m de comprimento não possuia junta de dilatação e de acordo com a NBR 6118 (2004) é determinado que as juntas de dilatação devem ser previstas pelo menos a cada 15m.

Aterros insuficientemente compactados são definidos quando o solo é retirado e transportado para o futuro aterro, fica em um estado relativamente fofo e heterogêneo se tornando pouco resistente e muito deformável. Sua má compactação pode ocasionar grandes recalques diferencias na estrutura já que o processo de compactação tem objetivo de eliminar os vazios, aumentar rigidez, reduzir permeabilidade e melhorar a resistência (R.B.C. Cruz et al. 2020).

Roméro e Simões (1995, p. 445) afirmam que erros de projetos são responsáveis por mais de 50% das patologias na construção civil em países do sul da Europa, que contam com a falta ou a insuficiência de informações, em razão da falta de conhecimento e de capacidade dos profissionais que são responsáveis pela confecção do projeto. Oliveira (2013, p. 24) afirma que os erros relacionados a projetos são os maiores causadores de manifestações patológicas no Brasil visto que reflete uma grande influência na execução da obra.

Oliveira também afirma que é no projeto que ocorre a concepção e a práxis do produto, que são apoiados no desejo do cliente em termos de desempenho e custo da obra. O projeto reflete um profundo impacto na qualidade da edificação, pois ele guia elementos e detalhes construtivos e especifica quais caminhos são adequados ao desenvolvimento da construção, influindo tanto na qualidade, quanto no custo de produção. Em outra vertente, o mesmo estudo, acima descrito, aponta na direção da importância de uma reflexão acerca da má execução dos projetos, o que pode acarretar sérias patologias no desenvolvimento da edificação.

5. CONCLUSÃO

É chegada a conclusão que a execução da obra não foi condizente com os dados prescritos dentro do projeto construtivo, a edificação foi estimada para conter 10 degraus e em sua execução foram construídos 13, ocasionando assim uma sobrecarga de 32% em todo o sistema estrutural e fundação da obra, tornando assim ineficiente todos os cálculos e considerações realizadas pelo engenheiro projetista.

De acordo com IBAPE (2012) o estado da estrutura foi classificado como crítico, podendo provocar danos contra a saúde, segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível da vida útil. E a tabela GUT determina Gravidade, Urgência e Tendência como peso 10 (máximo).

Foi observado também que não foi designado no projeto nenhum tipo de sistema de drenagem, impossibilitando a retirada de toda água armazenada na estrutura, fazendo com que o aterro exercesse uma força de dentro para fora na parede de contensão. Deste modo conclui-se que a ruptura da estrutura foi devido à má execução e seguimento do projeto.

De acordo com a NBR 6118 estruturas de concreto armado deveriam ter vida útil de no mínimo 50 anos, a obra que fora estudada neste artigo obteve uma vida útil de aproximadamente 2 meses.

6. REFERÊNCIAS

ARMADO-R.B.C. F.A. Santos, J.B. Souzab, J.A. Khalilb, R.M.G. Carvalho A.M. Filhoc Método para análise do risco em estruturas de arrimo em concreto armado. Revista de Engenharia, n. 57, p. 36-49, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013, Edificações habitacionais- Rio de Janeiro,2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Rio de Janeiro, 2004.

GOMIDE, TITO LÍVIO FERREIRA. Engenharia legal 5. LEUD. São Paulo, 2016.

HELENE, P. R. L.; Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1994.

https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/sao-joao-da-parauna.html

IBAPE/SP- Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do estado de São Paulo. Inspeção Predial a saúde dos edifícios. São Paulo, 2012.

Luiz. Bruna Julianelli.; Projeto geotécnico de uma estrutura de contenção em concreto / - Rio de Janeiro:UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

Marcelli, Maurício Sinistros na consturção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras -- São Paulo: Pini, 2007

MAYR, Luiz Roberto. Falhas de Projeto e Erros de Execução: Uma Questão de Comunicação. 2000. 147f. Projeto de Pós Graduação– Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Florianópolis, 2000.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. Levantamento de causas de patologias na construção civil. 2013. 96f. Projeto de Graduação- Universidade Federal do Rio Janeiro UFRJ, Rio de Janeiro,2013.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. Uso do BIM para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora. 2016. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN, Rio Grande do Norte, 2016.

R.B.C. Cruz, F.A. Santos, J.B. Souza, J.A. Khalil, R.M.G. Carvalho, A.M. Filho- Método para análise do risco em estruturas de arrimo em concreto armado. Revista de Engenharia Civil 2020, No. 57, 36-49.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; SIMÕES, João Roberto Leme. A Importância do detalhamento dos componentes construtivos de fachada nos edifícios. 1995. 13f. Projeto de Graduação– Universidade Federal de Goiás UFG, Goiânia, 1995.

REZENDE, Joffre Marcondes de. Patologia como sinônimo de doença. Revista de Patologia Tropical, Goiás, Faculdade Federal de Goiás UFG v. 36, p. 101-102, jan.-abr. 2007.

VELLOSO, D. A.; LOPES, D. R. Fundações. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, v.I, 2011.

ANEXOS

Fi**gura 4 –**Rachaduras na Parede Lateral.

Fonte: (Elismar Viegas, 2018).

Fundação em sapata isolada com 1 x 1,15 metros

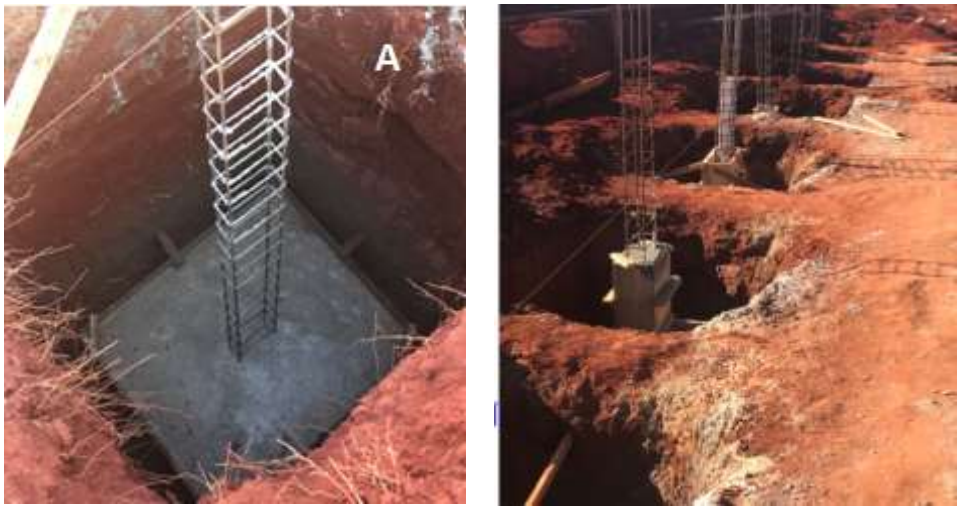


Figura 5 - Concretagem dos Blocos de Fundação

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

As figuras 6 e 7 demonstram a etapa de compactação do aterro da fundação e qual método utilizado para realizar o procedimento.

Figura 6 – Etapa de aterro da fundação]

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

Figura 7 - Concretagem dos Blocos de Fundação

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

Figura 8 – Construção do Muro de contensão

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

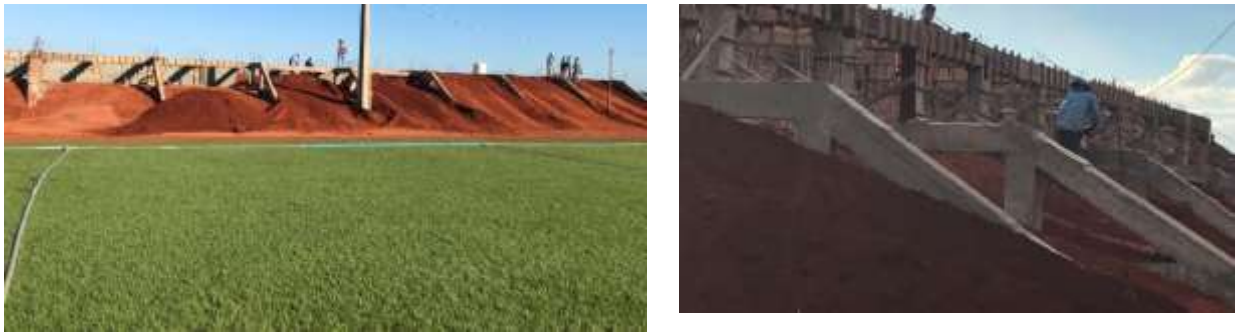


Figura 9 – Construção do Muro de contensão e aterro.

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

Figura 10 – Aterramento do corpo da arquibancada.

Fonte: (Guilherme Alves pereira, 2018).

Figura 11 – Obra finalizada

Fonte: (Elismar Viegas, 2018)

Figura 11 – Visão Lateral da Obra Rompida.

Fonte: (Guilherme Alves, 2018).

Figura 12 – Visão Obra Rompida por Trás.

Fonte: (Guilherme Alves, 2018).

Figura 13– Localização da Cidade.

Fonte: (Google Earth, 2020).

Figura 14. Afastamento do Muro lateal.

Fonte: (Elismar Viegas, 2018).

Figura 15. Afastamento do Muro de Contesão.

Capítulo 6

10.37423/220505806

ESTUDO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA CINZA PARA USO COMUM EM HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR

Kátia Maria Souza — *UniBrasília de Goiás*

Arthur Lopes Silva — *UniBrasília de Goiás*

Gustavo Silva de Oliveira — *UniBrasília*

Pedro Henrique Vaz Vieira Camargos — *UniBrasília de goiás*

Gisley de Souza Brito — *UniBrasília de goiás*

Resumo: Este artigo apresenta a pesquisa sobre a reutilização da água cinza na limpeza das áreas comuns e rega de jardim nas residências multifamiliares. Dentre as demaisatividades, a doméstica está entre as atividades que menos consomem água, porém não descarta a otimização desse consumo.Diante desta problemática, busca-se analisar a viabilidade de um sistema de reúso da água cinza como opção viável que possa minimizar os impactos socioambientais, gerados pelo consumo crescente e odesperdício de água potável para fins não nobres no meio urbano, bem como a redução dos gastos mensais em conta de água.A interpelação adotada nesta pesquisa foi uma abordagem combinada de qualitativa e quantitativa com tipologia exploratória, e fontes de dados pré-existentes.

Palavras-chave: Água cinza; Desperdício; Reúso.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo desta pesquisa é apresentar um tratamento simples do efluente, analisar a eficiência, quantificar a produção de água clorada pelo sistema e avaliar a economia hídrica.

Observa-se que a irrigação é a prática adotada na atividade da agricultura que mais desperdiça água,ocasionando preocupação quanto à capacidade de abastecimento.Já asindústrias correspondemacerca de 20% do consumo total da água, sendo grande parte água limpa, enquanto queouso doméstico demonstra ser o que menos consome água.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Brasil desperdiça de 20a 60% de água tratada em suadistribuição. Além das perdas no caminho entre a estação de tratamento e o consumidor, também apresenta má utilização do recurso hídrico nas residências, através de costumes e práticas adquiridas com abundância de água. Desta forma, a prática de atividade econômica e a qualidade de vida da sociedade dependem da conscientização quanto ao uso da água em todos os setores, como formas de alternativa para o aumento do recurso hídrico por meio de adventos tecnológicos envolvendo os sistemas prediais.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.HISTÓRICO

Ao percurso longitudinal da história, a humanidade já percebia a importância do saneamento básico para a conservação da água. Com o aparecimento das primeiras cidades, o homem aprende com a própria experiência que a água contaminada e o resíduo urbano podiam transmitir doenças; então,passou a adotar medidas para minimizar essas ocorrências.Denota-se, através de sítios escavados em Mohenjo-Daro, no vale da Índia, e em Harappa, no Punjab, a existência de ruas alinhadas, pavimentadas e drenadas, com esgotos canalizados em galerias subterrâneasde tijolos argamassados a pelo menos 50 centímetros abaixo do nível da rua (SERRANO, 2012).

Porém, com o decorrer da evolução humana, um dos grandes problemas atemporais enfrentados refere-se ao abastecimento de água potável, à coleta e à remoção das águas servidas.Os impactos negativos no abastecimento de água conformam um dos desafios mais extraordinários para a humanidade desvelar neste século. Assim, o acesso à água é diferenciado em várias partes do mundo; enquanto queem alguns países existe uma abundância desse recurso, em outros a escassez leva milhões de pessoas a sobreviverem em condições subumanas,conforme apontam os estudos da Internacional Hydrological Programe – IHP (UNESCO, 1998).

2.2.REÚSO DA ÁGUA

A reciclagem ou reúso da água não é um conceito novo na história do nosso planeta. A natureza, por meio do ciclo hidrológico, vem reciclando e reutilizando a água há milhões de anos, e com muita eficiência. Essa concepçãosurgiu da conscientização de que água de boa qualidade não deve ser usada no lugar daquela de qualidade inferior, já que pode ser reutilizada em diferentes tipos de aplicação e por várias vezes, sem desperdiçá-la. Dessa forma, diminuiria a demanda sobre as fontes aquáticas ao haver menos descarte de esgoto nos rios e lagos, pois seria tratadono local onde foi produzido, oque contribuiria para aumentar a capacidade de abastecimento das cidades. Consequentemente, protegeria o ambiente físico dos cursos d'água,ao diminuir o uso de estruturas que controlam a distribuição de água eproveria, desta forma, uma gestão melhorada dos recursos hídricos.

2.3. POSSÍVEIS APROVEITAMENTOS DA ÁGUA DE REÚSO POR SETOR

a) **Reúso no setor agrícola**

O reúso da água na agricultura é hoje um fator importante para a gestão dos recursos hídricos, haja vista que aproximadamente 70% de todo o volume captado dos mananciais são utilizados para irrigação. Neste contexto, utilizar o poder depurador do solo torna-se indispensável, uma vez que o solo funciona como filtro, além de promover a decomposição da matéria orgânica ainda presente em efluentes tratados. Entretanto, o uso de resíduos em solos deve ser constantemente monitorado, para que não haja contaminação do sistema solo-água-planta. A expansão da agricultura irrigada se tornará uma questão preocupante, devido ao elevado consumo e às restrições de disponibilidade de água.

b) Reúso no setor industrial

Os altos custos do m³ da água industrial, associados às demandas crescentes, têm levado as indústrias a avaliar as possibilidades internas de seu reúso e a considerar ofertas das companhias de saneamento para a compra de efluentes - tratados a preços inferiores aos da água potável - dos sistemas públicos de abastecimento. Deve ser dada atenção especial à qualidade da águae aos seus efeitos potenciais à saúde dos usuários,do mesmo modo quenas instalações da indústria, ao aplicarem o reúso em processos industriais.

c) Reúso urbano

Na área urbana, os usos mais relevantes são os seguintes: irrigação de campos gramados em estádios, paisagismo de parques e praças, descarga de vasos sanitários, lavagem de veículos e quadras

esportivas, reserva de incêndio, recreação, construção civil, sistemas decorativos tais como espelhos d'água, chafarizes, fontes luminosas, entre outras finalidades.

d) Reúso no meio ambiente

As aplicações da água de reúso no meio ambiente em geral são destinadas a habitats naturais e, com o aumento do fluxo de água, estabelecimentos recreativos (pesca e canoagem), represas e lagos em que o contato de pessoas com a água é permitido.

2.4.LEGISLAÇÃO DA ÁGUA DE REUSO

No Brasil, faltam normas ou diretrizes para auxiliarem empresas que têm interesse no processo de reúso de água. Apesar de existirem algumas normas e leis que tratam do assunto, nada é específico sobre a reutilização da água residuária. A lei n.° 9.433/97, por exemplo, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, efundamenta a água como um bem público que não pode ser privatizado. Além disso, a referida lei prevê a necessidade da disponibilização de água para as atuais e futuras gerações em padrões de qualidade adequados para o uso, e a implementação de planos de saneamento básico para conhecer a realidade das bacias hidrográficas brasileiras para, assim, permitir que seja feitoo tratamento correto com relação à coleta e ao tratamento de esgotos.

A Assembleia Legislativa do Estado de Goiás decretou a lei n.° 17.128, de 18 de agosto de 2010, que dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de equipamento para tratamento e reutilização da água utilizada na lavagem de veículos, e de equipamento para reaproveitamento de água das chuvas em postos de combustíveis, empresas prestadoras de serviços de lavagem de veículos, transportadoras, empresas prestadoras de serviços de transporte coletivo urbano e rodoviário de passageiros.Por outro lado, alei n.° 17.582/2012 veio para alterar a redação da lei supracitada, definindo que os estabelecimentos citados devem reaproveitar as águas por meio de reservatórios e captadores.

2.5.ÁGUAS RESIDUAIS

Segundo JORDÃO e PESSÔA(2005), a palavra "esgoto" pode ser usada para definir tanto a tubulação condutora de águas, após o uso humano, quanto ao próprio líquido que flui pela canalização. Outra expressão que pode ser empregada é "água residual" que, como o esgoto, pode ser catalogada em dois tipos principais: industrial ou doméstico.O esgoto industrial possui várias peculiaridades, de acordo com o tipo da indústria e, por normativa da SANEAGO(Companhia de Saneamento do Estado

de Goiás), cada indústria deve ter uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) própria que dê o tratamento adequado ao seu resíduo.Já o esgoto doméstico é composto de, aproximadamente, 0,08% de compostos físicos em suspensão e 99,92% de água. Esta matéria física em suspensão é constituída, sobretudo, de compostos orgânicos, passíveis de decomposição.

2.6.ÁGUA NEGRA

Para a reciclagem de água, é essencial que haja um gerenciamento dos efluentes separando-se a água cinza, que será reutilizada, das águas negras, que não são reutilizáveis.A água negra é toda aquela que contém bactérias nocivas e agentes patológicos; é a que sai da pia da cozinha e do vaso sanitário (OLIVEIRA, 2016).

2.7. ÁGUA CINZA

Pode ser caracterizada como água cinza aquela que é utilizada para banho e no lavatório. Após acoleta, essa águapassa por tratamento, é bombeada para um reservatório superior e aproveitada nos vasos sanitários. A reutilização deágua cinza, mesmo sendo viável, requer algumas atenções antes de voltar ao contato humano. Em estudo, foram realizados testes de qualidade em águas cinzas em diversos países, levando em consideração a turbidez, os sólidos totais (ST), os sólidos suspensos totais (SST). De acordo com o MINISTÉRIO DA SAÚDE (2011), para que uma água seja considerada potável, entre outras características, ela precisa possuir uma turbidez inferior a 1 uT. Na tabela, a seguir, as referidas características.

Referência	Fonte de água cinza	Local	Parâmetros físicos		
			Turbidez (uT)	ST (mg/L)	SST (mg/L)
Siegrist et al (1976) apud Eriksson et al (2000)	Chuveiro/Banheira	EUA	-	250	120
	Lava roupas		-	1340	280
	Enxágüe de roupa		-	410	120
	Pia de cozinha		-	2410	720
	Lava louças		-	1500	440
Christova-Boal et al (1996)	Banheiro	Austrália	60-240	-	-
	Lavanderia		50-210	-	-
Almeida et al (1999)	Lavatório	Inglaterra	-	-	181
	Chuveiro		-	-	200
	Banheira		-	-	54
	Máquina de lavar		-	-	165
	Pia de cozinha		-	-	235
Jamrah et al (2004)	Chuveiro	Al-Mwaleh	307	800	410
		Al-Hail	539	1000	470
		Al-Khodh	278	250	180
	Lavanderia	Al-Mwaleh	439	4500	665
		Al-Hail	494	3150	120
		Al-Khodh	400	450	160
	Pia de cozinha	Al-Mwaleh	120	1250	925
		Al-Hail	168	750	305
		Al-Khodh	111	450	285
Burnat e Mahmoud (2004)	Misturada	Palestina	-	-	94-181

Tabela 1- Características físicas da água cinza obtidas em alguns países

Fonte: BAZZARELLA, 2005.

2.8 UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA EDIFICAÇÃO

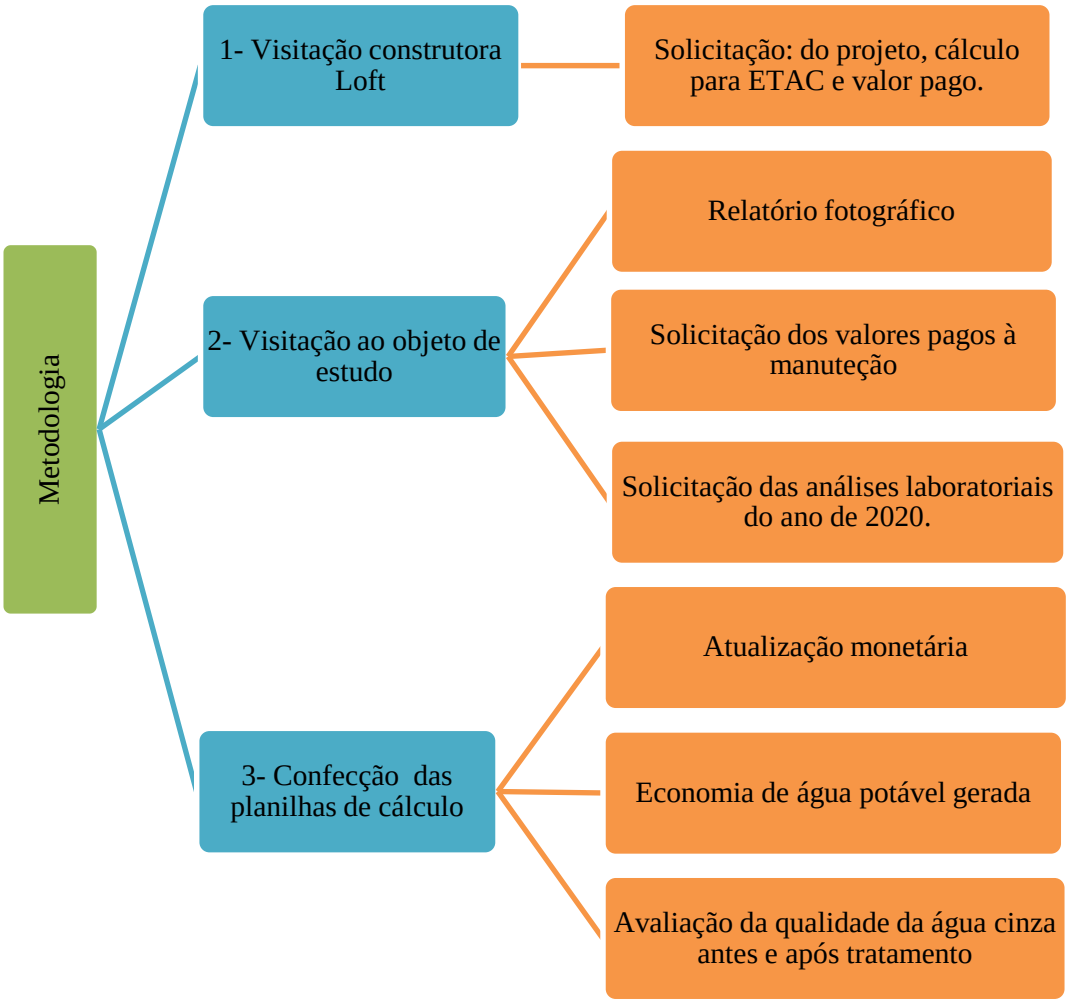
De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1996), aágua para fins domésticos é entendida como aquela necessária e suficiente para usos prioritários na residência, tais como para ser bebida, no preparo dos alimentos, na lavagem de utensílios e roupas, na limpeza da casa, nos banhos, nas abluções e nas descargas do vaso sanitário. A SANEAGO, concessionária responsável pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de esgoto de Goiânia utiliza, como parâmetros, 300 l/dia.habitante para área de padrão médio a alto, como dados iniciais de consumo de água diário por pessoa, para a elaboração dos projetos de estações de tratamento de água e de esgoto, e o valor de 13,45 R$/mês para Categoria Residencial Normal (SANEAGO, 2019).

2.9. METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se a escolha de um referencial, tanto bibliográfico quanto da web, que teve como abrangência a situação atual da falta de água, o reúso das águas cinza e os sistemas de captação e de tratamento das mesmas para autilização em áreas não nobres.

A elaboração deste estudo qualitativo foi possível após a realização de uma análise de resultados, por estatística descritiva, objetivando levantar os pontos positivos e negativos, bem como suas influências sobre a sociedade e o ambiente.Através do processo quantitativo, foi realizado o estudo em relação ao valor de implantação, do custo de operação e da economia gerada, o que possibilitou que acreditássemos na viabilidade do sistema para o reúso de água para fins não potáveis em um prédio de 34 andares na cidade de Goiânia-GO.

Para a caracterização qualitativa, foram coletadas informações do sistema fornecidas pelo escritório de administração do condômino e escritório da construtora Loft. Para a coleta de dados da pesquisa, foram feitas visitas técnicas, relatórios, orçamento do empreendimento e avaliação das análises laboratoriais da água cujos parâmetros analisados foram: Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Demanda química de oxigênio (DQO), Sólidos totais e Coliformes termotolerantes, em consonância com a NBR 9898 (ABNT, 1987), na entrada da ETAC (Estação de Tratamento da Água Cinza) e após o tratamento físico e cloração, no primeiro semestre e outra no segundo semestre, conforme esboço abaixo.



Fonte: Própria, 2020.

3.ESTUDO DE CASO

No dia 09 de setembro de 2020, às 14h, foi realizada uma visita técnica ao local (Estudo de caso) para aferir medições e realizar um memorial fotográfico do Sistema de Tratamento de Água Cinza.

O edifício pesquisado está situado na Av. T-15, Quadra 138, Lotes 3/4/4A, Setor Bueno, Goiânia, Goiás. A Figura 1 consta da fachada do residencial. A edificação tem 1.790,40m² de área de terreno, 178 vagas para estacionamento coberto, 34 pavimentos, sendo dois apartamentos por andar. Foi lançado em 2014, pela Loft Construtora e Incorporadora Ltda., e orçado em aproximadamente 27 milhões

Figura 1- Fachada do Residencial Ecoliving

Fonte: Loft, 2014.

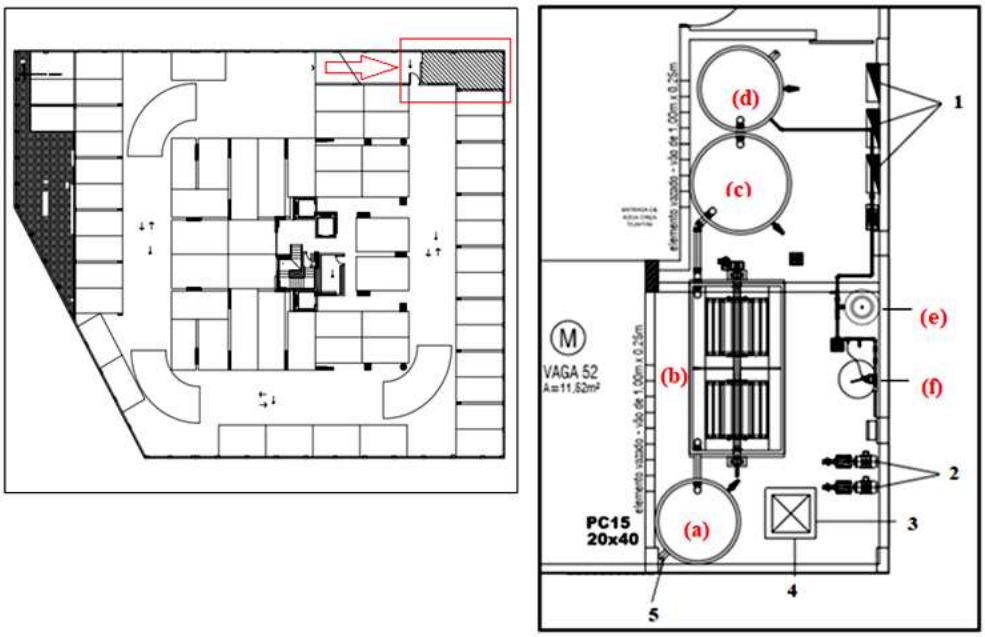
A água cinza é gerada pelos usos de chuveiros e lavatórios das suítes dos apartamentos de final par, conforme Figura 2, e encaminhada por gravidade por tubulações distintas e conduzida a tratamentos diferenciados. A água cinza é conduzida em tubulação de cor rosê, até o Subsolo, onde foi locada a ETAC. A água potável é fornecida pela Companhia Saneamento de Goiás S.A. – SANEAGO –.

Figura 2- Planta apartamento (tipo)

Fonte: Própria, 2020.

3.1.ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA

O Sistema foi projetado e executado pela *AcquaBrasilis* e o valor da implantação foi de aproximadamente R$ 72.000,00 (setenta e dois mil reais). A ETAC foi locada no Subsolo e a área que ela ocupa possui 27,33 m². Conforme descrito nas Figuras de número 3, o sistema é composto por: 1-Quadro de bomba; 2-Bombas; 3- Alçapão; 4-Projeção do reservatório enterrado (ponto de coleta para análises laboratoriais) e 5- Entrada de água cinza (Ponto de coleta).



Figuras 3- Localização da ETAC

Fonte: Própria, 2020.

Legenda:

(a) um decantador de 2.000 l;

(b) dois reatoresAcquaciclus de tratamento biológico;

(c) um decantador de 2.200 l,

(d) um tanque de acúmulo;

(e) um filtro de camada mista e

(f) um dosador de cloro

O sistema hidrossanitário foi projetado para coletar as águas

residuárias segregadas em água cinza e águas negras (efluentes de vasos sanitários), e duas linhas independentes, e exclusivas, para o abastecimento de água: uma de reúso e a outra de água potável. A água cinza gerada é encaminhada por gravidade, através de uma tubulação de cor camurça, como se percebe na Figura 4, para a ETAC- Estação de Tratamento de Águas Cinza.O afluente é depositado no decantador apoiado emn.º 1 (a), Figuras 4, com capacidade aproximada de 2.000l, cuja função é de reter os sólidos grosseiros em suspensão e controlar a vazão na entrada da ETAC.

Figura 4-Tubulação de transporte de água cinza

Fonte: Própria, 2020.

As águas servidas fluem lentamente pelosreservatórios, permitindo que os sólidos em suspensão de maior densidade sedimentem gradualmente no fundo, formando o lodo primário bruto que, por meio de adulfa, instalado na parte inferior do decantador, são extraídos diariamente (por meio de abertura da torneira de registro) e encaminhados para o sistema de esgoto secundário.

Por gravidade, o líquido em tratamento entra no reator *Acquaciclus* de tratamento biológico, aerados submersos, com tecnologia de eixos rotativos, conformeFiguras 5 (a e b). A força motriz é gerada por eletricidade, que faz com que os rotores girem lentamente em torno do próprio eixo horizontal. Estes rotores são revestidos por um material metálico em formato de colmeias, promovendo uma maior superfície de contato facilitando assim a fixação das bactérias presentes na água e gerando um biofilme promovendo um aumento maior velocidade e eficiência do processo de tratamento.

Figura 5 (a): decantador de 2.000 l.Figura 5 (b): dois reatores Acquaciclus de tratamento biológico.

Fonte: Própria, 2020.

Saindo do tratamento biológico,segue para o(decantador) 2.º tanque de acúmulo, com capacidade de 2.200l, Figura 6, que encaminha o líquido por gravidade para o tanque de acúmulo com capacidade de 1.500l.

Figura 6 -Decantador 2º (c) e Tanque de acumulo (d)

Fonte: Própria, 2020.

Dando continuidade, seguepara o filtro de camada mista (e), areia e carvão mineral, Figura 7, com fundo drenante e com fluxo descendente.Ao passar pelas camadas filtrantes sucede a adsorção dos contaminantes,à medida que os sólidos vão sendo removidos, nas devidas camadas. O ciclo de filtração termina quando há um aumento excessivo da perda de carga ou quando há liberação de sólidos suspensos no efluente.Desta forma, faz-se necessária a limpeza através da retrolavagem, realizada com água potável. A água de lavagem contendo os sólidos é descartada. A manutenção é de simples operação e de baixo custo. Em seguida, a água passa por processo de cloração (f).

Figura 7 -Filtro de carvão mineral (e) e clorador (f)

Fonte: Própria, 2020.

Após receber o cloro, a água segue para o reservatório enterrado, Figuras 8 e 9, com capacidade de 10 mil litros. A produção de água cinza na edificaçãoconta com um hidrômetro magnético instalado logo após a cloração.A vazão do projeto é de 50m³/mês e a água produzida é utilizada na limpeza da área comum do prédio, rega das plantas e lavagem de carros. O custo de manutenção com limpeza do filtro, segundo o síndico, é de R$ 350,00 a cada 90 dias ou de aproximadamente R$ 116,70/mês.

Figura 8 -Reservatório enterrado

Fonte: Própria, 2020.

Figura 9 - Interior do reservatório enterrado

Fonte: Própria, 2020.

3.2. PROCESSO QUANTITATIVO

A correção monetária, isto é, a atualização do valor do dinheiro aplicado à compra da ETAC, considerando-se as perdas por inflação, foi obtida multiplicando-se o valor pelo fator acumulado do

índice de referência, índices mensais de IPCA/100+1, valor pago em 01/07/2014 para 01/10/2020 (75 meses).

Dados básicos da correção pelo IGP-M (FGV)	
Dados informados	
Data inicial	07/2014
Data final	10/2020
Valor nominal	R$ 71.640,00 (REAL)
Dados calculados	
Índice de correção no período	1,62579580
Valor percentual correspondente	62,579580 %
Valor corrigido na data final	R$ 116.472,01 (REAL)

O valor atualizado para a compra da ETAC após 6 anos e 3 meses = R$ 116.472,01.O custo de manutençãoé de R$ 350,00 trimestralmente ou de aproximadamente R$ 116,70/mês.

- ✓ Custo com manutenção em 75 meses = 75 x 116,70
- ✓ Custo com manutenção= R$ 8.752,50para o período.

Para a limpeza das áreas comuns e rega de jardins, foi apurado ovalor médio de 38 m³/mês para o período de chuva e 71,40m³/mês para período de seca, de acordo com planilha de controle do condomínio, que é realizada aferindo a leitura do hidrômetro mensalmente. Portanto,o valor que seria gasto se o residencial utilizasse água tratada da concessionária. Para efeito de cálculo, foram utilizados os 6 meses de seca e os6 meses de chuva, desta forma obtendo a média de consumo = 54,70 m³/mês

- Volume preservado = 75.mês x 54,70m³/mês.
- Volume preservado = 4.102,50m³.

Valor atualizado ETAC R$	Custo com manutenção R$	Total Gasto R$
116.472,01	8.752,50	125.224,51

Considerando que o sistema forneça 54,70 m³/mês, foi utilizado este valor para verificar qual é a economia mensal que o sistema propicia para o residencial. Para se chegar ao valor, foi necessário multiplicar o volume pelas tarifas de água e esgoto da SANEAGO.

Ano	Coleta e Afastamento	Tratamento	Total
2014	4,72	1,29	6,01
2015	6,48	1,62	8,10
2016	7,46	1,86	9,32
2017	7,92	1,98	9,90
2018	8,19	2,05	10,24
2019	8,67	2,17	10,84
2020	8,67	2,17	10,84

$$Vp = V * (Ta + te),$$

Onde:

Vp= valor preservado

V= volume

Ta= Tarifa de água

Te= tarifa de esgoto

Ano	Tarifa de água	Tarifa de esgoto	Somatória água e esgoto	Vp (54,70) R$	Valor /ano
2014	6,46	6,01	12,47	682,11	8185,310
2015	8,54	8,10	16,64	910,21	10922,50
2016	9,32	9,32	18,64	1019,61	12235,30
2017	9,90	9,90	19,80	1083,06	12996,70
2018	10,24	10,24	20,48	1120,26	13443,10
2019	10,81	10,84	21,65	1184,26	14211,10
2020	10,81	10,84	21,65	1184,26	3552,77
				Total	75.546,70

Valor economizado, ou seja, que se deixou de pagar à SANEGO, em 75 meses:

Vdp = R$ 75.546,70

Para saber em quanto tempo o sistema se pagaria, foi subtraído do valor preservado do valor do investimento do equipamento mais o gasto com manutenção mensal:

Valor = 125.224,51- 75.546,70

Valor = 49.677,79

Observa-se que em aproximadamente 9 anos e 9 meses o sistema se pagaria.

Volume preservado m³	Valor economizado R$
6.399,90	138.558,00

3.3.ESTUDOS QUALITATIVOS

Os resultados qualitativos foram obtidos através das análises laboratoriais sedidas pela administração do condomínio e estão expressos na Tabela 1, a seguir, que apresenta a entrada das AC na chegada do sistema e imediatamente após a entrada no reservatório enterrado comparado com as águas de

classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 (CONAMA, 2005) em favor da segurança, e da classe 3 da NBR 13969 (ABNT, 1997) para uso em descarga de bacias sanitárias.

Parâmetros Novembro/2019

Entrada da ETAC Novembro/2019

Saída da ETAC CONAMA 357/051

Parâmetros	Novembro/2019 Entrada da ETAC	Novembro/2019 Saída da ETAC	CONAMA 357/05[1]
Colif. Fecal (NMP/100 ml)	$5{,}73x10^3$	Ausente	1000
Colif. Total (NMP/100 ml)	$6{,}40x10^5$	Ausente	5000
Óleos e Graxas (mg/l)	15,70	6,3	-
pH	7,37	7,0	6 a 9
DBO (mg/l)	75,00	32,1	≤ 5,0
Sólidos Suspensos (mg/l)	182,67	21,0	-
Sólidos Sedimentáveis (ml/l)	0,15	<0,01	-
OD (mg/l)	3,21	4,4	≥ 5,0
Turbidez (UNT)	328,63	14,5	100
Condutividade (µS/cm)	155,07	16,5	-

Tabela 1 – Resultados qualitativos

Fonte: Condomínio, 2020.

[1]Limites da Resolução CONAMA 357/05 para classe 2 – águas destinadas à recreação de contato primário (tais como natação e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/00), irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, e à aquicultura e à atividade de pesca. Se não tiver contato humano, ou então a irrigação for para culturas arbóreas, cerealíferas ou forrageiras, a classe será 3 e o limite de coliformes termotolerantes 4.000/100 ml e de DBO é 10 mg/l; ou classe 4, uso em navegação e harmonia paisagística. ND* - Não detectável.

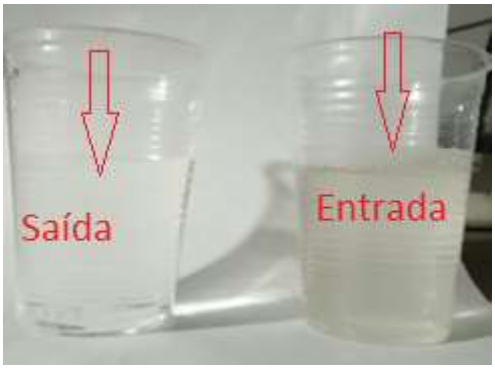


Figura 10- AC coletada na entrada da estação e Ac após tratamento

Fonte: Própria, 2020.

4.DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para o estudo de caso, observou-se que em um prazo aproximado a9 anos e 9 meses o sistema se pagaria. Similar ao encontrado por FRANCI, GONÇALVES et al. (2010) que verificaram que o tempo de retorno do investimento do sistema de reúso para o Ed. Royal Blue pode variar de 4,5 a 8,5 anos, dependendo do valor do BDI da construção.

MACCARINI (2018), em seu estudo de caso,observou que os custos para a implantação do sistema representado pelo valor de R$ 72.004,83 e aeconomia final anual de R$7.783,64possibilitaram que o investimento se mostrasseviável e com período de retorno de 10 anos e 4 meses. Esta viabilidade seria melhor se o sistema atendesse uma população maior do que a apresentada no presente trabalho.

Verificou-se que o volume coletado dos apartamentos é seis vezes o volume tratado, 50m³; essa decisão acertiva se deve ao fator do consumo empregado na limpeza do edifício, rega de jardim e torneira livre para uso de lavagem de veículo. Logo, essa somatória não chega aos 50m³/mês.

Tal fato vai de encontro com o que dizemos autores FIORI; FERNANDES e PIZZO (2006), que orientam a quantificar a demanda pela água de reúso para evitar desperdícios em relação ao tratamento, devido aos volumes tratados serem maiores que os volumes consumidos.

Os resultados da Tabela 1 mostram variação na maioria dos parâmetros, como coliformes fecais, DBO, DQO, condutividade, coliformes totais, exceto para os pH. Por exemplo, a variação dos coliformes fecais das amostras foi de 5,73 x 103 na chegada da ETAC e ausente após o tratamento, o que para um efluente poderia ser até 1000 (NMP/100 ml) para a classe 2 da Resolução CONAMA 357/05, e deveria ser menor que 500 (NMP/100 ml) para a classe 3 da NBR 13969/97 (ABNT, 1997).

Na pesquisa de DANTAS et al (2019), em pesquisa de reúso de água cinza tratada em sistema de alagado construído com resíduo da construção civil,a redução dos coliformes totais (CT) também foi de grande expressão, já que houve uma redução de 2.400 para 426 NMP 100 mL-1 , o que equivaleu a uma ET de 82%, uma vez que este valor está dentro da faixa para o reúso classe 2.

5.CONCLUSÃO

No estudo de caso apresentado, concluiu-se que a implantação de um sistema de reúso de água cinza apresenta grande potencialidade de aproveitamento e viabilidade, com ocupação de área mínima, visto ser um sistema compacto, com custo benefício expressivo, baixo custo de manutenção, já que praticamente todo o processo é automatizado.

A água não utilizada e armazenada no reservatório de água tratada pode ser empregada pelo próprio condomínio na irrigação de jardins, na lavagem de calçadas, carros, limpeza em geral, entre outros. O excedente pode ser empregado, em parceria com a prefeitura de Goiânia, em manutenção do parque Vaca Brava, onde a prefeitura entraria com o maquinário e mão de obra e o condomínio com o fornecimentoda água cinza tratada.

Embora os resultados das análises estejam de acordo com a NBR 13969/97, a água cinza possui limitações e deve ser utilizada somente para fins não potáveis. Além desses cuidados, deve ser controlado o tipo de uso das águas de reúso. Todos os pontos onde a água é ofertada devem ser devidamente sinalizados e de preferência de acesso restrito. No caso das torneiras de jardim, devem existir também pontos que ofertem água potável, para realização de atividades que exijam uma água de melhor qualidade. Devem ser delegadas funções de fiscalização e de manutenção do sistema a pessoas que façam parte da equipe do condomínio, de modo que elas advirtam e orientem sobre os riscos da utilização da água cinza tratada.

O condomínio é responsável por devolver para o subterrâneo e para a atmosfera parte dos 54,70 m³/mês de águas de boa qualidade, cujo destino certo seria o de se juntar às águas negras. Tudo isso sem contar com a valorização que os empreendimentos recebem por baratear a conta de condomínio, podendo fazer a limpeza das calçadas, aguar os jardins e ter água para lavagem dos veículos, sem a necessidade de pagar a mais pelo benefício.

Os resultados obtidos com este trabalho mostram que há a possibilidade de se economizar água potável, tanto do ponto de vista econômico quanto ecológico, e que se deve buscar por políticas públicas de incentivos para a preservação e o desenvolvimento continuado dos sistemas de tratamento das águas.

VIGENCIA A PARTIR DE:		01/07/2019		01/07/2018		01/07/2017		01/07/2016		01/12/2015		01/10/2015		01/07/2015		01/05/2015	
TABELA REAJUSTADA EM (%):		5,79		3,37		6,27		9,16		5,40		8,00		16,07		2,40	
RESOLUÇÃO		RESOLUÇÃO 162/2019		RESOLUÇÃO 125/2018		RESOLUÇÃO 90/2017		RESOLUÇÃO 63/2016		RESOLUÇÃO 38/2015		RESOLUÇÃO 38/2015		RESOLUÇÃO 32/2015		RESOLUÇÃO 22/2015	
CATEGORIA	FAIXA	CMF R$	AGUA R$	CMF R$	AGUA R$	CMF R$	AGUA R$	CMF R$	AGUA R$	CMF R$	AGUA R$	CMF R$	AGUA R$	CMF R$	AGUA R$	CMF R$	AGUA R$
RESIDENCIAL SOCIAL	1 - 10	6,36	2,10	6,36	2,10	6,15	2,05	5,79	1,91	5,80	1,75	5,03	1,66	4,66	1,54	4,01	1,52
	11 - 15		2,37		2,37		2,30		2,16		1,98		1,88		1,74		1,50
	16 - 20		2,71		2,71		2,62		2,47		2,27		2,15		1,99		1,71
RESIDENCIAL NORMAL	1 - 10	13,45	4,66	12,71	4,20	12,30	4,00	11,57	3,82	10,60	3,50	10,05	3,32	9,31	3,08	8,02	2,65
	11 - 15		5,03		4,75		4,53		4,32		3,96		3,76		3,48		3,00
	16 - 20		5,74		5,43		5,25		4,94		4,53		4,30		3,98		3,43
	21 - 25		6,52		6,16		5,96		5,61		5,14		4,88		4,52		3,89
	26 - 30		7,36		6,96		6,74		6,34		5,81		5,52		5,11		4,40
	31 - 40		8,40		7,94		7,68		7,23		6,62		6,28		5,82		5,01
	41 - 50		9,50		8,98		8,68		8,17		7,48		7,10		6,57		5,66
	+ 50		10,83		10,24		9,90		9,32		8,54		8,10		7,50		6,46
PÚBLICA	1 - 10	13,45	8,40	12,71	7,94	12,30	7,68	11,57	7,23	10,60	6,62	10,05	6,28	9,31	5,82	8,02	5,01
	+ 10		9,50		8,98		8,68		8,17		7,48		7,10		6,57		5,66
COMERCIAL I (Médio e Grande Porte)	1 - 10	13,45	9,50	12,71	8,98	12,30	8,68	11,57	8,17	10,60	7,48	10,05	7,10	9,31	6,57	8,02	5,66
	+ 10		10,83		10,24		9,90		9,32		8,54		8,10		7,50		6,46
COMERCIAL II (Pequeno Porte)	1 - 10	6,72	4,75	6,36	4,49	6,15	4,35	5,79	4,09	5,30	3,75	5,03	3,56	4,66	3,30	4,01	2,84
INDUSTRIAL	1 - 10	13,45	9,50	12,71	8,98	12,30	8,68	11,57	8,17	10,60	7,48	10,05	7,10	9,31	6,57	8,02	5,66
	+ 10		10,83		10,24		9,90		9,32		8,54		8,10		7,50		6,46
RESIDENCIAL NORMAL (com fonte alternativa)	1 - 10																2,65
	11 - 15																3,00
	16 - 20																3,43
	21 - 25															8,02	3,89
	26 - 30																4,40
	31 - 40																5,01
	41 - 50																5,66
	+ 50																6,46

OBS: No ano de 2015 houve dois processos de Revisão Tarifária, sendo um Extraordinário em decorrencia das bandeiras tarifárias de energia elétrica e outro Ordinário que parcelou o percentual aprovado na Revisão Tarifária Ordinária em 3 vezes.

Tabela 2 – Tarifa de preços

Fonte: Saneago, 2015.

VIGÊNCIA A PARTIR DE:	01/07/2019		01/07/2018		01/07/2017		01/07/2016		01/12/2015		01/10/2015		01/07/2015		01/04/2015	
TABELA REAJUSTADA EM (%):	3,79		3,77		6,27		0,16		6,45		8,00		14,87		2,68	
REFERÊNCIA:	REDUÇÃO 06/2019		REDUÇÃO 12/2018		REDUÇÃO 06/2017		REDUÇÃO 12/2016		REDUÇÃO 06/2016		REDUÇÃO 04/2016		REDUÇÃO 12/2015		REDUÇÃO 07/2015	
CATEGORIA	FAIXA	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)	CUSTO E INVESTIMENTO (R$)	TRATAMENTO (R$)
RESIDENCIAL SOCIAL	1 - 10	1,04	0,42	1,00	0,41	1,00	0,41	1,14	0,46	1,40	0,57	1,51	0,61	1,23	0,51	0,97	0,39
	11 - 15	1,90	0,47	1,84	0,47	1,84	0,46	1,71	0,43	1,92	0,48	1,51	0,38	1,39	0,35	1,33	0,34
	16 - 20	2,17	0,54	2,17	0,54	2,16	0,53	1,98	0,49	1,81	0,45	1,72	0,43	1,59	0,40	1,25	0,31
RESIDENCIAL NORMAL	1 - 10	3,93	0,98	3,96	0,99	3,95	0,81	3,06	0,76	2,80	0,70	2,66	0,66	2,46	0,61	1,94	0,53
	11 - 15	4,68	1,00	3,80	0,95	3,67	0,91	3,40	0,86	3,17	0,79	3,01	0,75	2,78	0,70	2,20	0,60
	16 - 18	4,60	1,15	4,34	1,09	4,20	1,05	3,90	0,99	3,62	0,91	3,44	0,86	3,18	0,80	2,50	0,69
	21 - 25	5,51	1,38	4,93	1,23	4,77	1,19	4,43	1,11	4,11	1,03	3,90	0,98	3,62	0,91	2,84	0,78
	26 - 30	5,95	1,49	5,57	1,39	5,38	1,35	5,00	1,27	4,65	1,16	4,41	1,10	4,08	1,02	3,21	0,88
	31 - 40	6,72	1,68	6,35	1,59	6,14	1,54	5,70	1,43	5,30	1,32	5,03	1,26	4,66	1,16	3,67	1,00
	41 - 50	7,60	1,90	7,17	1,80	6,94	1,74	6,44	1,61	5,98	1,50	5,68	1,42	5,26	1,31	4,14	1,13
	+ 50	8,47	2,12	8,15	2,05	7,91	1,98	7,40	1,86	6,87	1,72	6,48	1,62	6,00	1,50	4,73	1,29
PÚBLICA	1 - 10	6,72	1,68	6,35	1,59	6,15	1,54	5,70	1,43	5,30	1,32	5,03	1,26	4,66	1,16	4,03	1,00
	+ 10	7,60	1,90	7,18	1,80	6,95	1,74	6,44	1,61	5,98	1,50	5,68	1,42	5,26	1,31	4,54	1,13
COMERCIAL I (Média e Grande Porte)	1 - 10	7,60	1,90	7,18	1,80	6,95	1,74	6,44	1,61	5,98	1,50	5,68	1,42	5,26	1,31	5,45	1,13
	+ 10	8,47	2,12	8,15	2,05	7,91	1,98	7,40	1,86	6,87	1,72	6,48	1,62	6,00	1,50	5,17	1,29
COMERCIAL II (Pequeno Porte)	1 - 10	3,80	0,95	3,59	0,90	3,48	0,87	3,27	0,82	3,05	0,75	2,85	0,71	2,63	0,66	3,27	0,57
INDUSTRIAL	1 - 10	7,60	1,90	7,18	1,80	6,95	1,74	6,44	1,61	5,98	1,50	5,68	1,42	5,26	1,31	4,54	1,13
	+ 10	8,47	2,12	8,15	2,05	7,91	1,98	7,40	1,86	6,87	1,72	6,48	1,62	6,00	1,50	5,17	1,29
RESIDENCIAL NORMAL (com fonte alternativa)	1 - 10															3,32	0,53
	11 - 15															3,60	0,60
	16 - 20															3,34	0,53
	21 - 25															3,11	0,78
	26 - 30															3,53	0,88
	31 - 40															4,04	1,00
	41 - 50															4,55	1,13
	+ 50															5,17	1,29

OBS: No ano de 2015 houve dois processos de Revisão Tarifária, sendo um extraordinário em decorrência das constantes tarifárias de energia elétrica e outro ordinário que permitiu o percentual aprovado na Revisão Tarifária Ordinária em 2 vezes.

Tabela 3 – Tarifa de preços

Fonte: Saneago, 2015.

10/11/2020 BCB - Calculadora do cidadão

BANCO CENTRAL DO BRASIL

Calculadora do cidadão

Acesso público
10/11/2020 - 08:41

Início → Calculadora do cidadão → Correção de valores

[CALFW0302]

Resultado da Correção pelo IGP-M (FGV)

Dados básicos da correção pelo IGP-M (FGV)

Dados informados

Data inicial		07/2014
Data final		10/2020
Valor nominal	R$ 71.640,00	(REAL)

Dados calculados

Índice de correção no período		1,62579580
Valor percentual correspondente		62,579580 %
Valor corrigido na data final	R$ 116.472,01	(REAL)

Quadro 1 – IGP-M

Fonte: Banco Central do Brasil, 2020.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

DANTAS, Paulo Ricardo et al. Reúso de água cinza tratada em sistema de alagado construído com resíduos da construção civil. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 14, n. 1, p. 62-68, 2019.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana; PIZZO, Henrique. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. Ambiente Construído, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

FRANCI GONÇALVES, Ricardo; MARTINELLI DA SILVA SIMÕES, Giovana; WANKE, Renate. Reuso de águas cinzas em edificações urbanas estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, v. 3, n. 1, p. 120-131, 2010.

JORDÃO, EDUARDO P.; PESSÔA, CONSTANTINO A.; VON SPERLING, MARCOS. Tratamento de esgotos domésticos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Eng. Sanit. Ambiente., Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, 2006.

MACCARINI, Alessandro et al. Free cooling potential of a PCM-based heat exchanger coupled with a novel HVAC system for simultaneous heating and cooling of buildings. Sustainable Cities and Society, v. 42, p. 384-395, 2018.,

BRANDÃO, Cristina Mariano Ruas et al. Gastos do Ministério da Saúde do Brasil com medicamentos de alto custo: uma análise centrada no paciente. Value in Health, v. 14, n. 5, p. S71-S77, 2011.,

DE OLIVEIRA, Luísa Rodrigues et al. Avaliação de um equipamento protótipo para tratamento de águas cinzas com fins não potáveis. Revista Internacional de Ciências, v. 8, n. 2, p. 149-167, 2018.

SERRANO, António José Ganhão. A importância da água no desenho do espaço aberto na cultura mediterrânica. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora.

AURELI, Alice. What's ahead in UNESCO's International Hydrological Programme (IHP VI 2002–2007)?. Hydrogeology Journal, v. 10, n. 3, p. 349-350, 2002.

Capítulo 7

10.37423/220505816

MINIMALISMO APLICADO A GESTÃO DE ORÇAMENTOS

Marcos Vinicius Marques

Universidade Universus Veritas

Resumo: Este artigo apresenta um estudo relacionado ao conceito de minimalismo voltado a elaboração de orçamentos e propostas técnicas. Abordando metodologias e processos que, quando aplicados de forma coesa, trazem benefícios a diversos seguimentos empresariais, independentemente do porte da empresa onde o estudo é aplicado. Esta análise foi criada e implementada na empresa Fênix CNC, atuante no seguimento de usinagem de precisão com máquinas automáticas operadas por comandos numéricos. A empresa busca como meta, a redução de processos burocráticos e um aumento na confiabilidade de seus procedimentos, tendo como ênfase o processo de cotação de serviços de usinagem, uma vez que foi identificado uma perca de eficiência no tocante a especificação de procedimentos contratados. Como resultado, este estudo apresenta um método de análise crítica técnica, que pode ser implementado em qualquer indústria no seguimento de usinagem.

Palavras-chave: Minimalismo. Tempo. Controle. Empreendedor. Processo.

INTRODUÇÃO

Segundo Zimosky (2021), o minimalismo possui um conjunto de conceitos e aplicabilidades no cenário atual da sociedade, tais incorporações podem ser vistas em diversas áreas do nosso cotidiano, que vão desde as premissas mais comuns como rotinas domésticas, a processos complexos comumente vistos em diversas empresas de médio e grande porte. Dentre os diversos tópicos que podem ser explorados, o que pode ser observado presente, independente do meio aplicado, é o conceito de eliminar o que não traz valor real a atividade e/ou processo, como o excesso de tempo, assim como Paiva (2011) cita em seu artigo, a importância do estudo de tempos de uma forma geral.

Segundo Paiva (2011), esta essência pode ser implementada em diversos setores em uma indústria, porém, torna-se necessário a incorporação de uma estratégia para a gestão correta de tempo, em diversos casos observados, a falta de controle de horários em processos e/ou atividades, de forma generalizada, proporcionou a perda de eficiência de processos minimalistas. Este ponto, quando observado, tendo em foco microempreendedores, pode ser considerado um dos pilares que moldam o sucesso de uma startup.

Os conceitos estudados por Paiva (2011) e Zimosky (2021), podem ser aplicados aos microempreendedores, uma vez que estes estudos são essenciais para o desenvolvimento de estratégias inovadoras. Segundo Cervo (2005) e Lagioia (2008), podem ser observados diversos casos de empresários que iniciaram suas atividades em suas próprias casas, entretanto, não são todos que obtém sucesso com seu negócio, isto dá-se a diversos fatores, tanto administrativos como fatores técnicos. Por mais que existam empreendedores de sucesso, que possuam uma certa facilidade em gestão empresarial, existem situações em que um empregado de uma determinada indústria, decida ingressar no mercado criando sua própria Startup, em diversas ocasiões, este possui um Know-How agregado, porém, lhe falta conhecimentos específicos relacionados a gerenciamento empresarial, ou no mínimo, procedimentos internos eficazes para operação dos demais setores de sua empresa, com isto em vista, este artigo apresenta uma visão de como estes empresários podem otimizar seus processos, com foco em criação de propostas comerciais para prestação de serviços, implementando conceitos de minimalismo em macro processos, assim diminuindo o tempo e tornando a rotina de elaboração de cotações otimizada.

O presente artigo, apresenta uma visão sobre a gestão empresarial decentralizada, com sua aplicabilidade em empresas classificadas como MEI (Microempreendedor Individual), tendo em foco

métodos minimalistas, explorando estudos correlatos por Zimosky (2021), onde pode ser observado diversos fatores chaves para a aplicabilidade do conceito, e o estudo do tempo realizado por Paiva (2011), que explora cenários de desperdício de tempo em fatores pontuais. Analisa as principais causas que proporcionam o bom gerenciamento, crescimento e consolidação de empresários autônomos, com conhecimentos específicos em determinadas áreas de atuação, e que carecem de métodos eficazes de coordenação empresarial. O principal objetivo, é elencar um modelo de gerenciamento que auxilie estes empresários a se prepararem, de antemão, a possíveis adversidades que possam surgir no dia a dia de operação, no tocante a elaboração de orçamentos, assim como prover um método de aprimoramento para tarefas rotineiras, aplicando o conceito de minimalismo de processos e simplificação de rotinas por redução de tempo.

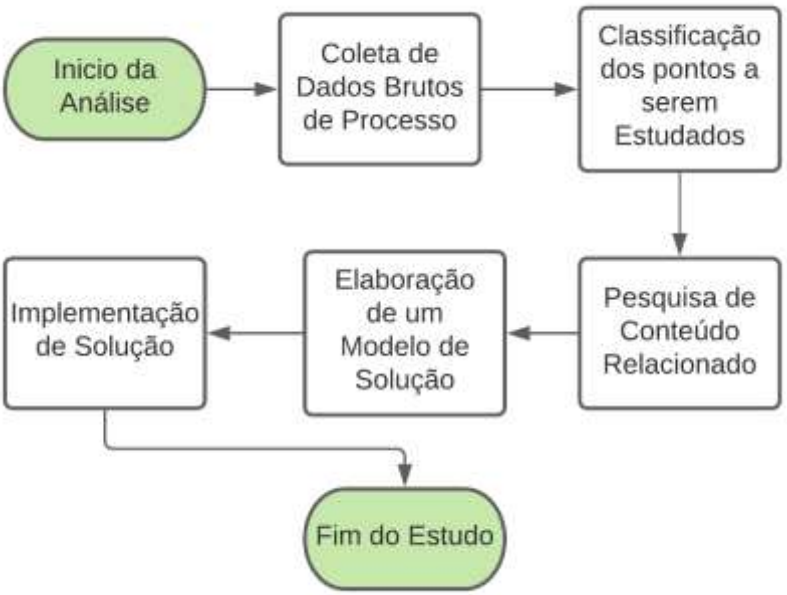
METODOLOGIA

Tendo como base os conceitos estudados sobre estratégia, explicados por Tzu (2019), foi elaborando um plano de execução contendo metas e um objetivo a ser alcançado, juntamente com as ferramentas e técnicas de pesquisa empírica elaboradas por Berwanger (2013), que apresenta um conceito inovador de como abordar e classificar dados pontuais, analisando e classificando-os para uma análise aprofundada sobre o que está sendo estudado.

Com o artificio de uma análise pontual entre os setores departamentais envolvidos para a concepção de orçamentos técnicos, foi elaborado um estudo empírico, tendo em evidência os macroprocessos para a elaboração de um orçamento técnico. Berwanger (2013), expõe diversos métodos para coleta de dados de processos, utilizando ferramentas de registro em forma de fluxograma, pode ser elaborado uma sequência para analisar e criar uma base de pesquisa com os dados coletados, como podemos observado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Fluxo de Método de Estudos

Figure 1 - Study Method Flow



Fonte: Próprio Autor

Source: Own Author

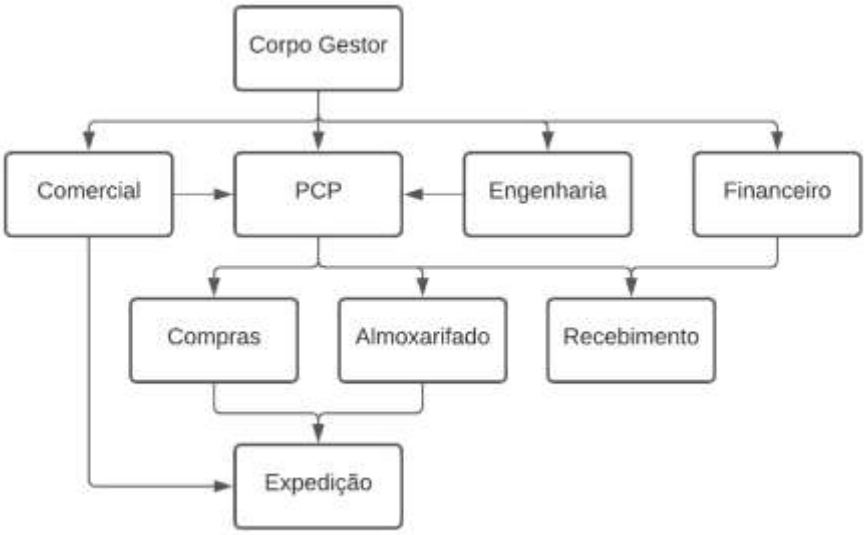
Ainda segundo Berwanger (2013), este procedimento mostra-se um dos mais eficazes para o desenvolvimento de métodos de trabalho, podendo ser aplicado a diversos setores, assim como no caso do estudo apresentado neste artigo.

Segundo Tzu (2019), os gestores, de forma generalizada, não importando o contexto, precisam tornar necessário o emprego de ferramentas que os auxiliem no processo de tomada de decisão, este conceito assim como os demais apresentados em sua obra, auxiliam o gestor a enxergar pontos específicos, porém determinantes para o sucesso ou fracasso de uma empresa.

Segundo Paiva (2011), em sua obra, é exposto a importância da simplicidade no cotidiano da empresa, principalmente e tarefas que, quando há um excesso de trabalho, nota-se uma perca de desempenho, no que concede ao grupo Fênix, que é o objeto de estudo apresentado, onde este trata-se de uma empresa do seguimento de usinagem de precisão com máquinas automáticas, neste cenário, a simplicidade em processos é vital para economia de tempo e recursos, seja em procedimentos de trabalho ou até mesmo em troca de dados e informações entre departamentos. O modelo organizacional presente pode ser observado na Figura 2, onde podemos identificar os principais setores existentes na empresa.

Figura 2 - Estrutura da Empresa Fênix CNC

Figure 2 - Fênix CNC Company Structure



Fonte: Próprio Autor

Source: Own Author

No caso do modelo apresentado, podemos identificar que um setor está diretamente subordinado a um anterior, porém há uma ramificação com pontos de congruência, isso dá-se por conta de que, dependendo do tipo de entrada que este recebe, o procedimento de trabalho elencado pode determinar o seu cliente final, ou seja, o modelo foi atribuído de forma que haja um emissor e receptor, desta maneira, não há pontos de retorno e o processo torna-se linear (BERWANGER, 2013).

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Segundo Berwanger (2013), são muitas as estratégias para a criação de processos de gestão e planejamento integrado, entretanto, podemos realizar um estudo focado em como podemos atingir os objetivos de uma forma simples e direta, proporcionando um entendimento eficaz e coeso sobre o assunto. Não há um modelo organizacional na qual possamos eleger como o mais correto e assertivo, pois isto é diretamente dependente de vários fatores, como tipo de negócio e região geográfica no qual a empresa em específico está localizada.

Uma premissa comum em estudos de minimalismo, é a ideia de linearidade de atividades, onde o processo nunca regride, uma das principais atividades que corpo gestor deve realizar, em conformidade com os requisitos gerenciais mínimos de um negócio, consiste em criar o organograma base da empresa, ou seja, um fluxograma limpo e isento de incertezas, com todos os departamentos

e responsabilidades bem definidas, independentemente do porte, este elemento é essencial para um bom gerenciamento e administração de um negócio. Outrora, os empreendedores viam este ponto com uma certa superficialidade, porém, nas últimas décadas, isso vem se mostrando um ponto a ser considerado de vital importância frente ao mercado, são inúmeros os exemplos de empresas que estão ou estiveram com problemas justamente por causa de uma falha em sua estrutura organizacional (MORAIS et al.,2004).

Assim como estudado por Berwanger (2013), sobre a clareza e coexistência de um sólido organograma empresarial, a clareza nos objetivos e nas funções e deveres de cada departamento é de suma importância para uma ótima gestão corporativa. Este conceito possui um teor histórico, ele foi citado em diversas literaturas ao longo do tempo, o departamento de PCP (Programação e Controle da Produção) é o setor que possui a maior flexibilidade frente ao negócio, as estratégias apontadas e implementadas vêm se modificando e sendo atualizadas com o passar do tempo, assim como podemos observar na citação a seguir de um famoso general, que sempre organizava suas forças com base no cenário em que se observava, ajustando sempre suas estratégicas rumo ao objetivo.

> ” Com esses mesmos conhecimentos, não ignorará quanto o Céu e a Terra estiverem em harmonia para promover saída das tropas. Planeje as rotas que devem tomar, e resolverá todos os seus passos. Você não começará nem terminará a campanha fora de época. Reconhecerá o forte e o fraco, tanto entre os seus, a quem confiará sua vida como entre os inimigos que combaterá. Saberão em qual quantidade e em qual estado se encontraram as munições de armas e os suprimentos dos dois exércitos. Distribuirá as recompensas generosamente, más com escolhas, e não negará punição quando forem necessárias” (TZU, 2019, p. 27).

Outrora, o conceito de gerenciamento era difundido de forma persistente. Com o emprego da importância estratégica de cada departamento em um fluxograma, associando o método mencionado anteriormente, pode ser determinado uma base de negócio dinâmica (LEVORATO, 2021).

CORPO GESTOR

A importância de uma estrutura de gerenciamento resiliente, capaz de se adaptar a qualquer adversidade que possa surgir, demonstra o quão importante é a resiliência do corpo gestor de uma empresa, onde a principal responsabilidade é determinar a direção e o objetivo da organização, tendo em vista planos de melhoria e tomadas de decisão frente ao mercado, as razões para se criar ou descontinuar produtos e serviços, assim como elaborar estratégias para a sua expansão e crescimento. Em suma, o corpo diretor, torna-se o responsável em determina as metas de todos os demais departamos da empresa. Para um MEI, o organograma, proporciona um meio de controle para futuros

investimentos, as razões de como estabelecer metas e métodos de cumpri-las. Generalizando, uma estrutura sólida, proporciona uma credibilidade sólida. O departamento Comercial, PCP (Planejamento e Controle da Produção), Engenharia e Financeiro, elencados na Figura 1, possuem suas respectivas responsabilidades e deveres definidos pelo Corpo Gestor, visando os conceitos abordados de minimalismo, como veremos a seguir (SUZANO, 2009), (BERWANGER, 2013) e (LEVORATO, 2021).

FINANCEIRO

Este departamento, possui toda a responsabilidade relacionado aos assuntos financeiros da empresa, desde contas a pagar, desembolsos, etc. Um ponto chave nesta centralização do Corpo Gestor, é o fato de que ele controla o fluxo de caixa da empresa, e por mais que os gestores, proponha um plano de investimento, este é o único departamento da empresa, que possui a autonomia para vetar uma decisão corporativa com justificativa financeira, este tipo de veto, dá-se a diversos fatores, desde planos de negociação e análise financeira sobre tempo de retorno de investimento, ou até mesmo, gasto excessivo com uma determinada operação, uma falha que pode ser muito observada em pequenos empreendedores, são as famosas compras por impulso, sem uma prévia analise de caixa para determinar se realmente a aquela aquisição em especifico, será saudável financeiramente para a empresa a médio e longo prazo. Este departamento, possui conexão em paralelo com as decisões comerciais de empresa, tendo como referência relatórios financeiros emitidos, este departamento pode criar novas metas ou modificar outras em vigor, como veremos no próximo tópico (SANTOS; FERREIRA, 2009).

COMERCIAL

Dentre as responsabilidades inerentes ao departamento, possui como um dever, a criação de um canal de comunicação direto com os clientes e, de cunho em preservar a integridade e o nome da empresa no mercado, trabalha diretamente com o departamento Financeiro e PCP. Este departamento, deve trabalhar com estratégias dinâmicas, levando em consideração a objetividade em suas atividades, buscando ao máximo a redução tempo em processos corriqueiros, utilizando relatórios de faturamento emitidos pelo departamento financeiro da organização, mais especificamente, para garantir uma carteira de clientes fidedigna e condizente com a realidade da empresa no tocante metas de financeiras, e principalmente, avalia e ajusta seus prazos de entrega de forma holística, tento como base os dados dispostos pelo departamento PCP. A conectividade e a comunicação entre a empresa e o cliente deve ser cabal e fidedigna, sempre tendo em vista o bom atendimento, e a clareza na

disposição e coleta de dados, um ponto que pode ser elencado, é o fato de que o cliente sempre possui razão, e isso para um MEI, representa algo crítico a ser preservado, uma vez que a indicação há outros torna-se um carro chefe nos dias de hoje. Independente do departamento fabril da empresa, e sim da forma que o cliente é bem tratado. Dentre os parâmetros que são estudados para a assertividade de prazos de entrega o departamento de PCP, juntamente com as especificações de processos dispostos pela Engenharia, estabelecem as bases para um correto dimensionamento de demanda, como veremos a seguir (ZIMMERMANN, 2010).

Castro et al (2004), explica que a criação e o controle de documentos desta natureza, implica diretamente no combate a falta de credibilidade da organização no tocante a preservação e contensão de informações técnicas confidenciais, e na eficácia dos processos posteriores, sempre tendo de antemão uma fonte de retenção e apoio instrucional, ou seja, quanto mais as informações e especificações estiverem claras e sucintas, menor é a probabilidade de haver um problema ou imprevisto técnico deste ponto em diante. Isso é importante ser elencado principalmente durante uma análise de processo de produção, cotação e emissão de ordens de produção.

Ainda segundo Zimmermann (2010), este conceito de controle “ríspido” aplicados aos microempreendedores, de documentação externa, é muito importante, principalmente em sua categoria de empreendedor, pois trata-se de um ponto que todos os clientes contratantes de serviços observam, logo, a forma que os dados técnicos e os segredos de projetos armazenados por esses empresários, proporcionam uma certa confiança em futuras contratações. Castro el al (2004), de forma complementar, explica que o controle de documentos técnicos de terceiros e suas respectivas revisões, no caso de projetos para fabricação, além de garantir a confiabilidade de dados para produção atualizados, proporciona segurança a empresa no tocante ao controle da qualidade de itens produzidos juntamente com sua conformidade solicitada.

PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

De acordo com Rocha et al. (2004), existem diversos tipos de empresas, e consequentemente, planos de controle de produção, juntamente com outros conglomerados de procedimentos específicos. Isso mostra o dinamismo deste tópico. Cada modelo de negócio, juntamente com seu seguimento, possui uma referenciação do mercado, dada e mesurada como sendo única e exclusiva, isto é o que torna duas empresas concorrentes, que possuem o mesmo produto ou serviço distintos frente ao mercado. As tecnologias, metodologias e procedimentos empregados específicos, como parte componente,

determinam a qualidade geral da empresa, de fato existem outros fatores que embasam e complementam este tópico.

Ainda Segundo Rocha et al. (2004), existem alguns pilares imprescindíveis que devem ser observados para uma boa análise de produção e operações, tendo em foco o minimalismo e a redução de tempo como podemos observar a seguir.

PREVISÃO DE DEMANDA

Rocha et al. (2004), explica que, uma previsão de demanda trata-se do conceito comumente ignorado pela maioria dos microempreendedores, mais especificamente que estes devem deixar fatos moldarem teorias e não o oposto. Este elemento associado ao controle ríspido de procedimentos internos dos setores comerciais, como a associação direta do Corpo Gestor, parametrizam o processo de tal forma que torna totalmente viável um estudo mais aprofundado da demanda de mercado, como um estudo voltado a fornecimento de produtos ou serviços.

PLANEJAMENTO AGREGADO DE PRODUÇÃO

Rocha et al. (2004), explica a importância de um mapeamento de área produtiva juntamente com o posicionamento correta de recursos, tanto em mão de obra como matéria prima em suas devidas quantidades. Em complemento, Paiva (2011), menciona o conceito de roteirização de produção para redução de tempo. Ambos os pontos abordados podem ser aplicados, pois sua combinação resultante em um processo eficiente com o mínimo de desperdício de tempo. Ainda segundo Rocha et al. (2004), a criação de um plano geral, considerando de forma macro todos os prazos de entrega dos itens em carteira, porém realizando análise dinâmica constante, ou seja, a cada espaço de tempo, é realizado uma análise de demanda.

ENGENHARIA

Segundo Moreira (1998), torna-se importante a concepção de um projeto de fabricação sódio, de fato, um projeto de produto deve possuir todas as premissas necessárias para que o departamento de PCP possa realizar o plano de produção mais adequado a realidade, ou seja, determinar capacidades, necessidades e processos necessários para a fabricação como um todo, este departamento possui uma suma importância para uma boa gestão de produção, uma vez que pode ser considerado o cérebro da empresa.

Da mesma forma, outros departamentos recorrem a este para o desenvolvimento de novos processos e análises especificas pontuais, e este dinamismo surte um efeito longínquo para o negócio como o todo, ao mesmo tempo que cada processo pode ser otimizado, os conceitos desenvolvidos podem ser aplicados de forma parcial nos demais, isso proporciona um método linear de tratativas de problemas gerenciais e processos de tomada de decisão estratégica para as empresas. Um dos principais departamentos dependentes da engenharia é o setor de compras, uma vez que todas as especificações técnicas são informadas e definidas pela engenharia (FORD, 1925).

COMPRAS

Este departamento possui uma abordagem impar com relação a gestão de custos empresariais, ele fornece dados de compras para o departamentos de engenharia, financeiro e principalmente, para o departamento comercial. Com a função de realizar aquisições de materiais e insumos da melhor forma possível, o histórico de compras de um determinado insumo pode influenciar o departamento de gestão geral com relação a viabilidade do mesmo. Tendo em foco a produção, este departamento possui como principal responsabilidade, garantir que os materiais necessários para a manutenção e execução dos planos de operação, não sejam impactados por falta de insumos (CALLADO et al, 2005).

EXPEDIÇÃO

O departamento de expedição, em suma, possui uma característica chave com relação ao pós-produção, além de armazenar e organizar o que foi produzido pela empresa, possui um papel crucial com relação ao registro e rastreabilidade de lotes produzidos, quando o item está pronto, é iniciado o processo de registro e apontamento, dando início aos procedimentos de entrega, seja ela retirada por parte do cliente ou preparação para envio em itinerário de entrega. Ao estabelecer um controle de documentação eficaz e um correto apontamento, o departamento de departamento de PCP pode determinar se o que foi previsto foi, de fato, cumprido, e se necessário, as informações observadas e reportadas pela expedição, auxiliam tanto o PCP para mensuração de prazo para fabricação, quanto, para tempo de entrega total. Correlacionado a este departamento podemos observar a similaridade sutil das funções correlatas ao recebimento, onde iremos analisar (VALLS, 1998).

DEPARTAMENTO DE RECEBIMENTO

O processo de recebimento de materiais, não pode ser considerado uma tarefa leviana, uma vez que vários problemas voltados a materiais e recursos físicos podem ser detectados neste departamento,

ou seja, se logo neste processo for detectado uma inconsistência qualquer, pode representar uma barreira de proteção contra a possíveis falhas de desempenho e programação de produção, além de se reportar diretamente ao departamento de compras, ele também se responsabiliza por inspecionar os matérias dispostos de terceiros para beneficiamento, conferindo e reservando em local apropriado, separando dos materiais comprados por parte do departamento de compras e de almoxarifado (SOUSA, 2014)

ALMOXARIFADO

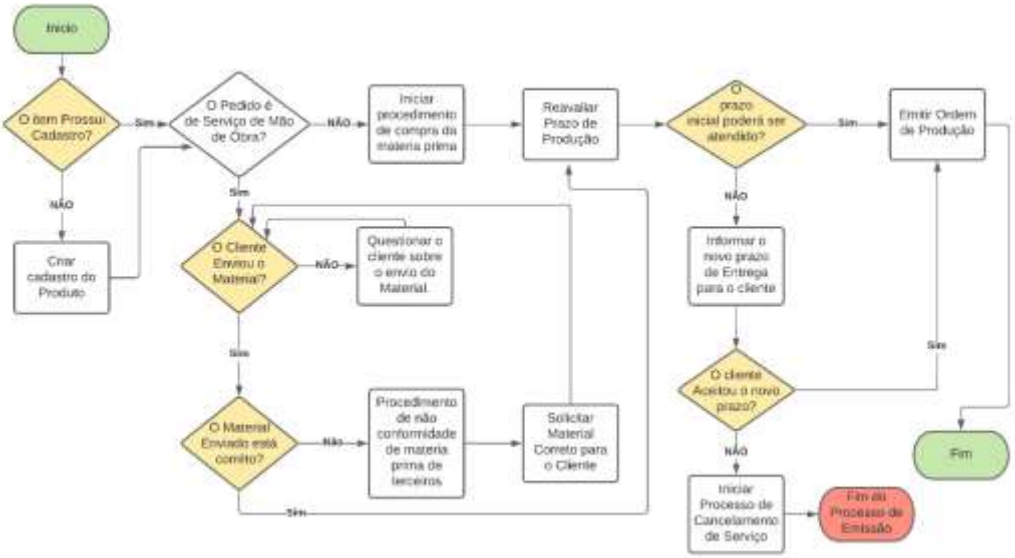
O Almoxarifado, possui um uma particularidade ímpar voltada ao armazenamento de insumos e consumíveis além das matérias primas. Este setor trabalha diretamente com o departamento de compras e a produção, tendo como intermediador o departamento de PCP. Enquanto a Programação de produção informa o que foi projetado para ser consumido, a produção reporta e solicita o que é preciso de fato, um dos papeis deste departamento é avaliar se o que foi projetado para ser consumido e o que de fato será consumido estão devidamente procedentes entre si, uma vez que este solicitantes possui necessidades distintas para o mesmo plano de produção, podem ser identificados falhas antes que as mesmas ocorram, isso dá-se ao fato que, dependendo do modelo de gestão de solicitações, podem ser detectados divergências, possibilitando assim a solução de um possível problemas de falta de insumos antes que o mesmo venha a ocorrer (BORJES, Elias, 2003), (BORJES, Thiago, 2003) e (CAMPOS, 2003).

SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

Com a finalidade e melhorar o processo de cotação e emissão de pedidos de compras da empresa Fênix, foi elaborado um procedimento foi elaborado um procedimento simples que pode ser incorporado em microempresas, a finalidade é simples, padronizar o processo de emissão de orçamento e ordem de produção, para garantir a integridade do processo de orçamentos, claro que não existe um método infalível de cotações, entretanto, podemos reduzir máximo a exposição a este tipo de adversidade como veremos na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma para Emissão de Orçamentos e Ordens de Produção

Figure 3 - Flowchart for Issuance of Budgets and Production Orders



Fonte: Próprio Autor

Source: Own Author

O fluxograma criado, apresenta uma maneira de padronizar todo o processo de forma linear, tendo sempre o cuidado de garantir que não haja lacunas de informação, e visando o conceito de minimalismo de processos, onde somente é elencado aquela atividade que realmente é necessária, não utilizando recursos desnecessárias em procedimentos, que por sua vez reduz e desburocratiza a cadeia como um todo. Pode ser observado que, o fluxograma possui gatilhos específicos, que são ativados de acordo com a ausência de uma condição a ser atendida, tendo este meio de travamento, o processo como um todo se estrutura como um sistema, proporcionando ações e reações a adversidades ocasionais.

CONCLUSÃO

O estudo outrora apresentado, elenca diversos pontos importantes correlatos aos departamentos de uma empresa, de como podemos observar um modelo de negócio de forma empírica, e como identificar um problema de processos, como o que foi apresentado, de forma que possa ser controlado, estudado e melhorado. Os conceitos aplicados, assim como as ferramentas utilizadas, corroboram um modelo de ação de melhoria onde este estudo possa ser aplicado. No caso da empresa Fênix, onde deste estudo foi realizado, houve uma melhora na confiabilidade dos orçamentos realizados e na precificação de produtos e serviços, diminuindo assim os atritos gerados por falta de

especificações de itens inclusos e não inclusos em proposta técnicas. Com a implementação do modelo apresentado na figura 3, a preocupação em inspecionar a matéria prima por parte dos clientes foi elevada, e a sinalização de materiais que apresentam não conformidade para produção foi drasticamente reduzida, proporcionado a eliminação de desperdício de tempo com adaptações não previstas nos orçamentos, uma vez que estes foram detectados prematuramente, tonando assim uma empresa que hoje, pode mensurar de forma assertiva, o que que está apto a ser produzido, se respaldando de possíveis adversidades no tocante ao recebimento de matérias primas e especificações de trabalhos a serem realizados.

REFERÊNCIAS

BERWANGER, P. R. Modelo de Organograma Integrado entre Setores. Univeri, Bento Gonsalves, p. 1-3, nov.2004.

CALLADO, A. L. C.; ALMEIDA, M. A.; CALLADO, A. A. C. Gestão de custos em micros, pequenas e médias empresas: um perfil dos artigos publicados no Congresso Brasileiro de Custos. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2005. p. 8-10.

CASTRO, A. F.; SILVA, G. M. P.; SANTOS, S. F. O controle de documentos mantidos em meio eletrônico e os requisitos da NBR ISO/IEC 17025. Metrosul, Foz do Iguaçu, v.1, p.1-3, nov.2004.

CERVO, D. O Minimalismo e suas técnicas composicionais. Per Musi, v. 11, p. 44-59, 2005.

FORD, H. Minha Vida, Minha Obra. 2. ed. São Paulo: Companhia Monteiro Lobato, 2021. p. 33-41.

LAGIOIA, U. C. T. et al. A gestão por processos gera melhoria de qualidade e redução de custos: o caso da unidade de ortopedia e traumatologia do hospital das clínicas da Universidade Federal de Pernambuco. Revista Contabilidade & Finanças, v. 19, p. 77-90, 2008.

LEVORATO, D. C. S. Gestão da mudança e implantação da cultura de inovação: revisão e integração dos temas em organizações empresariais. Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação, v. 17, n. esp., p. 1-17, 2021.

MOREIRA, D. A. Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 1998. p. 7-10.

PAIVA, K. C. M. et al. Quanto tempo o tempo tem?: um estudo sobre o (s) tempo (s) de gestores do varejo em Belo Horizonte (MG). Organizações & Sociedade, v. 18, p. 661-679, 2011.

ROCHA, R. P. et al. Planejamento, Programação e Controle da Produção em Pequenas e Médias Empresas: Um Estudo Teórico. Ponta Grossa: Combrepro, p. 15-18, nov.2012.

SANTOS, L. M.; FERREIRA, M. A. M.; FARIA, E. R. Gestão financeira de curto prazo: características, instrumentos e práticas adotadas por micro e pequenas empresas. Revista de Administração Unimep, v. 7, n. 3, p. 70-92, 2009.

SUZANO, M. A. Teoria da Produção e Operações para Administradores. São Paulo: Gen LTC, 2009. p. 102-112.

TZU, S. A arte da Guerra. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2019. p. 27. E-book. Disponivel em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjJztLqrq7zAhWPqpUCHZR-BIAQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.livronautas.com.br%2FLivro%2FBaixar%2F503&usg=AOvVaw1YcHg-GY3U_Pm-rGFADMqV. Acessado em: 3 de outubro de 2021.

VALLS, Valeria Martin. O profissional da informação no sistema da qualidade nas empresas: Um novo espaço para atuação com ênfase no controle de documentos e registros da qualidade. Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 15-21, nov.1998.

ZIMMERMANN, A. F. Pila fácil: sistema de gerenciamento de pedidos. Rio Grande do Sul: Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2010. p. 40-52.

ZIMOSKY, M. Minimalismo. Revista Artivismo, v. 2, p. 12-14, 2021.

Capítulo 8

10.37423/220505836

DEPRECIAÇÃO: SEUS EFEITOS NO LUCRO E NA SUBSTITUIÇÃO DOS BENS DO ATIVO IMOBILIZADO

Evandir Megliorini — *Universidade Federal do ABC*

Ary Silveira Bueno — *Fundação Santo André*

Resumo: A depreciação dos bens que integram o ativo imobilizado de uma empresa representa um custo ou despesa durante o período de vida útil dos bens. No entanto, sua apropriação como custo ou despesa é facultativa conforme a legislação fiscal. Não representa desembolso de caixa, configurando-se, portanto, em uma sobra de recursos que deve ser gerenciada no sentido de constituição de um fundo para substituição dos bens. Sua não apropriação ou sua apropriação como custos ou despesas que não condiz com a realidade do consumo dos bens sujeitos a depreciação influencia no lucro, não permitindo com isso uma análise adequada do desempenho de uma empresa. Esse artigo, caracterizado como pesquisa exploratória, foca em dois pontos a respeito da depreciação, sobre sua influência no real significado do lucro de uma empresa e, a formação de um fundo de recursos para ser usado quando da substituição dos bens do ativo imobilizado ao final de sua vida útil. Para isso, vale-se de uma situação hipotética a respeito da depreciação e sua aplicação em conformidade com a legislação tributária.

Palavras-chaves: depreciação, vida útil, lucro.

1. INTRODUÇÃO

A depreciação dos bens que compõem o ativo imobilizado de uma empresa corresponde ao consumo desses bens durante o período em que estiverem em uso na realização de atividades relativas a produção, administração ou vendas.

Dessa forma, para Iudícibus et al (2010, p. 247), “o custo de tais ativos deve ser alocado de maneira sistemática aos exercícios beneficiados por seu uso no decorrer de sua vida útil econômica”.

Assim, o valor correspondente a depreciação deve ser tratado como um elemento de custos ou despesas quer seja quando de estudos de viabilidade de um projeto de investimentos quer seja na apuração do resultado da empresa.

No entanto, a alocação do valor correspondente a depreciação nos custos ou despesas é facultativa ou não obrigatória. Isto está de acordo com o Art. 317 do Decreto 9.580 (BRASIL, 2018) que descreve que esse valor poderá ser computado como custo ou encargo, em cada período de apuração, a importância correspondente à diminuição do valor dos bens do ativo resultante do desgaste pelo uso, da ação da natureza e da obsolescência normal.

Ao não computar como custo ou despesa não se permite ter clareza sobre a real situação de uma empresa relativamente ao lucro e aos investimentos no ativo imobilizado. Além disso, a empresa aparenta ter menor custo em relação à concorrência que procede de forma adequada, o que pode induzir a praticar preços menores, prejudicando, com isso, o perfeito funcionamento de mercado.

Destaque-se a atenção que também deve ser dada quando a empresa apresentar prejuízo. Neste caso, sendo a depreciação contabilizada ou não, deve-se atentar para este efeito, sob os aspectos da gestão financeira e econômica da empresa.

A depreciação é um fator importante como recuperação do capital investido no ativo imobilizado, uma vez que, devidamente tratada, ao não proporcionar desembolso, o valor correspondente sobra no caixa da empresa, devendo constituir um fundo de recursos para ser usado quando da substituição de ativos ao final da vida útil.

Este artigo discorre sobre a depreciação dos bens do ativo imobilizado e que seu registro não deve focar apenas no cumprimento à legislação, mas que serve como importante informação à gestão da empresa. O presente trabalho foca em dois pontos, sobre a influência da depreciação no real significado do lucro ou do prejuízo de uma empresa e, a formação de um fundo de recursos para ser

usado quando da substituição dos bens ao final de sua vida útil. Para isso, vale-se de uma situação hipotética a respeito da depreciação e sua aplicação em conformidade com a legislação tributária.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho é caracterizado de acordo com o objetivo proposto, como uma pesquisa exploratória, tendo em vista que o objetivo reside em proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Será desenvolvido sob a forma de uma pesquisa bibliográfica, que conforme Cervo e Bervian (2002), procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas. Para Lakatos e Marconi (1994), a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que foi escrito sobre o assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem.

3. DEPRECIAÇÃO: SUA INFLUÊNCIA NO LUCRO DE UMA EMPRESA

As empresas são constituídas com o propósito de produzir bens e serviços que satisfaçam os desejos e necessidades das pessoas. Em contrapartida, os empreendedores buscam um resultado econômico que atenda suas exigências em termos de retornos sobre os investimentos realizados. O lucro/resultado apurado pela Contabilidade pode ser considerado como um fator de sucesso ou não de uma empresa e, consequentemente, da satisfação das exigências dos empreendedores.

O lucro contábil, basicamente, tem a seguinte estrutura:

Receita Bruta

(-) ICMS

(=) Receita Líquida

(-) CPV/CMV/CSP

(=) Lucro Bruto

(-) Despesas Administrativas e Comerciais

(=) Lucro Operacional

(-) Imposto de Renda e Contribuição Social (IR/CS)

(=) Lucro ou Prejuízo

Entretanto, o valor que representa o Lucro pode ser obtido por diferentes procedimentos possibilitados por alternativas possíveis conforme as práticas contábeis em uso pela empresa, bem como da sistemática de tributação do IR/CS.

Entre as práticas contábeis, tem-se o método de custeio, os critérios de valorização dos estoques e os métodos de depreciação. Quanto ao IR/CS, a legislação fiscal considera, basicamente duas sistemáticas de se apurar o lucro sobre o qual se aplicam as alíquotas desses tributos: Lucro Real e Lucro Presumido. Na ausência da escrituração contábil, tem-se, ainda, o lucro arbitrado. Micros e pequenas empresas podem optar por uma forma diferenciada de tributação, o Simples Nacional, quando atenderem a determinados requisitos.

A diferença básica entre as sistemáticas de tributação do Lucro Real e Presumido reside na base do cálculo do IR/CS.

As empresas podem optar por uma sistemática ou outra, escolhendo aquela que lhe seja mais vantajosa em termos do montante de IR/CS a pagar, exceto aquelas empresas que se enquadram em determinadas situações previstas na legislação, como ter auferido receita bruta superior a R$ 78.000.000,00 no ano-calendário anterior, conforme o Art. 257 do Decreto 9.580 (BRASIL, 2018) que são obrigadas ao Lucro Real. Mesmo tendo receita bruta igual ou inferior a esse montante, as empresas podem optar por essa sistemática de tributação ou então, pela sistemática do Lucro Presumido.

O lucro presumido, por sua vez, é uma forma simplificada de tributação em que o IR/CS são calculados com base em um percentual estabelecido nos artigos 591 e 592 do Decreto 9.580 (BRASIL, 2018) sobre o valor da Receita Bruta, independentemente se a empresa obteve lucro ou não no período. O Art. 591 fixa em 8% aplicado sobre a receita bruta para se determinar o lucro presumido e, o Art. 592 fixa percentuais específicos conforme a atividade exercida pela empresa.

Ressalta que no caso da opção pelo Lucro Presumido, as práticas contábeis utilizadas pela empresa na apuração dos custos e despesas não interferem no cálculo do IR/CS. Situação diferente ocorre quanto a sistemática do Lucro Real pela qual a base de cálculo destes tributos é influenciada pelos custos e despesas apropriados aos produtos e serviços.

Neste contexto, o lucro apresentado por uma empresa deve ser analisado sob um olhar crítico para compreender o verdadeiro resultado de uma empresa.

Para exemplificar, consideremos que uma empresa apresenta R$ 60.000,00 de Lucro Operacional, assim calculado:

Receita Bruta ..... R$ 220.000,00

(-) ICMS (18%) ..... R$ 39.600,00

(=) Receita Líquida ..... R$ 180.400,00

(-) C.P.V. .....R$ 104.000,00

(=) Lucro Bruto .....R$ 76.400,00

(-) Despesas Administrativas e Comerciais ..... R$ 16.400,00

(=) Lucro Operacional ..... R$ 60.000,00

Qual seria o valor do IR/CS bem como o Lucro Líquido dessa empresa?

Consideremos que a empresa apura os custos e despesas em conformidade com as normas e legislações pertinentes. Neste caso, o Lucro Operacional de R$ 60.000,00 corresponde ao Lucro Contábil, o qual poderá coincidir ou não com o Lucro Tributável sobre o qual se aplicam as alíquotas do IR/CS.

Entretanto, a empresa necessitará realizar ajustes no Lucro Contábil caso utilize práticas contábeis para determinação dos custos e despesas que conflitem com as regras fiscais, entre elas, o critério de cálculo da depreciação. De acordo com o art. 319 do Decreto 9.580 (BRASIL, 2018), a quota de depreciação a ser apropriada como custo ou despesa corresponde a aplicação da taxa anual de depreciação sobre o custo de aquisição do ativo. Esse decreto, em seu artigo 320 delega a Secretaria da Receita Federal do Brasil do Ministério da Fazenda a publicação do prazo de vida útil admissível para efeito de depreciação de cada espécie de bem. A Instrução Normativa RFB 1700 (BRASIL, 2017) fixa esses prazos.

3.1. MÉTODOS DE DEPRECIAÇÃO DOS ATIVOS

O Comitê de Pronunciamentos Contábeis (2009), em seu pronunciamento nº 27, que trata do ativo imobilizado, diz que “O método de depreciação utilizado reflete o padrão de consumo pela entidade dos benefícios econômicos futuros”. Ainda, neste pronunciamento tem-se que a “A entidade seleciona o método que melhor reflita o padrão do consumo dos benefícios econômicos futuros esperados incorporados no ativo”.

Assim, vários métodos podem ser utilizados para efeito do cálculo da depreciação. Entre esses métodos tem-se o método das quotas constantes ou método linear, pelo qual se apropria como custo ou despesa um valor constante. Esse método corresponde aquele determinado pela legislação do Imposto de Renda.

Outro método, o das unidades produzidas se baseia no uso ou volume de produção esperados, que pode ser em quantidades físicas, horas de trabalho ou quilos processados e o método exponencial ou taxa constante pelo qual o valor da depreciação anual vai diminuindo com o tempo, presumindo a redução da capacidade de uso do bem.

Importante ressaltar que o método a ser utilizado pela empresa resulta de um julgamento baseado na experiência adquirida com o uso de seus ativos imobilizados.

3.2. LUCRO APURADO PELA SISTEMÁTICA DO LUCRO REAL

Consideremos, por simplificação, que entre as práticas contábeis adotadas pela empresa apenas o critério de depreciação conflita com aquelas aceitas pela legislação do Imposto de Renda. Enquanto o fisco determina o método das quotas constantes, a empresa considera o método da quantidade produzida representada pelos quilos processados de matéria-prima.

Consideremos, também, que a empresa possua apenas uma máquina em sua linha de produção, com valor registrado no Ativo Imobilizado de R$ 250.000,00. Estudos da engenharia de produção e de acordo com o fabricante, essa máquina tem expectativa de gerar a produção correspondente ao processamento de 50.000 quilos de matéria-prima.

No ano de apuração do resultado de R$ 60.000,00 a empresa processou 8.000 kg de matéria prima e toda a produção foi vendida. Tem-se, então, que o custo correspondente a depreciação inclusa no CPV é de R$ 40.000,00.

De acordo com a legislação tributária, para se determinar a base de cálculo do IR/CS, a empresa deve realizar o ajuste da diferença entre o valor apropriado como custo e o valor resultante do método das quotas constantes. Pelo método das quotas constantes, o valor da depreciação é R$ 25.000,00, uma vez que essa máquina, conforme o fisco, tem vida útil de 10 anos.

De forma esquemática, o lucro tributável é calculado da seguinte maneira:

Lucro Operacional ..... R$ 60.000,00

(+) Adições: Depreciação (método da quantidade produzida) .....R$ 40.000,00

(-) Exclusões: Depreciação (método das quotas constantes) ..... R$ 25.000,00

(=) Lucro Tributável ..... R$ 75.000,00

Sobre esse valor aplica-se a alíquota do IR/CS. Consideremos alíquota de 25% referente ao Imposto de Renda e de 9% de Contribuição Social. Desse modo, o valor do IR/CS é R$ 25.500,00.

Assim, o lucro líquido da empresa é:

(=) Lucro Operacional ..... R$ 60.000,00

(-) I.R. e C.S. ..... R$ 25.500,00

(=) Lucro Líquido ..... R$ 34.500,00

3.3. LUCRO APURADO PELA SISTEMÁTICA DO LUCRO PRESUMIDO

Consideremos que a presunção do lucro tributável dessa empresa seja de 8% aplicado sobre a receita bruta. Assim, o lucro tributável é R$ 17.600,00.

Sobre esse valor aplica-se a alíquota do IR/CS. Consideremos alíquota de 25% referente ao Imposto de Renda e de 9% de Contribuição Social. Desse modo, o valor do IR/CS corresponde a R$ 5.984,00.

Assim, o lucro líquido da empresa é:

(=) Lucro Operacional ..... R$ 60.000,00

(-) I.R. e C.S. ..... R$ 5.984,00

(=) Lucro Líquido ..... R$ 54.016,00

4. ASPECTO FINANCEIRO DA DEPRECIAÇÃO E A CONSTITUIÇÃO DE UM FUNDO DE RESERVA

A depreciação é considerada como custo ou despesa, mas, efetivamente, não representa um desembolso de caixa durante o período de sua apuração. O desembolso ocorreu quando o bem foi adquirido.

A empresa adquire um bem cujo valor gasto é registrado no ativo imobilizado. Esse valor gradativamente vai sendo convertido em custo ou despesa por meio da depreciação durante o período em que o bem estiver em uso. Isso implica que a empresa estará recuperando o valor gasto com a aquisição do bem por meio das vendas realizadas. Assim se expressa Assaf Neto (1980) “[...] a depreciação é um custo sem assumir a forma de pagamento, que se introduz periodicamente na

empresa, a manutenção interna destes recursos constituir-se-á numa permanente fonte de financiamento para a empresa".

Não representando custo ou despesa, o valor correspondente a depreciação torna-se uma disponibilidade financeira para a empresa, devendo ser computado como fundo de reserva. Entretanto, o valor da depreciação não sendo reservado podem ter outros destinos, como a distribuição aos sócios/acionistas como se lucro fossem ou pagamento de obrigações de curto prazo.

Para Oliveira (1982) a alocação das parcelas de depreciação aos custos consiste na determinação de uma parte do fluxo de caixa que não deve ser gasta ou distribuída aos proprietários da empresa sob pena de não ter recursos para a reposição dos bens.

Entretanto, ressalta Cipriano (2009), existem dificuldades reais sobre a compreensão prática e aplicação do conceito da depreciação, particularmente quando se trata de pequenas e médias indústrias, impedindo com isso, a possibilidade de atividades autossustentáveis.

Oda (2015), considera que muitas empresas não dão a devida importância ao controle do ativo imobilizado e da depreciação. Nesse caso, diz Oda (2015), que "[...] a tendência é que essa empresa passe a ter dificuldade para competir com a concorrência e não dispor de recursos financeiros quando decidir renovar seu imobilizado". Conclui o autor que "Todas as empresas devem elaborar e adotar uma política de renovação do seu parque fabril".

Assaf Neto (1980) descreve que:

> Ao efetuar a depreciação, o empresário deverá estar acumulando recursos suficientes que lhe permitirão proceder, no momento oportuno, a substituição de seus equipamentos. É este o objetivo central do processo de depreciação. Não visa ele o lucro, mas a reposição dos equipamentos depreciados, em idênticas condições.

Como consequência, adverte Assaf Neto (1980), que a empresa que não efetua periodicamente a depreciação de seus bens imobilizados, ou considerar valores abaixo de um nível real, sofre um processo de deterioração em seu capital. Essa empresa irá observar que seus ativos perdem a capacidade de utilização, não dispondo de recursos suficientes para as substituições necessárias. Assim, lançará mão de fundos próprios com consequências negativas para o seu patrimônio Líquido. Finaliza o autor que isso é descapitalização da empresa.

Morais (2017) considera que a depreciação tem como objetivo a formação de um fundo, cuja finalidade é a recuperação contábil do capital aplicado. Diz o autor que "Na prática, é como se a empresa estivesse VENDENDO partículas de seu ativo imobilizado, decorrentes do planejamento que

resultou na formação do PREÇO de venda de seus produtos, mercadorias ou serviços para CADA cliente [...]". Conclui dizendo que o objetivo é formar um fundo de caixa capaz de repor aquele bem, quando ocorrer a necessidade de sua reposição.

Megliorini (2018) ressalta que na prática, o valor correspondente a depreciação apropriado como custo está computado no saldo de uma das contas do Ativo Circulante (Caixa ou Duplicatas a Receber), que se não for segregado e destinado à constituição do fundo para reposição, fica disponível para uso no pagamento das obrigações de curto prazo, deixando de prover, neste caso, recursos par reposição dos bens.

Francischetti et al (2020) consideram que "O uso da depreciação pelas organizações deve ser muito mais estratégica e gerencial do que somente legal ou fiscal, que seguem os critérios e exigências do Regulamento do Imposto de Renda".

Desse modo, os valores correspondentes a depreciação deveria constituir um fundo de recursos para substituição dos bens do ativo imobilizado no futuro.

Para ilustrar a formação desse fundo, consideremos que uma empresa adquira um equipamento cujo custo registrado no Ativo Imobilizado corresponde a R$ 250.000,00. A empresa considerou que deveria apropriar valores de depreciação mais elevados nos anos iniciais da vida útil do equipamento, que foi estimado em 60 meses. Para determinar os valores mensais da depreciação, utilizou-se o Método Exponencial ou Método da Taxa Constante. Por este método, obtém-se uma taxa fixa aplicada sobre o valor contábil do ativo, obtida mediante o seguinte cálculo:

$$Td = 1 - \sqrt[N]{\frac{Vr}{Ca}}$$

Onde,

Td = taxa de depreciação

Vr = Valor residual

Ca = Custo do ativo (ou Valor Contábil)

N = Vida útil do ativo

A empresa estima que após 5 anos de uso, esse equipamento poderia ser vendido para um mercado de segunda mão, gerando R$ 50.000,00 de receita líquida, sendo este seu valor residual.

Assim, a taxa fixa de depreciação é 0,026467398. Os valores mensais da depreciação constam do Quadro 1.

Quadro 1. Depreciação Mensal

Meses	Depreciação		Valor Contábil
	Mensal	Acumulada	
0			250.000,00
1	6.616,85	6.616,85	243.383,15
2	6.441,72	13.058,57	236.941,43
3	6.271,22	19.329,79	230.670,21
4	6.105,24	25.435,03	224.564,97
5	5.943,65	31.378,68	218.621,32
....	....	....	....
56	1.513,31	194.336,82	55.663,18
57	1.473,26	195.810,08	54.189,92
58	1.434,27	197.244,35	52.755,65
59	1.396,30	198.640,65	51.359,35
60	1.359,35	200.000,00	50.000,00

Os valores mensais da depreciação serão aplicados em um banco com rendimento igual a taxa Selic, que atualmente encontra-se fixada em 2% ao ano (UOL, 2021). Assim o rendimento dessa aplicação ao final de 60 meses corresponde a R$ 12.744,79. O Quadro 2 apresenta esse rendimento.

Quadro 2. Rendimentos

Meses	Aplicação	Rendimento	Saldo
1	6.616,85		6.616,85
2	6.441,72	10,93	13.069,50
3	6.271,22	21,59	19.362,30
4	6.105,24	31,98	25.499,52
5	5.943,65	42,11	31.485,29
....	....	....	....
56	1.513,31	336,68	205.704,93
57	1.473,26	339,74	207.517,93
58	1.434,27	342,73	209.294,92
59	1.396,30	345,67	211.036,90
60	1.359,35	348,54	212.744,79
SOMA	200.000,00	12.744,79	

Na contabilidade, o rendimento de R$ 12.744,79 é tratado como receita financeira, sendo, portanto, adicionado a base de cálculo do IR/CS, elevando o valor do IR e CS da empresa em R$ 4.333,23. Assim, o rendimento líquido é de R$ 8.411,56.

Agora, analisemos o ganho ou perda de capital resultante da alienação desse equipamento após seu tempo de vida útil.

O ganho ou a perda de capital nas empresas tributadas pela sistemática do Lucro Real são adicionados ao lucro tributável (art. 501 do Decreto 9580/2018), ao passo que nas empresas tributadas pela sistemática do Lucro Presumido, apenas os ganhos de capital são adicionados ao lucro tributável (art. 595 do Decreto 9580/2018).

O ganho ou a perda de capital é obtido mediante o seguinte cálculo:

Receita Líquida

(-) Valor Contábil

(=) Ganho ou Perda de capital

O valor contábil é calculado da seguinte maneira:

Custo do ativo registrado no imobilizado

(-) Depreciação acumulada (método fiscal)

(=) Valor Contábil

No exemplo apresentado, para efeito de cálculo da depreciação pelo método fiscal, a vida útil do equipamento é de 10 anos, conforme a Receita Federal. Assim, transcorridos 60 meses, a depreciação acumulada corresponde R$ 125.000,00 e, o valor contábil a R$ 125.000,00.

Assim, considerando que a empresa estima vender o equipamento após os 60 meses por R$ 50.000,00, tem-se uma perda de capital de:

Receita Líquida ..... R$ 50.000,00

(-) Valor Contábil ..... (R$ 125.000,00)

(=) Ganho ou Perda de capital ..... (R$ 75.000,00)

Para uma empresa tributada pela sistemática do Lucro Real, o Lucro Tributável será reduzido em função da perda de capital, ao passo que pela sistemática do Lucro Presumido, não.

Neste caso, sendo tributada pela sistemática do Lucro Real, haveria uma redução no valor do IR/CS da empresa no valor de R$ 25.500,00.

Considerando a empresa tributada pela sistemática do Lucro Real tem-se que a depreciação acumulada no valor de R$ 200.000,00 acrescido do ganho financeiro no valor de R$ 8.411,56 e o efeito no Imposto de Renda pela perda de capital no valor de R$ 25.500,00, a depreciação e seus efeitos corresponde a um montante de R$ 233.911,56.

Caso a empresa seja tributada pela sistemática do lucro presumido, teria um montante de R$ 208.411,56.

Observa-se pelo exemplo apresentado que a depreciação constitui uma fonte de recursos a ser utilizada quando da substituição de bens ao final da vida útil. Para Assaf Neto (1980) a empresa deverá ter acumulado recursos suficientes para integralizar um novo bem em condições idênticas, reconstruindo desta forma o ativo consumido. Ressalva o autor que considerando as mudanças tecnológicas e de preços que o processo de depreciação sozinho não satisfaz integralmente as necessidades de recursos para a reposição dos bens, mas que ela é um componente das fontes de financiamento juntamente com lucros retidos, aumento de capital e recursos de terceiros.

5. CONCLUSÃO

A depreciação dos bens do ativo imobilizado de uma empresa compreende ao consumo desses bens durante o período de vida útil. Sua apropriação como custo ou despesa, é facultativa, conforme legislação fiscal. No entanto, ao deixar de computar como custo ou despesa, compromete-se a real situação do resultado de uma empresa ao reduzir o montante de custos e despesas e, consequentemente, aumento do lucro.

Como a depreciação é um elemento de custos ou despesas que não representa desembolso de caixa nos períodos em que ocorrem as apropriações, os valores correspondentes sobram no caixa da empresa, devendo ser considerados como recuperação do capital investido. A boa gestão deve tratar esses valores como fundo de reserva para a substituição dos bens ao final da vida útil. Ao não proceder dessa forma, os valores da depreciação podem ter outros destinos, como a distribuição aos sócios/acionistas como se lucro fossem ou mesmo para pagamentos de obrigações de curto prazo.

O presente trabalho teve como propósito discorrer sobre a depreciação, não apenas do ponto de vista legal e a constituição de uma reserva para fins de substituição de bens, mas também sobre a influência

no real significado do resultado de uma empresa em conformidade com a sistemática de tributação do IR/CS.

Conclui-se que cabe aos gestores de uma empresa o tratamento adequado da depreciação como custos ou despesas bem como a constituição de uma reserva para substituição dos bens ao final da vida útil e, a análise do resultado de uma empresa deve ser precedida do entendimento dos efeitos da depreciação sobre esse resultado combinado com a sistemática de tributação do IR/CS.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO. Alexandre. Depreciação: conceitos, aspectos e descapitalização. Rev. Adm. IA - USP São Paulo Vol. 15(1) pág. 18 -32 Jan/Mar 1980.

BRASIL. Instrução Normativa RFB 1.700 de 14 de março de 2017. Dispõe sobre a determinação e o pagamento do imposto sobre a renda e da contribuição social sobre o lucro líquido das pessoas jurídicas e disciplina o tratamento tributário da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins no que se refere às alterações introduzidas pela Lei nº 12.973, de 13 de maio de 2014. Disponível em http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=81268&visao=anotado. Acesso em 12 de fevereiro de 2021.

BRASIL. Decreto 9.580 de 22 de novembro de 2018. Regulamenta a tributação, a fiscalização, a arrecadação e a administração do Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9580.htm. Acesso em 12 de fevereiro de 2021.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. Metodologia Científica. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CIPRIANO, Flores de Jesús Sidronio. Apuntes de ingenieria económica. Tecnológico de Estudios SuperioresDelOrienteDelEstadodeMÉXICO.2009.Disponívelemhttps://www.academia.edu/36423814/APUNTES_DE_INGENIERIA_ECON%C3%93MICA_CLAVE_IAE_0419_POR_EL_PROF_FLORES_DE_JES%C3%9AS_SIDRONIO_CIPRIANO_DIVISI%C3%93N_DE_INGENIERIA_AMBIENTAL. Acesso em 15 de fevereiro de 2021.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS. PRONUNCIAMENTO TÉCNICO CPC 27. Ativo Imobilizado.Termodeaprovaçãode26dejunhode2009.Disponívelemhttp://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/316_CPC_27_rev%2014.pdf. Acesso em 15 de fevereiro de 2021.

IUDÍCIBUS Sérgio de; MARTINS, Eliseu; GELBCKE, Ernesto Rubens, SANTOS, Ariovaldo dos. Manual de contabilidade societária. São Paulo: Atlas, 2010.

FRANCISCHETTI, C. E.; SILVA, N. M. M. da; OLIVEIRA, L. L. de; OLIVEIRA; J. A. J. de. Depreciação: Aplicação Gerencial e Estratégica Para a Reposição de Capital. European Academic Research. Vol. VIII, Issue 7/ October 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, 1994.

MEGLIORINI, Evandir. Engenharia Econômica. Conceito e Aplicações. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2018.

MORAIS, Roberto Rodrigues de. IRPJ e a depreciação acelerada. Jus.com.br. 2017. Disponível em https://jus.com.br/artigos/62583/irpj-e-a-depreciacao-acelerada. Acesso em 15 de fevereiro de 2021.

ODA, G.A importância da depreciação e o sucesso da empresa. 2015.Disponível em: https://www.afixcode.com.br/blog/importancia-depreciacao-sucesso-empresa/. Acesso em 16 de fevereiro de 2021.

OLIVEIRA, J. A. N. de. Engenharia econômica: uma abordagem às decisões de investimento. São Paulo: McGraw-Hill, 1982.

UOL. Juros. Em 1ª reunião de 2021, BC decide manter juros em 2% ao ano. – Disponível em https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2021/01/20/bccopomselic20janeiro2021.htm?cmpid=copiaecola. Acesso em 16 de fevereiro de 2021

Capítulo 9

10.37423/220505847

APLICAÇÃO DA REGRESSÃO POLINOMIAL DE GRAU TRÊS PARA PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM GOIÁS PARA 2021

Juliane de Sousa Oliveira — *Universidade Federal de Goiás*

Laura Luna Silva Machado — *Universidade Federal de Goiás*

João Vitor Batista — *Universidade Federal de Goiás*

Agenor Sousa Santos Neto — *Universidade Federal de Goiás*

Júlio Cesar Valandro Soares — *Universidade Federal de Goiás*

Resumo: Este estudo teve como objetivo, analisar a produção de mandioca para o ano de 2021 no Brasil, utilizando a técnica de regressão polinomial de grau três. Visto a importância deste alimento no país, faz-se necessário a análise de sua produção. Para a realização do estudo os dados foram coletados por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram obtidas informações de 120 meses de produção de mandioca. A técnica escolhida trouxe resultados satisfatórios. E para 2021 espera-se uma queda na produção, se comparado com a produção de 2020. Aconselha-se, para estudos futuros, técnicas mais avançadas para esta avaliação, como inteligência artificial e lógica *fuzzy*.

Palavras-chave: Previsão de demanda; Mandioca; Goiás.

1. INTRODUÇÃO

Com valor nutritivo, versátil e seu cultivo em alta no estado de Goiás, principalmente entre os pequenos agricultores, a mandioca vem se destacando no setor agroindústria e alimentício. Pode ser comercializada congelada, processada como farinha de mandioca e polvilho, na versão de tapioca e já ralada para fins culinários de pratos típicos. As cooperativas, responsáveis pelo intercurso da mandioca e os derivados entre os produtores e consumidores, atendem hoje cerca de 35 cidades do interior do estado de Goiás e em Brasília (BATISTA, 2018). Devido ao crescimento do produto e sua comercialização, torna-se necessário uma análise sobre a produção de mandioca no estado de Goiás com a finalidade de assegurar a cadeia de suprimentos dos setores dependentes do produto e dos derivados. Portanto, o estudo em pauta tem como objetivo realizar uma previsão de demanda da produção de mandioca do estado de Goiás para o ano de 2021.

2. MÉTODOS

O estudo foi realizado a partir da solicitação de dados mensais da produção de mandioca ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) referentes aos anos de 2011 a 2020, para o estado de Goiás. A solicitação foi realizada dia 25/06/2021 e atendida dia 05/07/2020. Após o recebimento, os dados foram tratados no software Microsoft Excel®, com a finalidade de obter-se a equação polinomial de grau três e realizar a previsão para o ano de 2021.

3. RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

A partir dos dados obtidos de 120 meses foi possível elaborar o gráfico de tendência da produção de mandioca e encontrar a polinomial de grau três, conforme com a Figura 1. Por meio da figura 1, nota-se que a produção de mandioca entre os anos de 2011 a 2020 sofreu uma considerável variação possuindo, assim, comportamento não constante.

Apesar da produção sofrer variações durante os anos de 2011 a 2020, o R^2 ainda assim mostrou-se satisfatório e com isso, foi obtida a equação polinomial de grau três para prever a produção de mandioca em 2021.

Logo, após obter a equação encontra-se que a previsão para o ano de 2021 é de 1.865.435 toneladas. Ademais, comparando-se com a produção do ano de 2020, é esperada uma queda de 9%.

4.CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo, teve como objetivo, apresentar a quantidade da produção de mandioca em números, para o ano 2021. Por meio da técnica escolhida, regressão polinomial de grau três, foi possível obter o resultado esperado. De acordo com a técnica a produção de mandioca terá uma queda em 2021, se comparado com 2020.

Para pesquisas futuras aconselha-se a utilização de técnicas mais robustas, como inteligência artificial e lógica *fuzzi*, para realizar previsões que sejam ainda mais assertivas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, Diane. Mandioca ganha atenção de pequenos produtores em Goiás. Federação da AgriculturaePecuáriaGoiás(FAEG).Disponívelem:<https://sistemafaeg.com.br/faeg/noticias/noticias/mandioca-ganha-atencao-de-consumidores-e-de-pequenos-produtores-em-goias> Acesso 10 jun de 2021.

Capítulo 10

10.37423/220505864

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM UMA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE PLÁSTICOS

BRUNO SOUSA SANTOS

Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão.

Pedro Vieira Souza Santos

Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão.

Resumo: A indústria de plásticos cresce com a globalização, trazendo novas perspectivas produtivas, e o aumento do consumo e da concorrência exige das empresas uma melhor utilização dos seus recursos. Este artigo teve como objetivo apresentar um estudo de caso de como uma organização pode desenvolver uma formulação objetiva e prática para eliminar desperdícios em uma indústria de plásticos. Tal formulação baseia-se em utilizar ferramentas do *Lean Manufacturing*. Através da análise e solução de problemas verificou-se a possibilidade de implementar a gestão visual e a padronização das tarefas. Após tais modificações, observou-se inicialmente um ganho substancial em comparação com configuração anterior. Após implantação das melhorias foi alcançado à redução significativa dos desperdícios no processo. Através da análise dos dados dos resultados obtidos, verificou-se uma resposta positiva à proposta inicial. Podemos concluir que com a adoção das novas configurações foram obtidos ganhos de produtividade, redução de tempo de produção e aumento de eficiência do processo.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing.* Gestão Visual. Padronização.

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da demanda do mercado por bens e o consumismo elevado pressiona as empresas a aumentarem sua produção e reduzir os custos (SANTOS, 2020). Nesse contexto, a indústria de plástico, por exemplo, percebendo essa tendência busca através da melhoria dos seus processos suprir as necessidades do mercado e manter-se competitiva.

A utilização de maquinário e práticas produtivas de forma ineficiente tem criado um ambiente de baixa produtividade e pouco competitivo. Há um forte potencial para desenvolver novas maneiras de alcançar níveis de eficiência cada vez maiores (SANTOS; SILVA, 2019). De acordo com Al-Qatawneh e Hafeez (2015) e Marodin et al. (2018) em função dos mercados altamente competitivos e globais, as empresas necessitam buscar constantemente a melhoria contínua dos seus resultados operacionais, inovar nos processos, gerenciar e controlar o funcionamento de suas operações, utilizando ferramentas e métodos de gestão que possam direcionar a organização para a eficiência operacional, buscando a eliminação de desperdícios, redução de custos e maior qualidade nos produtos e serviços.

O *Lean Manufacturing* consiste em uma iniciativa que tem como intuito eliminar desperdícios, ou seja, excluir o que não agrega valor para o cliente e imprimir velocidade a empresa. O Pensamento enxuto que é uma forma de especificar valor, dispor na melhor sequência as ações que criam valor, efetivar essas atividades sem interrupções sempre que alguém as solicita e faze-las de forma cada vez eficiente é um excelente aliado no combate aos desperdícios. As principais ferramentas Lean utilizadas para colocar em prática os princípios do *Lean Thinking* são: Mapeamento do Fluxo de Valor, Kaizen, Padronização, Gestão Visual, Kanban, 5S, Redução de Setup, TPM, Cadeia de Ajuda e *Poka Yoke* (BEGAM et al., 2014; YADAV; DESAI, 2016; SANTOS et al., 2019).

É importante ressaltar que é crescente o número de empresas que adotaram o Lean Manufacturing, porém é importante enfatizar que a utilização dessa filosofia trata-se de um processo de mudança cultural da empresa. Logo, o fato da empresa utilizar as ferramentas proposta pelo Lean não implica dizer que a mesma terá sucesso absoluto na sua implementação.

Com base na importância da cultura Lean nas organizações e na gestão eficiente dos processos produtivos em organizações, este trabalho busca responder a seguinte questão: Quais os principais fatores que interferem para a redução da eficiência operacional, aumento da geração de desperdícios e maximização dos custos em uma indústria de plástico?

Isto posto, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo realizado em uma indústria de plástico, apresentando como a mesma pode eliminar desperdícios de modo a possibilitar um maior ganho de produtividade, redução do tempo de produção e oferecer subsídios para possíveis aplicações em outras indústrias através da utilização das ferramentas Lean (Gestão Visual, VSM e padronização).

2. BASE TEÓRICA

O crescimento e desenvolvimento produtivo, juntamente com o aumento da demanda e consumo da população mundial, fizeram com que as indústrias elevassem seus resultados, já que era necessário produzir-se em maior quantidade no mesmo tempo disposto anteriormente, ainda buscando o aperfeiçoamento dos processos e redução dos custos e recursos (MODI; THAKKAR, 2014; DIAS et al., 2018; ARAUJO et al., 2018; PRATA; SANTOS, 2020).

Na década de 1910, Henry Ford, com o objetivo de aumentar sua produção, criou o Fordismo, sistema de produção em massa onde foram implantadas esteiras rolantes que conduziam seu produto, no caso os automóveis, até o próximo posto de produção, a modo de que os funcionários não precisavam se movimentar para executar sua tarefa resultando em maior eficácia em sua linha de produção.

Após a Segunda Guerra Mundial, afim de competir com a indústria automobilística americana, a Toyota desenvolveu o seu próprio sistema de manufatura, a manufatura enxuta. O objetivo desse novo sistema produtivo implantado por Taiichi Ohno era eliminar desperdícios. O novo sistema trabalhava apenas com a necessidade dos clientes, utilizando baixos estoques e garantindo a entrega de insumos e produtos no tempo exato, eliminando o tempo de espera de seu processo produtivo, assim, deixando-o mais eficaz (PEPPER; SPEDDING, 2010; STONE, 2012).

Desde então, o grande dilema das organizações baseia-se em onde deverá atuar-se para que seu sistema produtivo agregue maior valor ao produto fabricado, ou ainda, onde será possível trabalhar para reduzir-se as perdas existentes e controláveis em seu processo para melhorar seus resultados (HILTON; SOHAL, 2012; SANTOS; OLIVEIRA, 2019).

Diversos segmentos produtivos utilizam hora máquina e mão de obra além do necessário para cumprir determinada tarefa, itens estes, que geram oportunidades de melhoria consideráveis para essa linha de produção, capaz de alargar a eficácia do processo e agregar maiores resultados. Pode-se classificar essas perdas de sete maneiras diferentes: por superprodução, por espera, no transporte, no próprio processamento, por estoque, por movimentação e por fabricação de produtos defeituosos (ARAUJO et al., 2019; OHNO, 1997; ALEFARI et al., 2017; MOTA et al., 2019).

Para Ohno (1997), a superprodução está relacionada diretamente ao Just-intime, um dos pilares do Sistema Toyota de produção. Esse tipo de perda se dá de acordo com o estoque gerado pelo processo produtivo e o uso desnecessário de transporte de materiais, um exemplo de superprodução é a produção empurrada, onde primeiro fabrica-se o produto para depois mandá- los para as prateleiras de vendas, consumindo matéria prima para sua produção, utilizando hora homem e hora máquina, transporte, energia, armazenamento, e outros custos relacionados ao produto sem a certeza de sua venda.

Pode-se classificar a superprodução como o maior desperdício associado ao setor produtivo, visto que, além de gerar estoque e transportes desnecessários, acarreta em movimentação e tempo de espera, onde, além de acumular capital parado devido ao estoque gerado, ocupa o lugar da produção de materiais que teriam saída de mercado garantida.

Ultimamente, a diminuição dos tempos de preparação de equipamentos é colocada por várias empresas como um importante passo no aumento da eficiência do sistema produtivo e, consequentemente, no ganho de competitividade. Entre tais benefícios pode-se citar como principais: produção de diferentes tipos de produto em uma mesma jornada de trabalho; redução dos tempos totais de fabricação; do tamanho dos lotes processados e dos custos de fabricação; diminuição do tempo de entrega dos pedidos, e um atendimento mais rápido da demanda de mercado (BEGAM et al., 2014; SANTOS, 2019).

O Lean Manufacturing representa uma filosofia de gestão concebida pela Toyota com ênfase na redução de sete grandes desperdícios nas organizações, sendo eles: superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos. Segundo Werkema (2011) o lean compreende que dedicar-se a reduzir ou eliminar os desperdícios promove celeridade a empresa e reduz a quantidade de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço.

Após a segunda guerra mundial o Japão encontrava-se com a economia e indústrias destruídas ocorrendo a necessidade de reestruturação, surge então o sistema Toyota de produção, objetivando aumentar a produtividade e competitividade da indústria, possuindo como principais idealizadores Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda e o engenheiro Taiichi Ohno. Segundo Maximiano (2006) os mais importantes princípios do sistema Toyota são: fabricação com qualidade e a eliminação de desperdícios. A origem do Lean Manufacturing ocorreu como consequência do sistema Toyota de produção.

2.1. PRINCÍPIOS DO LEAN MANUFACTURING

O Pensamento Enxuto é um poderoso aliado para mitigar e combater os desperdícios, consiste em uma maneira de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que geram valor, efetuar essas atividades sem que haja interrupções sempre que alguém as solicite e faze-las de modo cada vez mais eficiente (SANTOS; ARAÚJO, 2018). Segundo o Lean Institute Brasil (ano) os princípios do Lean Thinking são:

• Especificar o valor – É crucial e considerado premissa básica deixar o cliente definir o que é valor em seu produto.

• Fluxo de Valor – Consiste em identificar o fluxo de valor, ou seja, decompor a cadeia produtiva e segregar os processos em três tipos: aqueles que geram valor, aqueles que não geram valor, mas são cruciais para a continuidade dos processos e da qualidade, e por fim aqueles que não agregam valor, e que devem ser eliminadas.

• Criar Fluxos Contínuos – Após identificar exclusivamente as tarefas que criam valor ao produto, é necessário ser criado um fluxo contínuo, ou seja, produzir sem interrupções. A ideia seria atender as necessidades dos clientes com rapidez, com menor tempo para processar os pedidos e baixo estoque. Essa é uma das etapas mais difíceis de atingir com indenidade.

• Produção Puxada – O fluxo contínuo possibilita a inversão do fluxo produtivo, ou seja, a empresa passa a trabalhar produzindo exclusivamente o que o cliente quer, reduzindo ao máximo o estoque. A depender da quantidade de produtos haverá a necessidade em se criar um supermercado de produto acabado, fazendo com que a empresa passe a produzir de forma a repor as unidades vendidas apenas nesse supermercado. Com a adoção da produção puxada se extingue a necessidade de descontos e promoções visando eliminar o estoque dos itens que já foram produzidos e estão parados.

• Buscar a perfeição - É a busca pela excelência, ou seja, pela melhoria contínua dos processos, pessoas, produtos, etc., com objetivo de agregar valor ao cliente, atender suas expectativas e até mesmo superá- las. É essencial que haja a integração de todos os elos pertencentes da cadeia produtiva.

As principais ferramentas que são utilizadas para pôr em prática os princípios do pensamento enxuto são: Mapeamento do Fluxo de Valor, Métricas Lean, Kaizen, Kanban, Padronização, 5S, Redução de Setup, TPM (Manutenção Produtiva Total), Gestão Visual e Poka-Yoke.

2.2.FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

2.2.1.MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Compreende-se como mapeamento de fluxo de valor o sistema que possibilita a empresa obter uma visão holística do processo e a integração das etapas. De acordo com Dennis (2008) o mapeamento do fluxo de valor é importante para conhecer a situação atual e detectar possibilidades de melhorias.

Segundo Rother e Shook (2009) o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que torna possível entender o fluxo de material e o fluxo de informação no decorrer do caminho da produção. Para Tapping e Shuker (2010) o mapeamento exibe de maneira objetiva os desperdícios que restringem o fluxo.

2.2.2. GESTÃO VISUAL

Segundo o Léxico Lean – Glossário Ilustrado para Praticantes do Pensamento Lean, a Gestão Visual corresponde a colocação em local fácil de ver todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos. É importante ressaltar que o 5S e a Padronização configuram as bases para a implementação da Gestão Visual.

Fábrica visual é um termo para descrever como dados e informações são transmitidos em um ambiente de produção enxuta. Em um ambiente de produção enxuto, o tempo e os recursos dedicados à transmissão de informações, embora necessários, são uma forma de desperdício. Ao usar métodos visuais para transmitir informações como sinais, gráficos e ícones, a informação é facilmente acessível para aqueles que precisam dela. O status atual de todos os processos é imediatamente aparente.

Quanto mais complexo qualquer processo se torna, mais importante é a troca de informações para o processo. A Gestão Visual é um conjunto de ferramentas que permite o transporte de informações precisas e eficientes. A Gestão Visual é implementada em dois estágios - determinando quais informações precisam ser comunicadas e como isso é realizado.

Determinar quais informações precisam ser transmitidas é o ponto de partida da fábrica visual. O estado atual deve ser comparado aos objetivos do estado futuro, a fim de determinar quais informações devem ser entregues. A informação necessária para ir de um estado a outro é o que deve ser transmitido. Como a informação é transmitida depende do resultado final desejado. A localização e o método de entrega de informações também dependem da relevância das informações (ALEFARI et al., 2017).

Normalmente, esses dados incluem: métricas de processo, instruções de trabalho, informação geral da empresa. As métricas de processo geralmente são exibidas na máquina ou célula. Esta informação é mais eficaz quando é entregue em tempo real. Feedback imediato facilita a melhoria imediata. Quando a luz é usada para indicar informações, ela é chamada de andon. Andons são muitas vezes a peça central da fábrica visual por causa da tremenda informação de processo em tempo real que eles transmitem.

Instruções de trabalho são normalmente publicadas nas áreas de produção. Instruções altamente visuais com fotografias e gráficos geralmente minimizam os erros de produção. Quanto mais informação puder ser transmitida visualmente, mais ela melhorará a comunicação. Geralmente, as informações gerais da fábrica são postadas em um local central, onde todos têm acesso a elas. A manufatura enxuta depende da troca de informações bidirecionais por toda a organização. Em um ambiente visual de fábrica, as informações são fornecidas para informar, alertar e motivar.

Os principais benefícios da Gestão Visual são: possibilitar a comunicação eficiente e oportuna para que as organizações funcionem em todo o seu potencial; reduzir erros, aumentar a moral dos funcionários, aumentar o tempo de atividade da máquina, aumentar as taxas de execução da máquina, diminuir o WIP (trabalho em andamento) e permitir que as empresas se comuniquem e forneçam desempenho de classe mundial.

2.2.3. PADRONIZAÇÃO

Padronização é uma maneira eficaz e indicada para procedimentos a serem aplicados a tarefas em um contexto de processo produtivo, visando obter controle e redução de perdas. Segundo Juran (1992) a padronização é uma ferramenta fundamental de gerenciamento, pois possibilita o controle por meio da criação de referências para comparação, caso contrário não há controle.

De acordo com Campos (2004) a definição de padronização não se limita ao estabelecimento (consenso, redação e registro) do padrão, mas inclui também a sua utilização (treinamento e verificação contínua da sua observação). Já no ponto de vista de Cristina Werkema a padronização é o método usado para indicar os procedimentos para execução das tarefas de um processo, de modo que os resultados desejados possam ser alcançados e mantidos.

Na contextura da Manufatura Enxuta a elaboração de procedimentos padronizados de trabalho dos operadores de um processo produtivo baseia-se no Takt Time, nos sequenciamentos das atividades e no estoque padrão solicitado para operação do processo.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para Gil et al. (2002), “pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

Do ponto de vista de sua classificação, deste trabalho, considera-se esta, uma pesquisa exploratória, que segundo Gil et al. (2002, p. 41):

> Têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL et al., 2002, p. 41).

“Embora o planejamento da pesquisa exploratória seja bastante flexível, na maioria dos casos assume a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso”. (GIL et al., 2002, p. 41). Inicialmente neste trabalho fez-se uma pesquisa bibliográfica, que ainda conforme Gil et al. (2002, p. 44):

> A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas (GIL et al., 2002, p. 44).

No desenvolvimento deste trabalho além da pesquisa bibliográfica foi aplicado também o uso do estudo de caso. Para Yin et al. (2005, p. 26). “o estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes”. Gil et al. (2002, p. 54) afirma que “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados.”.

Quanto aos métodos de pesquisa empregados, considerando o ambiente de pesquisa e técnicas de coleta e análise de dados foi aplicada também a este trabalho a pesquisa participante, que segundo Gil et al. (2002, p. 55) “caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na empresa onde o estudo foi realizado, a metodologia empregada descreveu um caso de análise e solução de problema e utilizou as ferramentas do *Lean manufacturing* para reduzir desperdícios, essa metodologia é composta das seguintes etapas: Levantamento do Estado Atual (Mapa do Estado Atual); Mapeamento do Processo para definição do Mapa do Estado Futuro, Aplicação dos Conceitos de Gestão Visual e Desenvolvimento de Padronização.

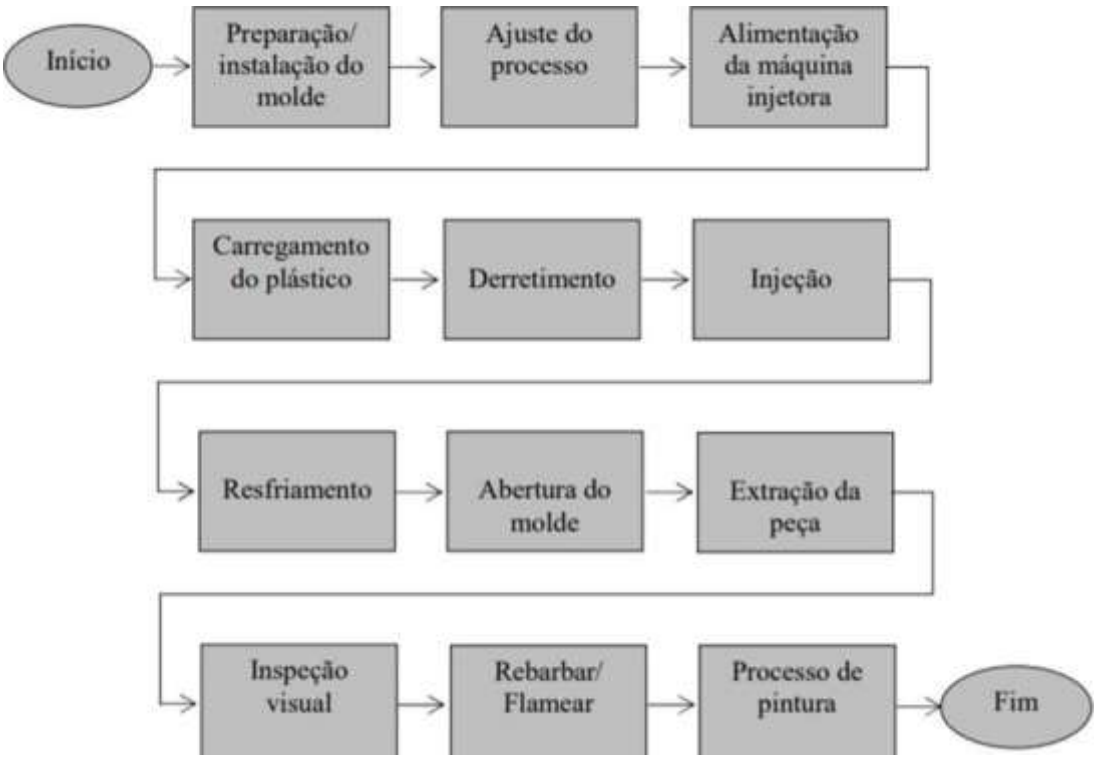
A empresa onde este estudo foi realizado está localizada na cidade de Camaçari- BA é uma das subsidiárias no Brasil de um grupo europeu que possui atuação no ramo de plásticos e usinagem. Fundada em 1990 na cidade de Estarreja em Portugal, possui atualmente presença com fábricas em Portugal e no Brasil. Atingiu em 2017 no Brasil um faturamento estimado em cerca de 14 milhões. A planta de Camaçari produz peças plásticas para indústria automotiva (equipamento original e reposição) e eletrodomésticos que responde por 10% do volume anual. Está em processo de readequação, como parte de um plano que objetiva reduzir os desperdícios e consecutivo aumento do faturamento.

O processo de Injeção de plásticos é um processo muito utilizado nas mais diversas indústrias. Possui vasta gama de aplicações, pode adequar-se a uma grande quantidade de processos produtivos. Consiste no processamento da matéria-prima utilizada, para dar forma ao produto desejado.

Utiliza-se, para realização do processo de injeção, uma máquina chamada de máquina injetora, que pode ser encontrada em diversos modelos, que variam de acordo com a capacidade de material a ser processado. De acordo com a NBR 13536 (1995) a máquina injetora é uma máquina destinada para a fabricação descontínua de produtos moldados, através da injeção de material plastificado no molde, que por sua vez contém uma ou mais cavidades, em que o produto é formado. É composta, fundamentalmente por: unidade de fechamento, unidade de injeção, sistemas de acionamento e controle.

A Figura 1 descreve o fluxo produtivo do processo de produção de peças plásticas.

Figura 1 – Fluxograma do Processo de Injeção plásticos.



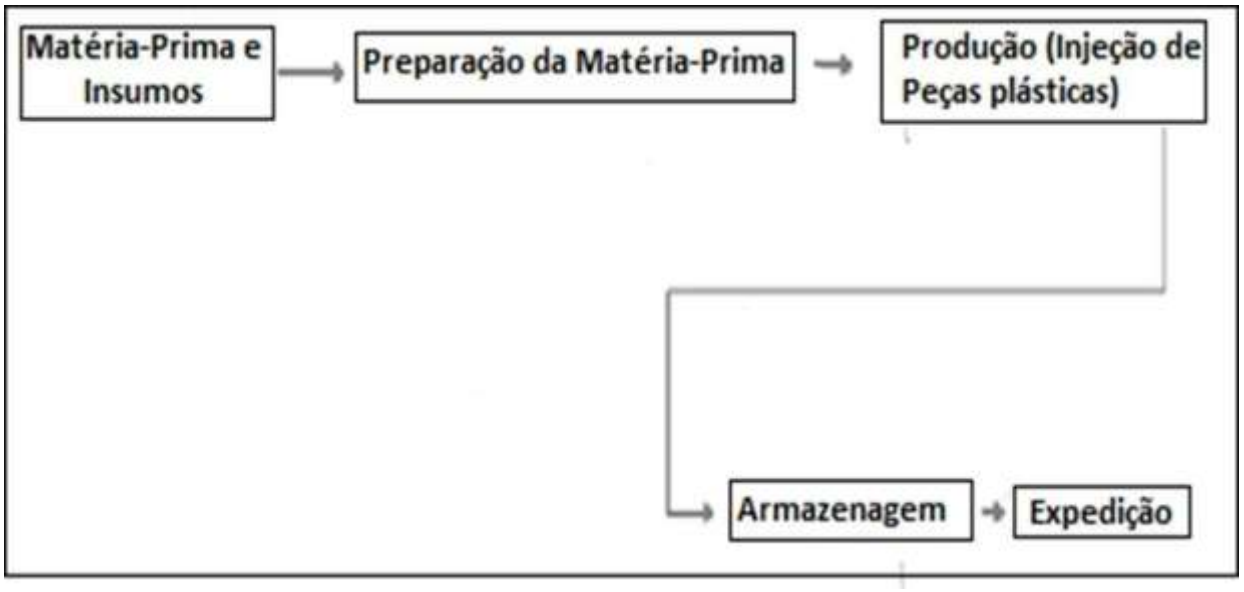
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Figura 1 representa o fluxograma do Processo de Injeção de plásticos, o qual se inicia pela preparação e instalação do molde na máquina injetora e o ajuste do ciclo do processo conforme as características da peça a ser injetada. Na sequência, o material plástico a ser conformado, sob a forma de grãos, é acondicionado no funil de alimentação da máquina e direcionado para o interior do cilindro de 32 plastificação onde o plástico é aquecido a fim de tornar-se fluido e homogeneizado.

O material fundido é então injetado para o interior de um molde para conformação final. A peça já formada é então resfriada e o processo de injeção se conclui com a abertura do molde e a extração da peça, a qual é retirada por um braço robotizado, que deposita as mesmas sobre esteiras para que seja realizada pelo operador a inspeção visual, a remoção de rebarbas e o envio das peças para o setor de pintura.

A Figura 2 refere-se a representação do macro processo utilizado na indústria de injeção plástica objeto do estudo.

Figura 2 – Macroprocesso da Indústria de Injeção de plásticos



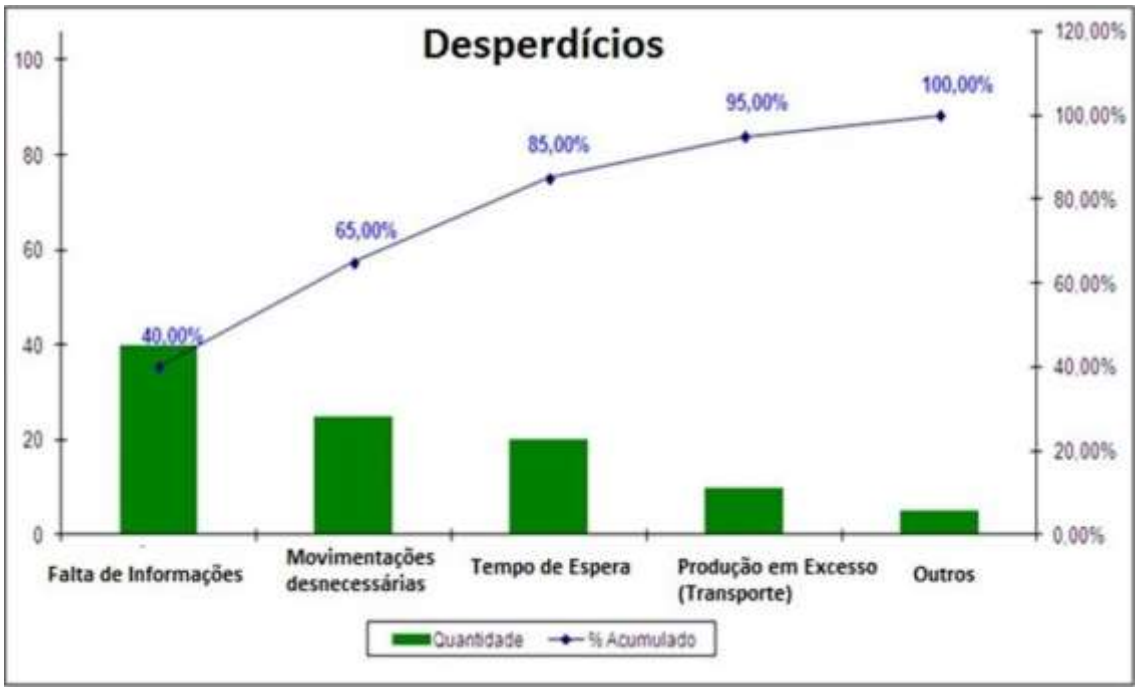
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O macroprocesso é constituído basicamente por 5 etapas que contempla desde a entrada da matéria-prima até a expedição do produto produzido.

4.2. ESTADO ATUAL

Durante a pesquisa realizou-se o acompanhamento do processo durante o período de 30 dias onde foi possível verificar *in loco* os principais desperdícios levantados, que são: a movimentação desnecessária, estoques maiores que o necessário elevado tempo de espera, e falta de informação. Tais desperdícios podem ser constatados pelo elevado tempo para procurar matéria-prima devido a não haver sinalização e identificação necessária, diversas movimentações desnecessárias por falta de informação, elevado estoques de produto acabado por não haver uma área identificada de forma correta e a falta de controle necessária, elevado tempo de produção e de preparação da máquina *(setup*), ferramentas limitadas a processos, método obsoleto e falta de padronização. Alguns dos problemas constam na Figura 3.

Figura 3 - Gráfico de Pareto (Quantidade em horas gastas X Percentual)



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Através da realização do levantamento e acompanhamento das atividades com a realização da medição dos tempos, verificou-se os desperdícios e seus respectivos graus de influência no contexto analisado. Baseado na quantidade de horas gastas, estipulou-se uma meta inicial de redução dos desperdícios em 30%.

4.2.1.MAPEAMENTO DO PROCESSO

Nesta etapa foi elaborado um Mapeamento do Processo e obteve-se uma visão completa de todo o processo e os agentes correlacionados. As relações envolvendo os agentes internos (Logística, Operacional e Administrativo) e externos (Fornecedores, Clientes).

4.2.2. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE GESTÃO A VISTA

Após os estudos realizados foram implementadas ações de melhoria através da aplicabilidade de métodos de gestão visual tais como; sinalização horizontal com a devida demarcação das áreas e o atendimento aos requisitos de mobilidade e segurança, realizou-se a identificação de cada corredor por meio de fichas padronizadas que foram dispostas em pedestais endereçados e identificados na área de matéria – prima e produto acabado.

As imagens a seguir (Figuras 4, 5, 6 e 7) demonstram a aplicabilidade da gestão visual na área de matéria-prima e produto acabado.

Figura 4 – Área de Matéria-Prima (Antes)

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A figura 5 apresenta a área onde são acondicionadas todas as matérias primas utilizadas no processo produtivo. É possível observar na imagem que antes da realização das melhorias não havia demarcação e sinalização.

Figura 5 – Área de Matéria-Prima (Depois)

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Figura 6 apresenta a área onde são acondicionadas as matérias primas, após a realização da sinalização horizontal e as devidas demarcações.

Figura 6 - Área de Produto Acabado (Antes)

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Figura 7 apresenta a área onde são acondicionados os produtos acabados. Antes da realização das melhorias não havia demarcação e sinalização.

Figura 7 - Área de Produto Acabado (Antes)

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A figura 7 apresenta 3 imagens das etapas de realização da demarcação e sinalização horizontal da área onde são acondicionados os produtos acabados. Pode–se observar da direita para a esquerda respectivamente; Visão geral da lateral esquerda da área preparada para pintura, área com proteção para painel elétrico e preparada para pintura, área após realização de pintura. A Figura 8 apresenta a imagem do quadro de gestão á vista implantada no setor.

Figura 8 - Quadro de Gestão á Vista alocado na área de Produção

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No quadro constara os principais itens de controle com fácil acesso a toda a equipe, gráficos, dados e informações que permitem uma rápida e fácil visualização e interpretação.

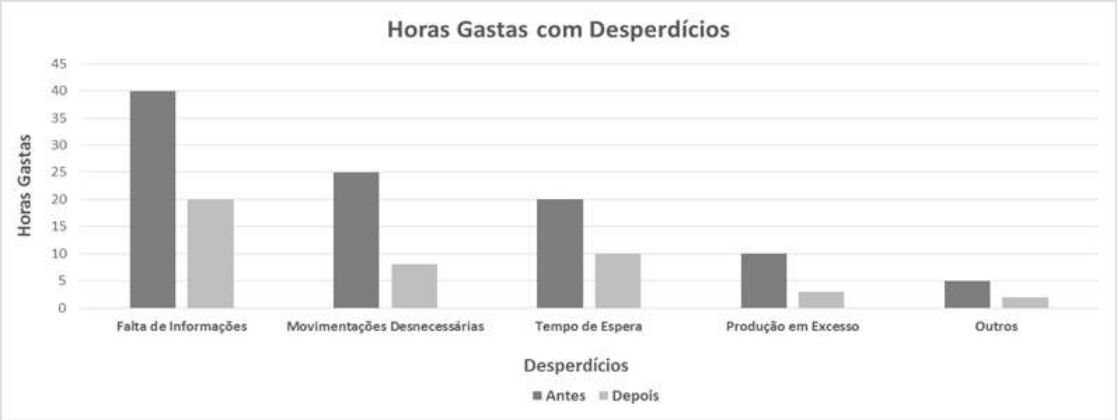
4.2.3. PADRONIZAÇÃO DAS ROTINAS

Após a aplicabilidade da gestão visual para atingir os objetivos de redução dos desperdícios foram realizados treinamentos e por meio da elaboração de padronização rotinas das atividades e movimentação, possibilitou-se a efetivação das mudanças implementadas. Foram criados documentos para instrução das tarefas e fichas de controle além da atualização de documentos existentes e eliminação de documentos obsoletos.

A análise dos resultados foi realizada observando o período de 30 dias após a efetivação das modificações. Notou-se um ganho substancial na redução dos desperdícios. Observou-se o comportamento dos funcionários e efetuou-se o levantamento dos dados após a realização das melhorias. Foram mensurados e verificados os dados, para então realizar um comparativo com os valores de 30 dias anteriores à implantação das melhorias, tal comparativo utilizou as médias dos valores da quantidade de horas gastas com os desperdícios.

A Figura 9 a seguir demonstra o comparativo das medias em horas gasta com desperdícios durante os 30 dias anteriores as modificações e 30 dias após as modificações.

Figura 9 - Demonstrativo do Comparativo da média de horas gastas com desperdícios nos 30 dias Após as Modificações, em comparação com os 30 dias anteriores



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A partir da análise do gráfico 2 verifica-se uma redução total média de 57%, alcançado por meio da aplicabilidade das modificações. Pode-se constatar que todos os desperdícios obtiveram redução no tempo de produção.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar um ganho substancial na diminuição dos desperdícios evidenciados; falta de informação, movimentações desnecessárias, tempo de espera, produção em excesso, dentre outros de menor expressividade. Resultando em uma redução média de 57% superando a meta inicial de 30%.

As modificações realizadas foram constantemente monitoradas durante o período de 30 dias. Conclui-se que após implantação e padronização das modificações houve resultados positivos e a possibilidade de aplicações futuras em outras áreas e processos, iguais ou similares, bem como utilizar os princípios e métodos contidos neste trabalho. Como sugestão de estudos futuros, indica-se a aplicação de outras ferramentas atreladas à cultura *Lean*.

REFERÊNCIAS

ALEFARI, M.; SALONITIS, K.; XU, Y. The role of leadership in implementing lean manufacturing. Procedia CIRP, v. 63, p. 756 – 761, 2017.

AL-QATAWNEH, L.; HAFEEZ, K. Critical-to-life classification for managing inventory in a healthcare supply chain. International Journal of Intelligent Enterprise, v. 3, n. 1, p. 54–78, 2015.

ARAUJO, M. A.; LIMA, T. L. A.; SOBRAL, M. F. F. Identificando as inovações por meio da adoção dos sistemas ERP pelas usinas sucroalcooleiras em Pernambuco. EXACTA (ONLINE), v. 16, p. 119-133, 2018.

ARAUJO, M. A.; SANTOS, S. M. S.; MIRANDA, A. C. C.; CEOLIN, A. C.;ABICHT, A. M. Sustentabilidade empresarial em agroindústrias pernambucanas. Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 4, p. 200-218, 2019.

BEGAM, M. S.; SWAMYNATHAN, R.; SEKKIZHAR, J. A brief overview of current trend on lean management practices in manufacturing industries.Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara, v. 12, n. 2, 2014.

CAMPOS, V. F. Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 8ª edição. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda., 2004.

DIAS, L. S. D.; SANTOS, J. A. A.; BERGHAUSER, N. A. C. Análise do processo de fabricação de uma indústria de sinalização viária: um estudo de caso usando simulação. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v. 3, n. 3, 2018.

HILTON, R.; SOHAL, A. A conceptual model for the successful deployment of Lean Six Sigma. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 29, n. 1, p. 54 – 70, 2012.

MARODIN, G.; FRANK, A.G.; TORTORELLA, G.L.; NETLAND, T. Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. International Journal of Production Economics, v. 203, p. 301–310, 2018.

MAXIMIANO, A. C. A. Teoria Geral da Administração. São Paulo: Atlas, 2006.

MODI, D. B.; THAKKAR, H. Lean Thinking: Reduction of Waste, Lead Time, Cost through Lean Manufacturing Tools and Technique. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, v. 4, n. 3, 2014.

MOTA, R. M. B.; FERNANDES, C. H. A.; SANTOS, A. A. R.; SANTOS, P. V. S. O Projeto Conceitual de um Produto Sustentável: Experiência Prática. Revista de Empreendedorismo e Inovação Sustentáveis - REVISE, v. 4, p. 62-74, 2019.

OHNO, T. O sistema toyota de produção: Além da produção em larga escala. Taiichi Ohno. Bookman, 1997;

PEPPER, M.P.J.; SPEDDING T. A. The evolution of lean Six Sigma, International Journal of Quality & Reliability Management, v. 27, n. 2, p. 138-155, 2010.

PRATA, D. F. R. F.; SANTOS, P. V. S. Qualidade em serviços de farmácias e drogarias segundo a percepção do cliente: um estudo de caso no Rio de Janeiro. Perspectivas Online: Humanas e Sociais Aplicadas, v. 27, p. 22-32, 2020.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios. São Paulo: Lean institute Brasil, 2003.

SANTOS, P. V. S. Aplicação do overall equipment effectiveness no sistema produtivo de uma vinícola. NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia, v. 10, p. 01-14, 2020.

SANTOS, P. V. S. Previsão da demanda como suporte à filosofia lean. Exacta, v. 18, p. 226-243, 2019.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A. Aplicação de Ferramentas Lean no setor de Logística: um estudo de caso. Revista Gestão em Análise, v. 7, p. 168-183, 2018.

SANTOS, P. V. S.; FERRAZ, A. V.; SILVA, A. C. G. C. Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso. Revista Produção Online, v. 19, p. 1197-1230, 2019.

SANTOS, P. V. S.; OLIVEIRA, T. C. T. Case study on the application of quality tools in service level management. ITEGAM- Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, v. 5, p. 75-81, 2019.

SANTOS, P. V. S.; SILVA, E. C. Gestão estratégica da qualidade aplicada à redução de devoluções. NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia, v. 9, p. 30- 48, 2019.

STONE, B. K. Four decades of lean: a systematic literature review. International Journal of Lean Six Sigma, v. 3, n. 2, p.112 – 132, 2012.

WERKEMA, CRISTINA. Lean Seis Sigma: Introdução as ferramentas do Lean Manufacturing, 2°edição – Rio de janeiro: Editora Elsevier, 2011.

WOMACK, J. P; JONES, D.T. A mentalidade enxuta nas empresas: Elimine o desperdício e crie riqueza. 4° edição, Rio de Janeiro, 2004.

YADAV, G.; DESAI, T. N. Lean Six Sigma: a categorized review of the literature. International Journal of Lean Six Sigma, v. 7, n. 1, p. 2–24, 2016.

Capítulo 11

10.37423/220505868

UMA ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE DA MANUTENÇÃO PREDITIVA E O SEU AVANÇO NA INDUSTRIA 4.0 INTEGRADO A INTERNET 5G

Luiz Fernando da Silva Ribeiro Sena — *Centro Universitario Ruy barbosa - UNIRUY*

Juliana Carine Santo Ferreira — *Centro Universitario Ruy barbosa - UNIRUY*

Marcos Guimarães Fonseca — *Centro Universitario Ruy barbosa - UNIRUY*

Michell Thompson Ferreira Santiago — *Centro Universitario Ruy barbosa - UNIRUY*

Resumo: No momento atual, onde é preciso velocidade e precisão na fabricação de produtos, por conta da alta demanda, as empresas precisam cada vez mais da disponibilidade dos seus equipamentos em condições de uso para uma maior continuidade nos processos de manufatura, deste modo a manutenção preditiva cativa um papel estratégico dentro da indústria. O presente artigo refere-se a uma análise do estado da arte apresentando o conceito de manutenção preditiva na indústria 4.0, assim como os potenciais impactos acometidos a esta prática com a implementação da internet 5G, que possibilita um processo produtivo ainda mais conectado, com maior controle de qualidade, maior velocidade de resposta e um melhor acesso a dados, permitindo uma predição precisa sobre o estado dos ativos industriais.

Palavras-chave: Industria 4.0; Internet 5G; Manutenção Preditiva; Monitoramento de Ativos.

1. INTRODUÇÂO

A tecnologia avançou mais nas últimas décadas do que em milhões de anos da história humana, as inovações facilitam a vida do ser humano, solucionam problemas e conectam pessoas, em um mundo cada vez mais globalizado e uma população cada vez maior e mais consumista o setor industrial enfrenta desafios que inclui a necessidade de uma constante disponibilidade de seus equipamentos para longas e continuas jornadas de produção, dessa forma, torna-se essencial para a empresa ter estratégias que possibilitem reduzir os tempos de paradas dos seus ativos e monitorar as condições de funcionamento dos mesmos, pensando nisto a manutenção preditiva se destaca para tal tarefa, uma vez que traz uma série de benefícios e alternativas que envolvem uma análise dos dados obtidos das maquinas para um diagnostico preditivo tornando possível evitar falhas e desgastes, o que consequentemente diminui os risco e gastos por parte da empresa.

Em um campo repleto de mudanças, para permanecer competitivo é necessário manter-se atualizado acerca de novas tendencias e práticas de conservação dos equipamentos que fazem parte do processo de produção, visando a preservação de boas condições para a continuidade do sistema de manufatura. A manutenção preditiva torna-se um requisito cada vez mais importante para as empresas principalmente dentro do conceito de indústria 4.0, uma vez que a 4ª revolução indústria, como também é conhecida, traz uma nova dinâmica para o sistema produtivo, trata-se de uma visão totalmente integrada da cadeia de produção usando tecnologias da computação e da internet para criar um setor totalmente conectado, alavancar a infraestrutura e atingir uma maior eficiência.

O conceito de indústria 4.0 promove avanços na conexão dentro das organizações e facilitam o acesso a dado, o que otimiza a prática preditiva e constitui um avanço no monitoramento das condições de uso dos equipamentos, dentre as tecnologias que alavancam a manutenção preditiva destacam-se: Big Data e Internet Industrial da Coisas (IIoT). O termo Big Data, se refere a uma quantidade massiva de dados complexos com crescentes volumes e velocidade, usados para a análise de dados e aprendizagem de maquinas com o intuito de obter informações relevantes para o negócio, já a IIoT é a interconexão entre maquinas que através de software, sensores e atuadores passam a se comunicar entre si e podem ser monitorados remotamente resultando em um melhor e mais simples monitoramento e mudando a forma de acesso a dados referentes ao estado de cada equipamento o que por si só torna a pratica de manutenção preditiva menos manual e ainda mais optimizada.

Estas tecnologias enfrentam desafios de implementação para estabelecer uma conexão de rede abrangente, estável, com alta transmissão de dados e um baixo tempo de resposta, que agilizaria a

alise de informações para diagnostico dos equipamentos. Para contemplar todos esses avanços e suprir as necessidades acerca das ferramentas que integram a indústria 4.0 surge a internet 5G. A tecnologia 5G é a evolução direta da internet 4G que conhecemos, a velocidade pode ser de 10 a 20 vezes mais rápida que a geração passada, além de baixa latência (cerca de 1 ms), mais conexões simultâneas (acelerando avanços na área da internet das coisas) e redução de uso das baterias dos dispositivos. A internet 5G permitirá a interconexão de todos os ativos ligados ao processo de produção, além de um melhor gerenciamento de dados potencializando a manutenção preditiva.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MANUTENÇÃO

2.1.1. DEFINIÇÃO DA MANUTENÇÃO

Segundo Cabral (2006) citado por Farias (2009, p. 68) a manutenção é o conjunto de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão que são utilizadas no ciclo de vida de uma máquina ou componente.

Em 1994, a Associação Brasileira de Normas e Técnicas - ABNT, através da NBR 5462 definiu o termo de manutenção como combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisões, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Xenos (1998) explica que o conceito de manutenção é garantir que um determinado equipamento permaneça desempenhando suas funções para quais foi projeto e construído, ao nível de desempenho ordenado. De modo em que suas atividades existem para evitar a degradação das máquinas e instalações.

Monchy (1987), diz que a manutenção dos equipamentos de produção é essencial para a produtividade das empresas, quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais.

A manutenção desempenha dentro das organizações empresariais competitivas um planejamento tático, que de acordo com Helmann (2006), as atividades de manutenção proporcionam a confiabilidade e a disponibilidade dos processos de produção, evitando falhas e possíveis deteriorações por meio da preservação dos equipamentos.

Para conceituar o termo manutenção existem diversas definições sabendo que a sua função é a preservação do estado do equipamento, que é fundamental para a melhoria dos resultados produtivos.

2.1.2. EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Kardec e Nascif (2009), afirmam que nos últimos 30 anos, a execução da manutenção passou por certas mudanças, em consequência de fatores como o aumento do número e diversidade dos itens que devem ser mantidos, projetos mais complexos, novas técnicas de manutenção, novos enfoques sobre sua organização e suas responsabilidades, importância da manutenção como função estratégica para melhoria do resultado e aumento da competitividade, entre outros. Apresentam a evolução da manutenção na qual é dividida em quatro gerações.

A primeira geração abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria ainda era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e superdimensionados. Diante a situação da época as técnicas de manutenção eram de maneira simples sendo realizado serviço de limpeza, lubrificação isto é a manutenção era principalmente corretiva não planejada (KARDEC e NASCIF, 2009).

A segunda geração foi marcada após a Segunda Guerra entre os anos de 50 e 70, resultando numa maior mecanização e complexidade das instalações industriais. Deste modo a manutenção vai conquistando mais espaço e a produção força, atuando com melhor eficiência e condições esperadas. A indústria dando prioridade ao bom funcionamento das máquinas, idealizando que os equipamentos deveriam evitar falhas, conceituando a definição da manutenção preditiva. Com o custo de manutenção elevado em relação ao custo operacional surgem os sistemas de planejamento e controle de manutenção que começou a ser mais manuseado, assim como a busca por meios com a finalidade de estender a vida útil dos itens físicos (KARDEC e NASCIF, 2009).

A terceira geração começou a partir década de 70, quando se acelerou o processo de mudança das indústrias. Com o grande investimento nos itens fixos, juntamente com o aumento nos custos, inicia-se um desempenho elevado das expectativas em relação à manutenção. Houve um reforço do conceito e utilização da manutenção preditiva e o desenvolvimento de softwares que permitiram melhor planejamento, controle e acompanhamento dos serviços de manutenção. Começa ser mais aplicado o conceito de confiabilidade, no Brasil o processo de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC ou RCM em inglês) tem sua implantação na década de 90. Embora que a busca de uma maior

confiabilidade, a falta de interação nas áreas de engenharia, manutenção e operação impedia melhores resultados, logo as taxas de falhas prematuras eram elevadas (KARDEC e NASCIF, 2009).

Na quarta geração, criada a partir dos anos 2000, ocorre uma consolidação das atividades de engenharia da manutenção que dentro da organização tem na Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade as três maiores justificativas de sua existência. A observação de falhas aplica-se como metodologia capaz de melhorar a performance dos equipamentos e da empresa. A manutenção preditiva é cada vez mais utilizada, em consequência há uma predisposição na redução do uso da manutenção preventiva, e a manutenção corretiva não-planejada se torna um indicador da ineficácia da manutenção. A ordenação pelas empresas favorece a interação as áreas de engenharia, manutenção e operação é um fator de garantia de metas. Uma das grandes mudanças nas práticas dessa geração é o aprimoramento da contratação que busca uma relação de parceria de longo prazo (KARDEC e NASCIF, 2009).

2.2. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Existe diversos tipos de manutenção que são caracterizados pelo modo na qual é executado as intervenções nos equipamentos ou instalações. Contém uma gama de denominações que classifica os tipos de manutenção, sendo abordado seis tipos considerados como principais por alguns autores, são eles: manutenção corretiva não planejada e planejada, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva e engenharia de manutenção.

2.2.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva é a primeira forma citada no início da geração da manutenção. Segunda a Associação Brasileira de Normas e Técnicas - ABNT, através da NBR 5462 a Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Desse modo a ação principal na manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento, ela se divide em duas classes: na não-planejada e planejada (KARDEC e NASCIF, 2009).

A manutenção corretiva não-planejada não possui tempo para a preparação de componentes e nem de planejar o serviço, ou seja, esse tipo de manutenção é a correção da falha de modo aleatório a fim de evitar outras consequências (WILLIANS, 1994 apud CASTELLA, 2001). Como Kardec e Nascif (2009) esclarecem, que a ela atua em um caso acontecido, não existindo tempo para preparação do serviço, e infelizmente ainda é mais praticado do que deveria. Gera altos custos pois a quebra inesperada causa

perdas na produção, perdas de qualidade, custos indiretos de manutenção, podendo haver consequências inesperadas para o equipamento.

Quando essa ação é necessária os problemas na produção são evidentes, trazendo transtornos como insegurança e prejuízos em função dos custos elevados no conserto na parada no fluxo produtivo.

Já a manutenção corretiva planejada é uma correção de uma falha ou de um desempenho menor que o esperado. Normalmente baseia-se na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva (KARDEC; NASCIF, 2009). Pelo seu próprio nome planejado, indica que tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido.

Xenos (1998) ressalva que mesmo que a manutenção corretiva tenha sido escolhida por decisão gerencial, não é aceito a ocorrência em relação as falhas como um acontecimento esperado e natural, é essencial o esforço para identificar precisamente as causas fundamentais das falhas e bloqueá-las, evitando sua reincidência.

2.2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Segundo Pinto e Xavier (2001, p.39) manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseada em intervalos definidos de tempos. Para Monchy (1989) citado por Hamaoka e Lopes da Silva (200, p.4) é uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha.

Xenos (1998, p. 24) destaca a vantagem do uso da manutenção preventiva em face a manutenção corretiva:

> "(...) a frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos."

Segundo Pinto e Xavier (2001, P.41) as vantagens deste tipo de manutenção são: maior continuidade operacional e intervenções programadas, maior facilidade de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos e previsibilidade de consumo de matérias e sobressalentes. Já as desvantagens apontadas são: necessidade de acompanhamento do plano de manutenção montado, necessidade de uma equipe executantes eficazes e treinados e a possibilidade de introduzir defeitos não existentes no equipamento durantes as intervenções.

Conforme (KARDEC & NASCIF, 2009) alguns fatores devem ser levados em consideração para a escolha da manutenção preventiva. São eles:

• Quando não é possível de manutenção preditiva;

• Pontos relacionadas à segurança das pessoas ou da instalação, onde a intervenção é obrigatória para substituir componentes;

• Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional;

• Riscos ao meio ambiente;

• Em sistemas complexo e/ou de operação contínua, por exemplo: petroquímica, siderúrgica.

2.2.3. MANUTENÇÃO PREDITIVA

É a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, com o objetivo de definir o melhor instante para a intervenção, com o máximo aproveitamento do ativo (OTANI e MACHADO, 2008 apud COSTA, 2013).

Kardec e Nascif (2009, p. 45) bem explicam os objetivos da manutenção preditiva:

> "Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preventiva é o de predizer as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo."

Kardec e Nascif (2009) classificam a manutenção preditiva como a primeira grande quebra de paradigma na Manutenção, a qual se intensificará à medida que o conhecimento tecnológico evolua, permitindo a avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

Os benefícios do uso da manutenção preditiva envolvem redução dos prazos e custos de manutenção, previsão de falhas com maior antecedência, melhoria das condições de operação dos equipamentos, entre ouros (MIRSHAWKA, 1991 apud REIS et al.2010).

2.2.4. MANUTENÇÃO DETECTIVA

A manutenção detectiva surgida na década de 90, começou a ser citada na literatura, definida da seguinte forma: "a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando

detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção" (KARDEC; NASCIF, 2009, p.47).

FERREIRA (2008, p. 23) cita um exemplo de aplicação da manutenção detectiva, de maneira a aumentar a confiabilidade do processo:

> "Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha, o gerador não entra. Por isso, este circuito é testado/acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade".

Portanto, a manutenção detectiva é especialmente importante quando o nível de automação dentro das indústrias aumenta ou o processo é crítico e não suporta falhas.

2.2.5. ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO

A Engenharia de Manutenção é o que há de mais evoluído na manutenção. A empresa que pratica a engenharia de manutenção não está apenas realizando acompanhamento preditivo de seus equipamentos e máquinas, ela está alimentando sua estrutura de dados e informações sobre manutenção que irão lhe permitir realizar análises e estudos para proposição de melhorias no futuro. (KARDEC & NASCIF, 2009).

Para isso, visa aumentar a confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar a capacitação pessoal e gerir materiais sobressalentes; dar suporte à execução; elaborar planos de manutenção, acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica (KARDEC; NASCIF, 2009).

Na figura abaixo é possível observar a melhoria e evolução nos resultados às medidas técnicas que foram sendo introduzida. Observa-se que entre a manutenção corretiva e preventiva ocorre um avanço sucessivo.

Figura 1 - gráfico de resultado x tipos de manutenção.

Fonte: Nascif e Kardec (2009).

2.3. ABORDAGEM DA MANUTENÇÃO PREDITIVA

Para atender a demanda de produção proposta pelo mercado atual, onde os bens de consumo estão cada vez mais acessíveis ao memo tempo em que o crescimento populacional se demonstra crescente assim como o padrão de qualidade e confiabilidade dos produtos, almeja-se por parte das empresas novas estratégias para a manutenção de um sistema produtivo contínuo o que se refere ao aumento da disponibilidade dos equipamentos em bom estado para uso. Pôr estes motivos a manutenção preditiva passa a desempenhar papeis estratégicos nas organizações

Segundo De Faria (2013), a manutenção preditiva é uma atividade que se rege por um acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, que visa a necessidade mediata, ou não, de intervenção. É efetuada em intervalos pré-determinados e destina-se fundamentalmente à redução da probabilidade da falha/avaria.

A manutenção preditiva tem como objetivo principal reduzir a ocorrência de inatividade dos equipamentos ocasionada pela necessidade de manutenção corretiva não-planejada (ou emergencial), usando para tal, dados recolhidos da própria máquina em funcionamento, a fim de análise e comparação com suas especificações principais. A manutenção corretiva não planejada carrega consigo transtornos e prejuízos para a empresa, podendo custar até sete vezes a mais do que a manutenção preventiva, principalmente por conta do lucro cessante (momento em que a empresa deixa de lucrar, por conta da parada do equipamento).

Tabela 1 - Custo gerados pelos tipos de manutenção

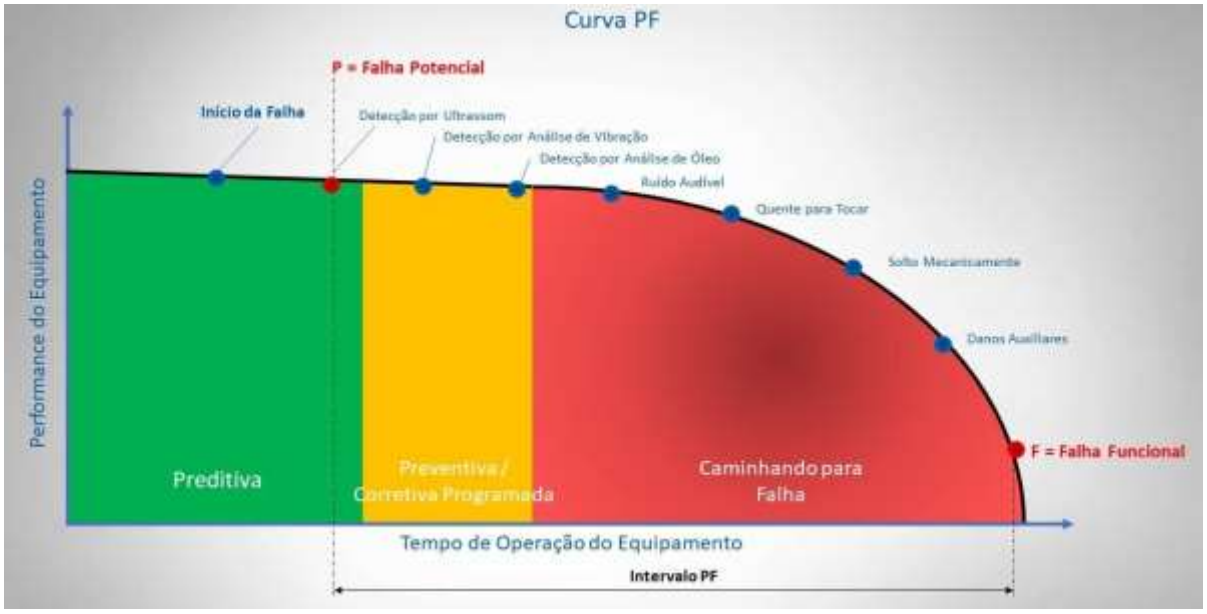
Tipo de Manutenção	Custos US$/HP/ANO	Relação
Corretiva não planejada	17 a 18	2,0
Preventiva	11 a 13	1,5
Preditiva + corretiva planejada	7 a 9	1,0

Fonte: Cunha, 2017 (Adaptado)

O monitoramento e predição de falha nas máquinas permite um planejamento do tempo de parada, reduzindo os prejuízos provenientes de imediata solução do problema para continuidade da produção. Para definir estratégias e ter um plano de manutenção baseado em confiabilidade e esteja seguindo os padrões RCM (*Reliability Centered Maintenance*), é extremamente necessário entender a curva P-F. O objetivo da curva P-F é determinar o intervalo de tempo entre a falha potencial e a falha funcional, uma vez que o gráfico conflita em um plano cartesiano simples a performance do equipamento sobre o seu tempo de funcionamento.

Na imagem abaixo observa-se a curva de falha potencial como uma técnica realizada ao longo do uso dos equipamentos afim de perceber uma diferença no padrão de funcionamento do ativo e consequentemente a falha potencial, fica claro também que para se ter uma assertividade e confiabilidade no acompanhamento da falha é recomendado usar-se da manutenção preditiva. As práticas mais utilizadas no monitoramento de ativos envolvem: Ultrassonografia, Detecção por análise de vibração, Análise de óleo e ainda Termografia.

Figura 2 – Curva de falha potencial.



Fonte: BALDISSARELLI e FABRO, 2019.

A falha potencial, pode-se dizer, que é o momento em que a falha nasce no ativo e apesar disso ela não compromete completamente o uso do equipamento, mas altera o seu desempenho e a partir dela o aparelho caminhará até a falha funcional, está outra é a perda completa da capacidade do ativo de executar a função a ele determinada.

Faz-se necessário salientar que a manutenção preditiva é uma forma de manutenção preventiva e permite a realização da manutenção corretiva planejada, uma vez que com o monitoramento do equipamento e estabelecimento do potencial falha o gestor pode programar a manutenção corretiva, adequando a parada da produção as necessidades da empresa. Segundo (XENOS, 1998) a manutenção preditiva permite otimizar a troca de peças ou reforma de componentes e com isso estender o intervalo entre manutenções, já que possibilita prever quando os componentes e peças estarão próximos do seu limite de vida.

2.4. TÉCNICAS PREDITIVAS

A manutenção preditiva é aquela que indica a necessidade de intervenção com base no estado do equipamento. A avaliação do estado do equipamento se dá através da medição ou monitoramento de parâmetros (KARDEC, NASCIF, 1998).

Uma das vantagens do método preditivo é que está analise não resulta na parada dos processos de produção, já que pode ser realizado com o objeto de estudo em plena atividade.

Há três formas de acompanhamento dos parâmetros dos equipamentos: Acompanhamento subjetivo, acompanhamento objetivo e monitoramento contínuo.

2.4.1. ACOMPANHAMENTO SUBJETIVO

Neste tipo de monitoramento os parâmetros são checados usando os sentidos do operador ou responsável, ou seja, tato, audição e visão. Está prática será mais confiável e precisa quanto maior for a experiencia de identificação do profissional, além disse apesar de poder ser incentivada como uma outra camada de segurança na manutenção não se recomenda seu uso para tomada de decisão devido a sua falta de exatidão, de forma que cada pessoa terá uma opinião.

2.4.2. ACOMPANHAMENTO OBJETIVO

O monitoramento ou acompanhamento objetivo se diferencia do anterior por fazer uso de equipamentos e ou instrumentos especiais para o aferimento dos parâmetros, dessa forma ela é

objetiva por fornecer os valores de medição dos parâmetros que estão sendo observados e porque este por sua vez não depende do operador do instrumento desde que seja realizado o mesmo procedimento.

Para a ser funcional é necessário que o operador dos instrumentos de medição seja treinado e habilitado, já que um registro errado de parâmetros pode levar a uma parada no funcionamento da máquina para um expeçam de segurança, da mesma maneira os instrumentos precisam estar calibrados e ainda deve haver alguém com capacidade de analisar e interpretar dos dados coletados para então definir um diagnóstico correto.

2.4.3. ACOMPANHAMENTO OBJETIVO CONTINUO

Como deixar a entender o monitoramento continuo ou monitoramento objetivo continuo é o acompanhamento realizado através de instrumentação de forma continuo e normalmente é utilizada em maquinários específicos e importantes para o sistema de produção para garantir a máxima confiabilidade da execução dos trabalhos, além disso, esta prática não depende de pessoa, é feita de modo continuo por sensores e permite que os valores coletados sejam enviados para unidades lógicas de processamento ou computadores com programas especiais.

Os sinais de condição mecânica, elétrica ou de processo transmitidos pelos sensores são levados até os transmissores, que são capazes de realizar cálculos complexos, detecção de alarme e verificação de erros. Deste modo, entradas de pressão, temperatura, rotação, fase, tensão, corrente elétrica, quando processadas, podem fornecer a potência, carga e eficiência volumétrica; comparar os resultados com dados previamente informados; verificar níveis de alarme e comunicar condições para PLC ou SDCD (KARDEC, NASCIF, 1998).

2.5 PRINCIPAIS TÉCNICAS PREDITIVAS

2.5.1 ANÁLISE DE VIBRAÇÃO

O método de análise de vibração é um grande aliado para a observação de comportamento da maquinas, é um dos principais métodos preditivos usado na maior parte das indústrias de todos os segmentos, o fenômeno de vibração mecânica nada mais é do que um movimento que gera oscilações em maquinas ou componentes em torno de um eixo, também por este motivo é perceptível luma maior ênfase da analise dessa variável em equipamentos rotativos, para estes tanto a metodologia de analise, quanto os instrumentos de medição e softwares especialistas estão bastante avançados.

Deslocamento, velocidade e aceleração usualmente são expressões que indicam “o quanto” a máquina rotativa, por exemplo, está vibrando; já a frequência, um dos principais parâmetros observados na análise de vibração, nos permite identificar “o que” está causando a vibração incomum, já que por se tratar de um fenômeno natural a um sistema mecânico é comum à sua ocorrência em um certo nível. Para Silva (2004) algumas máquinas necessitam de vibrações, como transportadores, peneiras vibratórias etc.

Em geral, as fontes causadoras da vibração além do natural são: Ausência ou lubrificação inadequada; Defeito em algum dos rolamentos; Desalinhamento; Desbalanceamento; Eixo empenado; Falha em polias e correias; Falha elétrica; Folgas mecânicas; Problemas na engrenagem.

As principais consequências de das vibrações indesejadas são: Altos riscos de acidentes; Desgaste prematuro de componentes; Quebras inesperadas (com paradas repentinas de produção); Aumento do custo de manutenção (consumo excessivo de peças de reposição); Perdas de energia; Fadiga estrutural; Desconexão de partes (instabilidade geométrica); Baixa qualidade dos produtos (acabamento ruim); ambiente de trabalho inadequado.

2.5.2. TERMOMETRIA

Para Brito et al. (2006) a termometria, como a própria palavra nos diz ("termo" de calor e "metro" de medir, medição), são formas de se medir a temperatura ou o calor gerado pelos corpos. O acompanhamento da variação de temperatura permite perceber alteração no funcionamento da máquina ou mesmo do processo, em relação a temperatura também é usado termografia, neste caso é possível visualiza, identificar e registrar os níveis de temperatura em forma gráfica.

Ainda segundo Brito et al. (2006) uma das variáveis mais importantes na implantação do Programa de Manutenção Preditiva é a Máxima Temperatura Admissível (MTA) de componentes, ou seja, a máxima temperatura sob a qual se permite que o componente opere, logo, a análise das alterações de temperatura que consequentemente são alterações de funcionamento e com o tempo ocasionar desfeitos nos equipamentos, devem ser observadas e mantidas abaixo da MTA.

A termometria na industrial pode ser dívida em duas práticas a convencional e a infravermelha, a segunda usa sensores para medir a energia emitida em forma de calor pelo objeto, é uma medição sem contato com precisão e segura, já a primeira (convencional) utiliza termo elementos como os termopares que são suas ligas de metais geram uma força eletromotriz e termo resistência que variam

com a variação de calor, este forma de medição é muito utilizada onde é necessário imergir o sensor para se conhecer a temperatura (tubos fechados com líquidos, equipamentos fechados, etc.).

2.5.3. ANÁLISE DE ÓLEO

O alto custo dos componentes mecânicos, acrescido do prejuízo decorrente da paralização de equipamentos por avarias relacionadas ao lubrificante constitui forte fator para implantação de um programa de análise periódica de óleo usado, (NEPOMUCENO, Lauro. 1981). Por conta disto também, segundo Nepomuceno a análise de óleos lubrificantes tornou-se uma das principais formas de manutenção usado em equipamentos industriais.

A análise de óleo lubrificante faz parte da rotina de manutenção preditiva, consiste basicamente na coleta e análise de óleo em laboratório e ou análise das partículas contidas no óleo oriundas de desgaste, dentro desta análise estão inclusos também os contaminantes do óleo que dependendo da quantidade e características, determinam a condenação e momento da troca do óleo.

É importante ter controle do óleo lubrificante presente nas máquinas uma vez que o lubrificante, (normalmente óleo ou graxa) é o responsável por impedir o contato direto entre as superfícies solidas das peças e componentes dos equipamentos, diminuindo o atrito e consequentemente evitando o desgaste.

As amostras de óleo são retiradas em intervalos regulares, a fim de acompanhar se as características dele seguem preservadas ou não, o que delimitará o momento da troca de óleo, esta prática é conhecida como, análise físico-química do óleo. As análises físico-químicas são padronizadas pelas entidades de normatização (ASTM e ABNT),

A coleta e análise dos parâmetros de todos esses elementos fazem parte da rotina de manutenção preditiva, servem de dados para comparação com os padrões de funcionamento dos equipamentos assegurados pelo fabricante, essas práticas e o uso e entendimento da curva P-F, permitem uma intervenção com base no estado de uso dos equipamentos, além de uma menor incidência de paradas inesperadas.

Apesar de comprovados os seus benefícios a manutenção preditiva não é tão utilizada pelas indústrias nacionais como deveria, segundo o Documento Nacional de Abraman entre 1992 e 2003 os valores percentuais do uso das manutenções no país ficaram em média da seguinte forma:

Tabela 2 – Porcentagem de uso dos tipos de manutenção

Tipo de manutenção	%
Manutenção Corretiva	28
Manutenção Preventiva	36
Manutenção Preditiva	19
Engenharia de Manutenção	17

Fonte: Cunha, 2017

Este fato confirma um maior gasto por parte das empresas com manutenção, já que a manutenção corretiva não planejada gera uma menor produtividade, além da perda de dinheiro com relação a parada da produção, a retomada das atividades da organização leva, novamente a um maior custo por conta necessidade imediata do funcionamento do sistema produtivo.

Como se não bastasse as vantagens proporcionadas pela manutenção preditiva hoje, a própria está em constante evolução e suas práticas se desenvolvem com o avanço das tecnologias e tendencias trazidas por novos conceitos envolvendo a maneira com que o setor produz, atualmente o principal marco que transforma a manufatura é a indústria 4.0. A seguir será mostrado a relação intima entre a indústria 4.0 e a manutenção predita.

2.6. INDUSTRIA 4.0

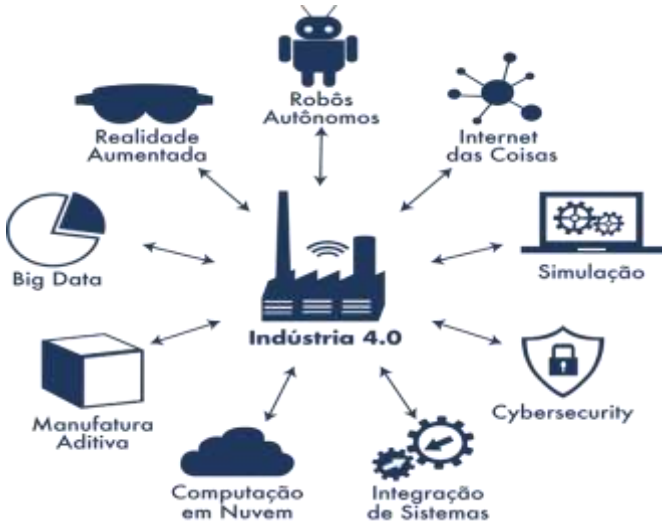
A indústria 4.0 nasce de uma visão voltada a transformação digital com uma base de automação informatizada, cujo nome surgiu do projeto da indústria alemã, denominado *Plattform Industrie* 4.0 (Plataforma Indústria 4.0), lançado em 2011, na Feira de Hannover (SACOMANO et al 2018).

Ainda segundo SACOMANO et al, a Indústria 4.0 sustenta-se na integração de tecnologias de informação e comunicação para alcançar novos patamares de produtividade, qualidade, flexibilidade e gerenciamento, permitindo a criação de novas estratégias e modelos de negócio na indústria e, por isso, é considerada a Quarta Revolução Industrial.

A Quarta Revolução Industrial busca aprimorar ainda mais o legado da Terceira Revolução Industrial, propiciando a mistura do mundo real com o mundo digital por meio de automações, troca de grandes quantidades de informações, utilização efetiva do conceito de sistemas ciber físicos (CPS – *cyber-physical systems*), internet das coisas (IoT), *Machine to Machine* (M2M), inteligência artificial, Big Data, computação em nuvem, entre outros.

Para demostrar avanços e o efeito da manutenção preditiva 4.0, ou seja, da manutenção preditiva dentro da indústria 4,0, faz-se necessário entender as tecnologias que moldam o conceito do novo modelo de indústria. Tecnologias que permitem um maior compartilhamento de dados, facilitando os parâmetros necessários para a prática e análise preditiva.

Figura 3 – Industria 4.0 e suas ferramentas.



Fonte: Silva, 2020.

2.6.1. MACHINE TO MACHINE (M2M) E INTERNET DAS COISAS (IOT)

A ideia de Machine to Machine é basicamente a comunicação entre robôs e dispositivos inteligentes, essa comunicação percorre por conceitos de IoT, o compartilhamento de dados entre os dispositivos permitirá o monitoramento dos componentes do sistema de produção assim como a tomada de decisão diretamente feita pelas próprias máquinas, afim de otimizar o funcionamento dos equipamentos.

A ideia por trás do M2M é ter um sensor remoto e independente que monitora, analisa e coleta informações sobre um fenômeno específico — pode ser, por exemplo, a eficiência de uma etapa produtiva ou as condições de armazenamento de um insumo industrial.

Pode-se dizer que a M2M faz parte do conceito de IoT, esta por sua vez refere-se a uma redes de dispositivos inteligentes conectados e tomando decisões com base em informações compartilhadas entre si, está em um âmbito muito maior que a M2M, de forma simples para melhor compreensão, a internet das coisas é um conjunto de dispositivos capazes de comunicar-se entre si, ou seja, integrados com o conceito de machine to machine, formando uma rede, rede esta que unida a tecnologias aliadas como cloud computing, inteligência artificial e mais especificamente machine learnig, permitirá uma

maior automação de processos e um maior controle por parte das equipes responsáveis por supervisionarem estes ecossistemas criados pelos dispositivos inteligentes.

Segundo uma pesquisa realizada pelo McKinsey Global Institute (2015), a IoT deverá gerar um impacto econômico entre 3,9 trilhões de dólares a 11,1 trilhões de dólares por ano a partir de 2025, sendo que na indústria de manufatura a IoT tem potencial de reduzir o consumo de energia entre 10% a 20% e potencial de melhorar a eficiência do trabalho de 10% a 25%.

Figura 4 – Sistema de monitoramento remoto

Fonte: Chaya Automação, 2020

2.6.2. COMPUTAÇÃO EM NUVEM

A computação em nuvem ou cloud computing, segundo a Microsoft é o fornecimento de serviços de computação, incluindo servidores, armazenamento, bacon de dados, rede, software, análise e inteligências, pela, interne para oferecer inovações mais rápidas, recursos flexíveis e economias em escala.

O computação em nuvem permite que dispositivo enviem dados diretamente para bancos de dados e servidores de forma simples e rápida, mas também acessar esses dados enviados em outros momentos sem necessariamente precisarem armazenar esses dados no próprio dispositivos ou em bancos de dados locais já que todos os dados podem sem acessados por qualquer dispositivo em qualquer lugar somente com acesso à internet, o que reduz custos referentes a hardware especializados e aumenta o aproveitamento de espaços.

Usando a computação em nuvem podem ser feitos registro nos servidores de padrões do sistema produtivo, além de armazenamento de dados coletados pelos dispositivos inteligentes sobre o funcionamento dos equipamentos.

2.6.3. BIG DATA

O conceito de big data está relacionado à capacidade de processar e analisar grandes volumes de informação que permitam a extração de conhecimentos úteis para melhorar o processo de tomada de decisão (US *Department of Education*, 2012).

A *McKinsey Global Institute* define Big Data como "A intensa utilização de redes sociais online, de dispositivos móveis para conexão à Internet, transações e conteúdos digitais e o crescente uso de computação em nuvem tem gerado quantidades incalculáveis de dados. O termo Big Data refere-se a este conjunto de dados cujo crescimento é exponencial e cuja dimensão está além da habilidade das ferramentas típicas de capturar, gerenciar e analisar dados".

A indústria 4.0 engloba um conceito de digitalização da cadeia produtiva, para aproveitamento máximo de todas as informações geradas pelo processo de manufatura, máquinas, pessoas, equipamentos e estado dos produtos geram um grande volume de dados ou informações, estes dados podem ser analisados para melhorar todo o setor de manufatura tanto em quantidade como em qualidade sem que se faça necessários maiores investimentos em máquinas e estruturas. Big Data é essencialmente uma prática que apresenta novas oportunidades de negócios. (Taurion, Cezar. 2017).

Essas informações são analisadas e coma ajuda de inteligência artificial, ou mais especificamente, machine learnig, servem de base de parâmetros para que as próprias máquinas aprendam com as experiencias e possam evoluir sua rotina, dessa forma completando um sistema mais automatizado da produção, ondem a interferência humana é minimizada em tarefas principalmente de repetição, sobrando tempo para que o corpo de colaborados trabalhem em gestão e novas estratégias de avançar nos negócios.

2.7. MANUTENÇÂO PREDITIVA 4.0

O uso da conjuntura tecnológica englobada pelo conceito de indústria 4.0 facilita o acesso a dados e parâmetros gerados dentro do sistema de produção, a análise e entendimento destes parâmetros são a chave para uma grande economia nos mais diversos setores da manufatura. Como exemplo, McKinsey estima que, até 2025, os processos relacionados à Indústria 4.0 poderão reduzir custos de manutenção de equipamentos entre 10% e 40%, reduzir o consumo de energia entre 10% e 20% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25%.

A manutenção preditiva é a atuação com base nas condições de uso do objeto observado, é um conjunto de métodos ou inspeções sistemáticas feitas para acompanhamento e aquisição de parâmetros, a fim de avaliar as condições dos equipamentos (NASCIF, 2021).

Dispositivo inteligentes podem executar práticas de monitoramento de parâmetros que ao mesmo tempo que são lidos são enviados para nuvem, de modo continuo e sem a necessidade de esforço humano, junto a dados coletados por outros dispositivos interligados pela internet das coisas, pode ser aplicado o conceito de Big Data, por um conjunto de softwares especializados e com a ajuda do machine learnig os padrões podem ser usados para prever necessidades e oportunidades de melhorias dos processos, retornando informações os equipamentos que aprenderam a executar funções e monitoramentos ainda mais precisos.

O compartilhamento de informações em tempo real, facilita o acesso aos dados necessário para uma predição de possíveis problemas nos equipamentos, ou seja, permite uma otimização de todo o sistema de manutenção preditiva.

Portanto, não é uma surpresa que a Manutenção Preditiva tenha emergido rapidamente como um dos principais casos de uso da Indústria 4.0. Sua implementação possibilita monitorar a integridade dos ativos, otimizar os cronogramas de manutenção e obter alertas em tempo real dos riscos operacionais, benefícios estes que se encontram com as necessidades atuais das organizações (EZRA, 2018).

Por sua vez este compartilhamento de informações necessita de uma conexa de banda larga confiável, estável e com uma alta transferência de dados. Atualmente já é possível executar grandes processos com o uso da internet por fibra ótica, porém além do meio físico (cabos) ou pequena cobertura com a utilização de roteadores há uma limitação do potencial das tecnologias, principalmente de M2M e IoT, para atender tal demanda, fez-se necessário uma evolução na rede móvel de comunicação. A internet 5G é a evolução direta da atual rede de comunicação de quarta geração, trata-se de uma rede mais potente e veloz que, além de ser “inteligente” é mais sustentável.

2.8. TECNOLOGIA 5G

2.8.1. EVOLUÇÃO DA COMUNICAÇÃO MÓVEL CELULAR

A história do telefone móvel começou em 1973, quando foi realizada a primeira chamada de um celular para um telefone fixo. Em abril de 1973 foi comprovado que todas as teorias do celular

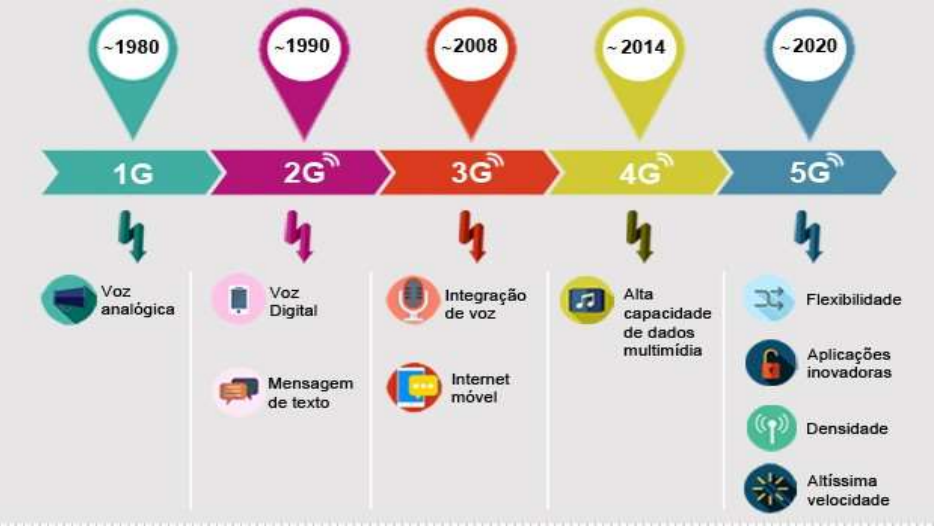
funcionavam, e que a rede de telefonia celular sugerida em 1947 foi planejada de forma correta, este momento foi um acontecimento que mudou totalmente a história do mundo

Segundo Santos (2008) a evolução dos sistemas celulares é sempre puxada pela necessidade ou vontade de se agregar novos serviços ao serviço de telefonia móvel – identificação de chamadas, envio e recebimento de imagens, acesso à internet, entre outros. Para implementar esses novos serviços, cria-se padrões, arquiteturas, ou simplesmente otimiza-se o que já existe.

A comunicação sem fio é formada por dois usuários, o transmissor e receptor. Seus componentes principais são: o microfone – que faz a conversão do sinal de voz de quem está transmitindo a informação em sinais elétricos, o alto-falante - que converte o sinal elétrico em sinal de voz para o receptor ouvir a mensagem que fora transmitida, o transmissor - responsável pelo envio dos sinais gerados pelo microfone para o receptor, que por sua vez recebe esses sinais e os envia para o alto-falante. Ainda a antena, que converte sinais elétricos em ondas de rádio enviando-os de um local a outro de maneira ágil e segura (SANTOS, 2008).

A evolução do sistema de celular é separada em gerações. A primeira geração (1G) usava celulares analógicos, a segunda geração (2G) digitalizou a comunicação, a terceira geração (3G) possibilitou acesso à internet banda larga pelo telefone celular, a quarta geração (4G) conhecida como rede LTE permite que mais gente se conecte a ela sem perder qualidade no sinal e a quinta geração (5G) terá uma velocidade altíssima, que além de dá acesso para navegar internet permitirá conectar dispositivos e equipamentos ao mesmo tempo.

Figura 5 - Evolução da comunicação móvel celular.



Fonte: Site G1, Pesquisa sobre 5G (2016).

O relatório Making 5G NR a reality (2016) produzido pela Qualcomm, cita que enquanto as quatro primeiras gerações de redes móveis interconectaram pessoas, oferecendo melhor voz e serviços de dados mais rápidos, prevê-se que o 5G é uma plataforma para inovações que irão redefinir uma ampla gama de indústrias conectando praticamente tudo e todos, de trabalhadores e pacientes a robôs e plantações, atendendo às necessidades de conectividade em uma variedade de casos de uso que mudam o mundo.

A tecnologia 5G será uma mistura de níveis de redes diferente, conectada por muitos dispositivos que garante uma transmissão de conexão inteligente e heterogênea. Contará com maior capacidade, pois terá aprimoramento da arquitetura e presença de uma comunicação física avançada (MENDES, 2013).

De acordo com o livro *Fundamentals of 5G Mobile Networks* (2015) explica que a tecnologia 5G se trata de um sistema de dados com alta capacidade e ultra alta velocidade com a vantagem de despesas operacionais reduzidas paras os operadores sendo como um sistema de tecnologia de redes sem fio para oferecer um meio de comunicação contínuo para o usuário final. De acordo com Rodriguez et al. (2015, p. 4) "podemos dizer que passar de 4G

para 5G significa uma mudança no paradigma de design de um sistema de disciplina única para um sistema multidisciplinar"

Segundo o artigo “5g – redes de comunicações móveis de quinta geração: evolução, tecnologia, aplicações e mercado.’’:

> A nova rede de quinta geração, tem o potencial de possibilitar novas aplicações e modelos de negócios que podem melhorar drasticamente a qualidade de vida em todo o mundo por meio de novos casos de uso sem precedentes que exigem alta comunicação instantânea de dados, baixa latência e conectividade massiva para aplicações inéditas na área da saúde, indústria, veículos autônomos, cidades inteligentes, casas inteligentes e a IoT. (FARIAS, 2019).

No relatório de pesquisa da IDEC “a tecnologia 5g e o acesso à internet no brasil (2021)” cita a funcionalidade a rede 5g conforme apresentada na figura abaixo.

Figura 6 – Como funciona a rede 5G.

Fonte: IDEC, 2021.

2.8.2 TECNOLOGIA 5G NO BRASIL

No dia 15 de fevereiro de 2017 representantes da indústria e das prestadoras de serviços de telecomunicações, do governo federal, Anatel, academia e centros de desenvolvimento tecnológico formalizaram o projeto 5G Brasil, que tem como objetivo é promover o desenvolvimento de um ecossistema propicio para a quinta geração da internet móvel.

A maior licitação da história das telecomunicações no Brasil, o leilão do 5G, aconteceu no dia 4 de novembro de 2021, no auditório principal da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), em Brasília. Com o leilão, segundo Fábio Farias ministro das comunicações, o país avança para "ter o primeiro 5G da América Latina". Onde irá mostrar para o mundo que o Brasil está cuidando da transformação digital. (ASCOM, 2021).

O edital do leilão 5G definiu que a tecnologia deve estar disponível em todas as capitais brasileiras até o dia 31 de julho de 2022. O cronograma segue com as cidades com mais de 500 mil habitantes até

julho de 2025, mais de 200 mil habitantes até julho de 2026, mais de 100 mil habitantes até julho de 2027, e nas cidades com mais de 30 mil habitantes até julho de 2028 (ASCOM, 2021).

Figura 7 – 5G no Brasil.

Fonte: Paiva, 2020.

2.8.3. REDE 5G NA INDUSTRIA 4.0

A rede 5G está programada em trazer avanços nesta quarta revolução com a tendência de aperfeiçoar o setor industrial com a sua chegada. Essa tecnologia permitirá uma internet em tempo real, onde os equipamentos poderão trocar informações e dados com maior velocidade sendo decisiva para tomada de decisões imediata com base em novos achados ou predições. O princípio da indústria 4.0 é a integração entre tecnologias físicas e digitais, criando sistemas conectados para obter insights críticos sobre suas operações, o impacto que a 5G proporciona é baseado na transformação digital que é primordial para seu desenvolvimento.

No artigo “Conectividade 5G e seu impacto na Indústria 4.0: maturidade e evolução” (2020) o autor menciona que o novo padrão 5G propõe melhorias no acesso aos processos industriais e na comunicação entre eles, bem como na criação de novos modelos e casos de uso. De acordo com a consultoria ABI Research, essas melhorias podem reduzir os custos de manutenção em 30% e aumentar a eficiência geral em 7%. Não é por acaso. Como pode ser visto na imagem abaixo, o protocolo 5G é construído sobre 3 pilares básicos, que oferecem uma solução para os grandes desafios e avanços que a quarta revolução industrial representa a largura de banda alta, baixa latência e alta densidade.

A padronização definiu basicamente três grandes grupos de aplicações (Hibberd, 2019).

1) Banda larga móvel extra veloz (eMBB = enhanced mobile broadband). Este grupo de aplicações ganha com a melhoria do tráfego de dados, propiciado pelo ganho da eficiência espectral. São aplicações que pedem cobertura adequada de sinais e tipicamente móveis.

2) Comunicação massiva em escala (mMTC = Machine type communications). Este grupo de aplicações trata da adoção massiva da IoT em quaisquer verticais de mercado. Exige recepção dentro dos ambientes (indoor), grande cobertura de sinais e alta densidade de aparelhos.

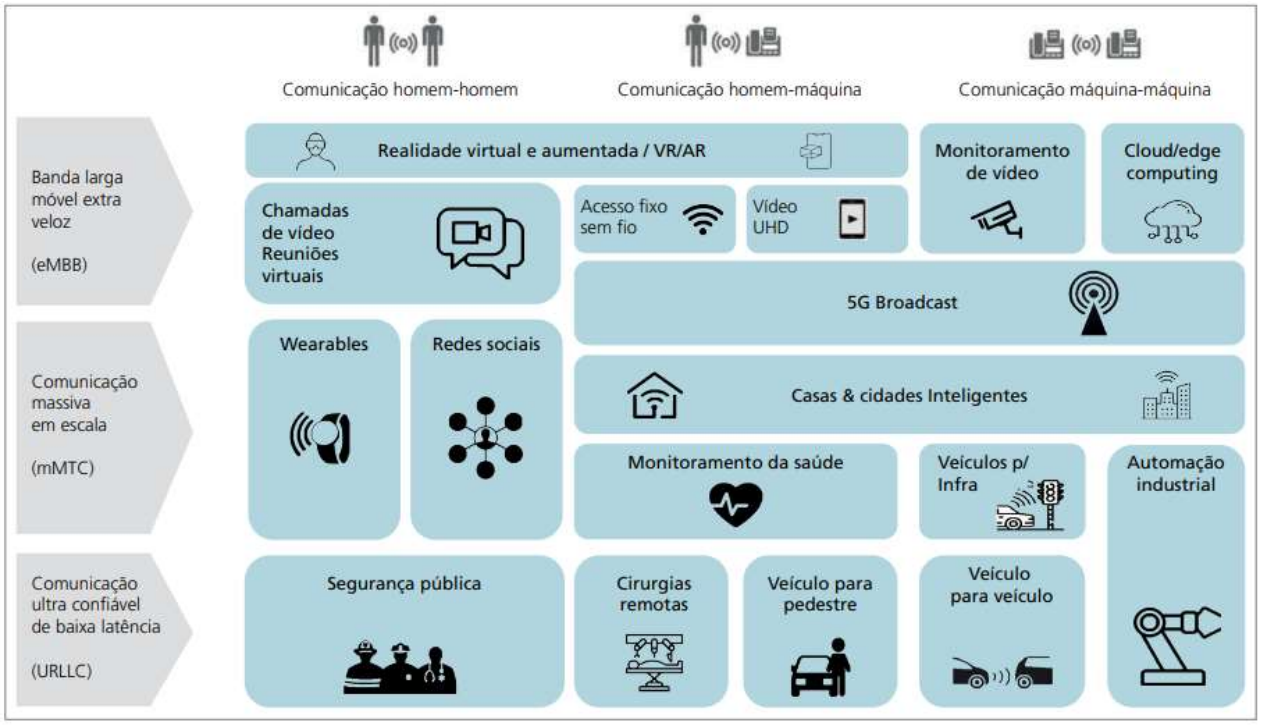
3) Comunicação ultra confiável de baixa latência (URLLC = ultra-reliable low-latency communications). As aplicações típicas aqui são de missão crítica, que requerem latências muito baixas e alta confiabilidade e segurança na comunicação.

A inclusão da tecnologia 5G se torna essencial para as aplicações utilizadas na quarta revolução industrial, porque seus benefícios garantem uma maior conectividade entre objetos (máquinas, equipamentos e dispositivo) por meio da Internet das Coisas (IoT). Além disso permite o uso de máquinas inteligentes, armazenamento de dados tornar as fabricas mais inteligentes e com seus processos mais rápidos, diminuídos os custos operacionais e aumentando a produtividade. Esta ampla conexão entre objetos incrementará, de forma transformadora, a produtividade da economia por meio de uma melhoria substancial da coordenação do processo produtivo, flexibilizando linhas de produção e alterando completamente as formas de entrega de bens e serviços.

A imagem a seguir exemplifica algumas aplicações para cada um dos três grupos mencionados, lembrando que muitas delas ainda não foram nem imaginadas. Diante do que foi exposto na seção que trata das padronizações, fica mais fácil compreender quando e como as aplicações 5G poderão entrar nos respectivos mercados.

Neste primeiro momento, a aplicação mais comum e mais natural é o acesso banda larga nos smartphones 5G, ou seja, basicamente o mesmo que temos neste momento, porém bem mais rápido. O acesso banda larga fixa também já é oferecido pelas operadoras através de pequenos CPEs, que captam os sinais 5G e os espalham nas residências e escritórios por meio de wifi (SPADINGER, 2021).

Figura 8 – Grupos de aplicações 5G e potenciais serviços associado.



Fonte: Robert Spadinger 2021.

No Brasil já existem projetos testes de implementação da internet 5G em indústrias, integrando e ampliando os conceitos de indústria 4.0, é o exemplo da Open Lab WEG/V2COM. O projeto é uma parceria entre Weg e Claro, além disso contou com a participação da Ericsson, Embratel, Qualcomm Tecnologies, Inc e Motorola. A fábrica fica localizada em Jaraguá do Sul (SC) e segundo a Embratel "Trata-se de um projeto-piloto inédito no Brasil".

Já Jose Palazzi, diretor de Vendas Sênior da QUALCOMM Serviços de Telecomunicações Ltda, afirma:

> "Temos o orgulho de colaborar com a Claro, Ericsson e WEG/V2COM neste marco significativo para o Brasil, que é a implantação de uma rede 5G em uma planta industrial. A IoT industrial está passando por uma grande transformação que permitirá benefícios como manufatura flexível, manutenção preditiva e maior eficiência em geral. O 5G levará essa transformação, também conhecida como "fábrica do futuro" ou Indústria 4.0, para o próximo nível.

O projeto demonstra o potencial das redes 5G implementadas e gerenciadas por uma operadora celular, disponibilizando dados para novos modelos de negócios, como "Rede 5G como Serviço", que permite às empresas minimizar riscos e custos de implantação da tecnologia em plantas industriais e outros cenários.

2.8.4. CARATERÍSTICA QUE POSSIBILITAM A IMPLEMENTAÇÃO NO CONCEITO 4.0

No artigo “Rede 5G vai otimizar sistemas produtivos industriais” (2020) o diretor de soluções integradas da Huawei Brasil, explica que referente a indústria, os principais benefícios da implementação do 5G está associado a manutenção preventiva, operação eficiente e flexibilidade: “As máquinas ficam conectadas em tempo integral por meio da rede 5G, cujos algoritmos permitem a identificação rápida de possíveis falhas e da necessidade de manutenção, evitando paradas. Ao promover a conexão entre as máquinas, a rede 5G facilita a adequação do ambiente fabril à infraestrutura existente, impedindo mudanças drásticas. Além disso, a baixa latência para transmissão de dados da rede reduz o tempo de execução das atividades (ROSEIRO, 2020)”.

Para Roseiro no artigo “Rede 5G vai otimizar sistemas produtivos industriais” (2020), confirma que o melhor uso do 5G na indústria está diretamente relacionado à identificação das aplicações necessárias como robotização, vide vigilância com realidade aumentada etc. Acrescenta que o diferencial da rede 5G se adapta a cada cenário, tornando customizável o uso da tecnologia nas fábricas, de acordo com as demandas. Essa capacidade da rede 5G é chamada de ‘network slicing’, ou seja, o fatiamento da rede para entregar o SLA (Service Level Agreement - Acordo de nível de serviço) que cada indústria necessita para a sua melhor eficiência.

O artigo “Tecnologia 5G e as oportunidades para a indústria 4.0”, o autor cita algumas vantagens do 5G para a indústria 4.0: à troca de informações entre sensores e máquinas que terá equipamentos mais precisos e eficientes, dispositivo menos complexos e mais econômicos por utilizarem de capacidade de processamento e armazenado remoto, maior segurança contra vazamentos de informações com protocolos de informações mais avançado, tomada de decisão com base em dados precisos e instantâneos, conexão sem fio entre máquinas e sistemas que os controlam, tornando a produção flexível e configurável permitindo adaptação das linhas produtivas de acordo com a demanda, características cada vez mais necessárias para atender aos crescentes hábitos de consumo online e personalizado.

Figura 9 – 5G e a indústria 4.0

Fonte: DJP Automação, 2021.

2.8.4.1. TECNOLOGIA 5G E A MANUTENÇÃO PREDITIVA

Um sistema de Manutenção Preditiva 4.0, quando funciona efetivamente como uma estratégia de manutenção, faz com que a manutenção corretiva seja acionada apenas quando necessária, pouco antes da ocorrência da falha. Este fato concede à Manutenção Preditiva a capacidade de transformar, não só as equipes de manutenção, como também a organização como um todo. Sua implementação permite que os gerentes de ativos melhorem os resultados, equilibrando as prioridades, como confiabilidade e lucratividade (DILMEGANI, 2018).

Em vez de realizar a manutenção de acordo com um cronograma predeterminado, a manutenção preditiva com o 5G usa algoritmos para prever a próxima falha de uma máquina ou componente, prontamente alerta o pessoal para realizar procedimentos de manutenção focados para evitar a falha antes que elas aconteçam, evitando assim desperdiçar tempo de inatividade desnecessariamente. (SEEBO, 2018).

Brenden Rawle no artigo “5G e IoT vão revolucionar a produção industrial” (2021), menciona que a manutenção dos ativos de produção tem o potencial de redução dos custos operacionais, permitindo uma economia de milhões de euros para as associações. Recorrendo a sensores, câmaras e análise de dados, pois as empresas podem antecipar as falhas dos equipamentos. Os sistemas habilitados para IoT podem detectar sinais de alerta, usar dados para criar cronogramas de manutenção e fazer uma manutenção preventiva do equipamento antes que ocorram problemas. A tecnologia 5G permite que volumes de dados sejam recolhidos de forma rápida e segura por sensores, permitindo que os

algoritmos de manutenção preditiva identifiquem potenciais problemas e respondam em escassos milissegundos.

3. CONCLUSÃO

Apesar de seus benefícios, a manutenção ainda é subjugada por outros tipos de manutenção, devido a necessidade de mão de obra especializada em análise preditiva e a cultura de empresas de não investirem nessa mão de obra e em equipamento especializados, que no fim acometem e gastos maiores com tempo de parada e manutenção corretiva emergencial. Fica evidente com estes fatos, que a manutenção preditiva tem um grande potencial de investimento, mas precisa de incentivo e estudos para melhor aplicação personalizada em cada tipo de indústria e pela mão de obra disponível.

Entender o avanço das tecnologias aliadas a indústria é importante para melhorar a manutenção preditiva, desta forma tornando-a mais assertiva, confiável e de fácil manejo.

Aplicar os conceitos da indústria 4.0 amplia o acesso a informações primordiais para um maior controle dos processos de produção, que possibilita não só analisar melhorias para o sistema de produção, mas também uma diminuição de custo de manufatura e geração de valor para a cadeia de produção. Essa nova visão aplicada a indústria junto ao suporte oferecido pela nova tecnologia do setor de comunicações, a internet 5G, amplifica o compartilhamento global destas informações com segurança, velocidade e eficiência para tornar possível uma nova era da manutenção preditiva e consequentemente da indústria.

Para trabalhos futuros, sugere-se um estudo de caso sobre a manutenção preditiva em empresas inseridas no contexto da indústria 4.0 com uma rede de internet 5G, a exemplo o projeto da WEG com parceiros, a primeira indústria a implementar e desenvolver teste com internet 5G no Brasil, a fim de verificar desempenho, benefícios e desafios da análise preditiva com o auxílio destas tecnologias.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTELLA, Marco César. Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia elétrica. 2001. 152 f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

COSTA, Mariana de Almeida. Gestão estratégica da Manuenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

COSTA, Mariana de Almeida. Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FARIAS, B. I. Selecção de um redutor de engrenagens para um agitador e planeamento das acções de manutenção. 2009. Dissertação de mestrado – Engenharia Mecânica Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

FERREIRA, L. L.. Implementação da Central de Ativos para melhor desempenho do setor de manutenção: um estudo de caso Votorantim Metais. 2009. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

KARDEC, A. & NASCIF, J. Manutenção Função Estratégica. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. Manutenção: função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.

MIRSHAWKA, V.; Manutenção Preditiva: Caminho para Zero Defeitos, 1 ed. São Paulo: Makron Books, McGrawHill, 1991.

MONCHY, F. La Fonction Maintenance. Paris: Masson, 1987

NEPOMUCENO, Lauro. X. Técnicas de manutenção preditiva. Editora Blucher, 1981. 9788521217466.

PAIVA, Fernando. Brasil vai liderar 5G na América Latina com 18% de adoção em 2025. Mobile Time, 2020.

RAWLE, Brenden. 5G e IoT estão preparados para revolucionar a indústria de manufatura. Blog Equinix, 2020.

REIS, Zaida Cristiane dos; DENARDIN, Carina Desconzi; MILAN, Gabriel Sperandio. A Implantação de um Planejamento e Controle da Manutenção: Um estudo de caso desenvolvido em uma empresa do ramo alimentício. In: VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010.

SACOMANO, J. B., Gonçalves, R. F., & Bonilla, S. H. (2018). Indústria 4.0: conceitos e fundamentos. Editora Blucher, 1988.

XENOS, Harilaus G. Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p

_5G e indústria 4.0. DJP Automação, 2021. Disponível: <https://djpautomacao.com/5g-e-industria-4-0/ />. Acesso em: 15 de mai. de 2021

_6 principais tipos de manutenção indústria. Blog Manutenção Industrial, 2019. Disponível: <https://vivante.com.br/blog/manutencao-industrial>. Acesso em: 20 de abr. de 2021.

_Rede 5g vai otimizar sistemas produtivos industriais. Usinagem Brasil, 2020. Disponível: <http://www.usinagem-brasil.com.br/14928-rede-5g-vai-otimizar-sistemas-produtivos-industriais/>. Acesso em: 15 de mai. de 2021

_Tecnologia 5G e as oportunidades para a indústria 4.0. Abrint, 2021. Disponível: http://www.abrint.com.br/abrint-na-midia/tecnologia-5g-e-as-oportunidades-para-a-industria-4-0 >. Acesso em: 15 de mai. de 2021

Capítulo 12

10.37423/220505889

ANÁLISE APLICADA A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS OFF-GRID EM PROCESSOS INDUSTRIAIS NA ZONA RURAL

Fernando Carvalho Assunção da Silva — *Universidade Federal de Goiás*

Fernando Nunes Belchior — *Universidade Federal de Goiás*

Marcelo Nunes Fonseca — *Universidade Federal de Goiás*

Resumo: As organizações industriais localizadas na zona rural sofrem com constantes interrupções no fornecimento de energia, em função dos baixos investimentos em redes de distribuição por parte da concessionária de energia e por problemas inerentes ao funcionamento das mesmas. São observados, frequentemente, perdas de produção como consequência desta falta de energia. Soluções alternativas de geração de energia estão disponíveis no mercado e é necessária uma análise de viabilidade técnica e financeira para implementação de tais tecnologias. Uma delas, bastante utilizada nos dias atuais, se trata de sistemas fotovoltaicos off grid, os quais são isolados das redes de distribuição, não necessitando da conexão com as mesmas e consequente problemas já relatados. Neste sentido, este resumo trata da viabilidade da utilização desta fonte de energia renovável e consequente substituição das fontes geradoras convencionais à diesel, de modo a apresentar uma solução eficiente e segura para a problemática da falta de energia.

Palavras-chave: Energia, Zona Rural, Interrupções, Soluções, Viabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Segundo levantamento da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a participação do setor industrial foi responsável por 33% do consumo de energia na matriz energética nacional no ano de 2020 (EPE, 2021). Assim, a qualidade no fornecimento deste insumo está diretamente relacionada ao resultado do processo produtivo das indústrias. Se observa que, à medida em que as cargas estão distantes da fonte, a capacidade no fornecimento de energia é diminuída, e, em consequência disso, existem altos índices de interrupção no fornecimento de energia por parte das distribuidoras de energia, acarretando em prejuízos financeiros principalmente no setor industrial. Esses prejuízos são mais impactantes onde há uma alta dependência da energia elétrica, como em laticínios e granjas.

Através de apuração do indicador de desempenho global de continuidade realizada pela Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), onde são analisados a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC) e Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC), foi observado um desempenho abaixo do esperado por parte da distribuidora local no ano referente a 2020, para um total de 29 distribuidoras de grande porte, a ENEL GO ocupou a 27° posição no ranking (ANEEL, 2021). Dessa forma, se justifica esta pesquisa sobre soluções para os períodos de interrupções.

O objetivo da pesquisa consiste na determinação de soluções técnicas e financeiramente viáveis, no que diz respeito ao uso de fonte alternativa de geração de energia elétrica no processo industrial em zonas rurais, fonte essa, proveniente de sistemas fotovoltaicos isolados parcial ou totalmente da rede elétrica convencional.

2. MÉTODOS

A metodologia adotada consiste na investigação bibliográfica ao qual o tema está inserido, de modo a mapear esse referencial teórico, assim observar as principais tecnologias para propor soluções à problemática do trabalho. Um estudo de caso será realizado, de forma a identificar os principais impactos da energia e a consequente falta desta no processo produtivo das organizações no meio rural.

Serão realizadas simulações computacionais, a fim de determinar a configuração do sistema para atendimento a uma organização pré-definida. Após o levantamento e determinação dos equipamentos, ao qual serão objetos do estudo, a análise de viabilidade financeira poderá ser realizada. Esta viabilidade tem caráter comparativo, assim verificando o desempenho global entre

sistema off-grid com acumuladores de energia (baterias) e gerador a diesel, como fonte alternativa de energia.

Por fim, serão apresentados os impactos decorrentes da adesão de um sistema fotovoltaico off-grid, assim como os benefícios dessa adesão, como solução aos prejuízos causados por constantes interrupções já citadas anteriormente, relacionados ao setor rural.

3. RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Espera-se com esse estudo conhecer novas tecnologias, assim como apresentar os equipamentos já consolidados no mercado, que atendam a demanda apresentada nesta pesquisa.

Será avaliada a viabilidade técnica e financeira para substituição de geradores a diesel por sistemas fotovoltaicos off-grid com baterias, onde este último, acredita-se ter um melhor desempenho global a longo prazo, visto que não serão gastos recursos com combustível e a manutenção será pouco frequente. A substituição avalia-se ser ambientalmente favorável, mitigando a emissão de poluentes, que são produtos consequente de geradores movidos à diesel.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os avanços tecnológicos, soluções em fontes alternativas de geração de energia estão cada vez mais populares. Assim, a implementação de sistemas fotovoltaicos com armazenamento em baterias, se torna necessária em organizações que sofrem com os altos níveis de interrupções na rede de distribuição. Esta implementação em muitos casos acarreta na substituição da fonte convencional de geração de energia, através de geradores à diesel.

Os resultados obtidos no estudo podem representar fortes impactos ao setor industrial localizado na zona rural, pois o mesmo apresenta soluções para a crise energética recorrente. Espera-se uma adesão maior por parte das empresas, a partir das tecnologias exploradas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEELNOTATÉCNICAN°0025/2021SRD/ANEEL.Disponívelem:<https://www.aneel.gov.br/documents/656827/21749365/Ranking+2020/7ffbc2c7-1c2a-c8b5-6a65-7abc58345793>. Acesso em jun. 2021.

EPEBEMINTERATIVOConsumoFinalporSetor.Disponívelem:<http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/ben/>. Acesso em jun. 2021.

VILLALVA M. G.; GAZOLI, J. R. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações. São Paulo; Érica, 2012.

Capítulo 13

10.37423/220505931

PROJETO PLUG-IN: UMA PERSPECTIVA DE MOBILIDADE HABITACIONAL

Amanda Soares Fardelone

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - Campus de Bauru

Vitor da Cunha Lima

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - Campus de Bauru

Resumo: O artigo apresenta o desenvolvimento do design de mobiliário para habitações contemporâneas formuladas a partir da análise e caracte- rização dos modos de vida nas grandes e médias cidades propondo um novo conceito de moradia. A abordagem remete a reflexão conceitual do mobiliário interno aplicado ao espaço de morar com apenas 15m² de área útil, enfatiza o entendimento dos novos modos de vida e o estudo sobre as diferentes atividades desenvolvidas no espaço residencial. O conceito do projeto se baseou no cubo mágico, com destaque para o movimento de rotação de uma das partes da habitação e com o objetivo de acessar quatro modos distintos ao longo do dia, que são: refeição, lazer, trabalho e descanso; além de considerar um redesenho de todos os mobiliários internos com base na ergonomia.

Palavras-chave: design, multifuncionalidade, habitação, mobiliário residencial.

1. INTRODUÇÃO

A morada é, sem dúvidas, um espaço que merece atenção especial na atualidade. Pergunta-se quais são as características de uma "boa" residência? Qual é o comportamento humano e quais seus valores determinam esta característica? Como ao longo da história eram divididas as casas das metrópoles e colônias? Esses questionamentos levam a entender qual a relação à necessidade do homem e o espaço deixado para cada tarefa, ontem e hoje. O trabalho aqui apresentado proporciona um estudo comportamental de modo à por em prática conceitos que facilitam à habitação contemporânea aderindo aos valores atuais os contratempos do ser humano, bem como as mudanças sociais, políticas e econômicas, junto com nova forma de trabalho e as transformações das estruturas familiares, ao longo dos anos contribuíram decisivamente para um rearranjo do espaço.

Na casa urbana paulista oitocentista via-se um corredor que unia toda a casa, nos fundos encontrava um puxado lateral onde se alojava a cozinha e mais um espaço para os demais serviços da casa. As janelas somente eram postas na sala com vista para a rua e também na varanda que se abre para o quintal. O mobiliário e outros utensílios eram fabricados pelos próprios moradores ou pelos seus serviçais. As ferrovias inauguradas na década de 1870 fizeram da pequena cidade do planalto o destino preferencial de um número crescente de pessoas até tornar-se, um século mais tarde, a terceira mais populosa aglomeração urbana do planeta, segundo Tramontano, 2003.

Até 1945 a sociedade tinha vestígios da habitação antiga, pois a cozinha junto com a área de serviço era desvalorizada e sem prestigio algum, considerada local de trabalho escravo e nada mais. Mas a nova forma de morar veio para quebrar tabus existentes na família nuclear elitizada, a partir de uma divisão de cômodos com poucas paredes. São Paulo recebeu muitas influencias internacionais, em que uma quantidade significativa de apartamentos seguia o estilo de vida da Belle Epoque Francesa, contendo três repartições fixas internas: zona de rejeição (serviços), zona de prestígio (social) e zona de recolhimento (íntima). Ainda na mesma década de 60, a fase dos filmes hollywoodianos foi se espalhando até estar em contato com a sociedade brasileira através dos televisores da época. Isto acontece logo após em que os Estados Unidos ganha seu prestígio no período pós-guerra, tornando-se uma potencia mundial. Esta influência permitiu com que arquitetos e designers entrassem em ação reproduzindo exatamente o que os americanos difundiram, até com uso das mesmas palavras, como home office, hall, closet, living-room, entre outros termos específicos, segundo Tramontano 2003.

Por outro lado, a arquitetura japonesa que caracterizou por seus biombos dobráveis, baixela de cerâmica, entalhes e paisagismo sofisticado se adaptou a estas novas necessidades? Na casa não havia

repartições, portanto a família desde o amanhecer ao anoitecer permanecia unida, e com isso o mobiliário japonês fazia a função das paredes ocidentais. Muitas vezes algumas mobílias tinham dois papéis, aparecendo assim a multifuncionalidade interna. Os principais materiais utilizados na construção eram madeira, terra, bambu e papel. No período pós-guerra esses materiais não caíram em desuso. Todavia, a Companhia de Habitação do Japão decretou o inicio da construção maciça de edifícios de apartamentos por todo país em 1995. Nos anos 60, duas leis foram elaboradas de modo a permitir a divisão de um imóvel, ou seja, concretizou os famosos condomínios; e autorizou o aumento da altura total dos edifícios, bem como o tamanho de área construída. Assim foram surgindo novas experimentações habitacionais, como o projeto da Nagakin Capsule Tower, em Tokyo no ano de 1972 e construído o Nexus World, na cidade de Fukuoka entre 1989 e 1991. Assim a estrutura familiar foi caminhando para o mesmo fim e com a mesma autonomia.

Paris foi a primeira a se preocupar com os estudos habitacionais. A família parisiense antiga era muito parecida com a família paulistana no século XIX, em que o casamento era monogâmico e com muitos filhos. Depois da Belle Epoque francesa caracterizada por muitas salas de requinte, e demasiado espaço para a moradia, houve a aparição dos cortiços, que por sua vez tomaram as ruas da cidade a abrigaram muitas famílias da classe média. Esse novo estilo parisiense de moradia comportava poucos móveis e objetos, não havendo muitas repartições e nem ornamentos. O banheiro era comunitário e a falta de higiene gerava doenças que foram tomando parte desse meio habitacional. Em 1851, com o investimento estatal inaugurou-se a Cité Napoléon, “um conjunto em torno de um pátio central, destinado a abrigar seiscentas pessoas em duzentas habitações de dois cômodos e cozinha”. Água canalizada para cada “casa” e agentes higienistas permaneciam a disposição para ajudar na prevenção de algumas doenças. De 1880 a 1914 os franceses se depararam com um movimento modernista, mais conhecido como Haussmaniano, recheado de muitos arquitetos e engenheiros capazes de mudar conceitos. Já nos anos 70, a habitação segue com sua montagem rápida. Do coletivo ao individual, os containers com serviços hidráulicos e suas ossaturas de aço, poliéster, fibras de vidro e poliuretano foram o sucesso esperado exatamente por ser modular e de fácil transporte. Lava louças, lava roupas, freezers, televisão, tele-shopping, segurança eletrônica e outras maquinas fizeram o mesmo sucesso acompanhando a nova célula de morar. Já em Los Angeles (Hollywood), o “american way of life” seguiu fortemente influenciando os demais países. A independência financeira ali abordada fez com que desaparecessem os casarões e entrasse os apart-hoteis. O ferro, o concreto armado, o baquelite e o plástico eram os materiais da vez. Tudo isso permitiu com que a ArtDecó estivesse totalmente associada à sociedade industrial ascendente. Nos anos 30, no Brasil, a ArtDecó aparece em muitos

monumentos e construções, como o edifício do Mapplin, edifício Columbus, cinema UFA Palace, Viaduto do Chá, e outros, todos em São Paulo. A forte influência dos Estados Unidos transformou o palco europeu em um palco completamente americanizado. A evolução das necessidades e das restrições de espaço levou ao movimento incessante das paredes, ou até mesmo a queda delas, promovendo atividades unificadas, de modo que foi possível mesclar as atividades, como: assistir TV, comer e receber visitas em uma mesma área. Por outro lado, o deslocamento para o local de trabalho já está, em parte, desaparecendo, devido aos problemas relacionados com a mobilidade urbana.

Toda essa transformação do espaço de morar está intimamente relacionada, também, com o tamanho, a estrutura e a função familiar. A mudança do papel social, principalmente da mulher, que passa a ter autonomia financeira, há a queda de natalidade, a opção do divórcio, além de filhos mais independentes, tem reflexos, que pode ser percebida através da constante mudança da forma de moradia. Ou seja, entra a percepção da necessidade, o que é preciso dentro de uma casa para que a sua função social seja atendida, e para cada uma delas, há uma especificação.

> "a queda acentuada da fecundidade, o aumento da longevidade, a crescente inserção da mulher no mercado de trabalho, a liberação sexual, a fragilidade cada vez maior das uniões, o individualismo acentuado, etc, são tendências que vêm atuando no sentido de alterar o tamanho, a estrutura e a função da família." (BERQUÒ,1989).

De modo a facilitar o uso do espaço onde ele é exíguo e, em função da condição humana atual, foi criada uma célula interativa, baseada na ideia do brinquedo cubo mágico e seus movimentos, adaptado ao autentico modo de vida da cidade. O cubo é considerado um brinquedo interativo e extremamente racional, e tem por finalidade a organização correta de suas cores. A partir dessas idéias foi elaborado um projeto que organiza o mobiliário interno com flexibilidade, mobilidade e autonomia do espaço, variar as configurações de acordo com as diferentes atividades exercidas no espaço de morar, incorporando multifuncionalidade, modularidade e redução espacial.

2. A CÉLULA DE MORAR

Um dos maiores problemas para se morar, encontrados hoje nos grandes centros urbanos, está relacionado com valor do metro quadrado. Além dos altos valores encontrados, principalmente nas regiões metropolitanas, existe também o problema do aumento populacional, que tem acentuado significativamente nos últimos tempos. Portanto, construir uma casa ou apartamento com grande área habitável tornou-se acessível para poucos. É nesse contexto que se torna necessário a otimização dos espaços, principalmente em apartamentos, que já chegaram a ter 9m² de área construída,

localizados próximos da torre Eiffel em Paris. Em muitos lugares como Paris, Japão, e agora Brasil, verifica-se, cada vez mais este fenômeno, ou seja, a diminuição da metragem residencial pela falta de espaço. O mobiliário virou a repartição da casa, como ocorria no Japão, além de muitas vezes possuir dupla função. A proposta de conceito de moradia e o projeto Plug-in que está interligado nessa situação problema, vem buscando promover tal otimização. A ideia de uma casa que se adapta as necessidades humanas, utilizando justamente a mobilidade, como a de um cubo mágico, nada mais é do que reduzir espaço e também aperfeiçoá-lo.

A parte móvel do Plug-in é similar a um anel, que gira em torno de um eixo imaginário, oferecendo quatro configurações diferentes. Tal sistema, inspirado no movimento do cubo mágico, mantém em suas laterais duas partes fixas, uma com o módulo molhado (banheiro e cozinha), sendo a entrada da residência, e outra mais estreita, situada do outro lado do anel móvel, contendo uma grande janela. A figura 1 apresenta o conceito aqui descrito.

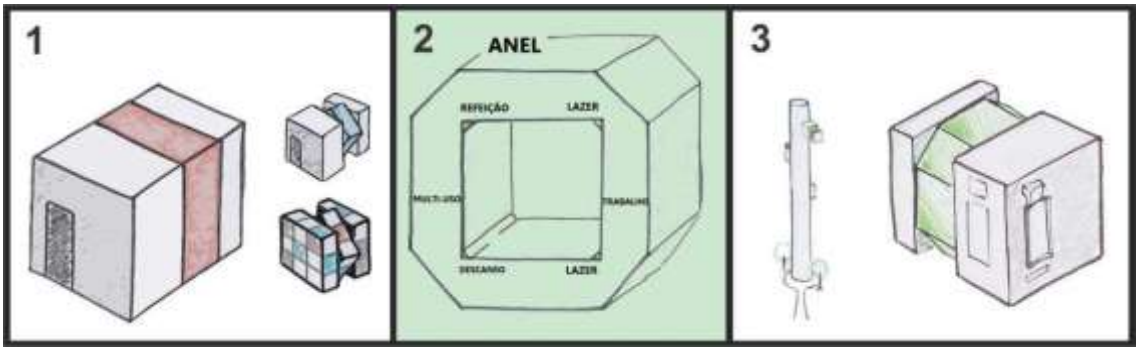


Figura 1 – Sketches

1-Esboço do funcionamento da célula; 2-Especificação dos quatro modos; 3-Modelo final da célula (casa) e cerne (prédio).

2.1. PARTE MÓVEL

A parte móvel é constituída das áreas de trabalho, multi-uso, refeição, descanso e lazer, distribuídas ao longo do anel.

2.1.1.LAZER

As duas paredes do modo Lazer alojam partes do sofá que quando puxadas expandem-se para posteriormente se unirem, ocasionando o fechamento completo do espaço, através de um sistema baseado em uma porta pantográfica. O sofá consegue ter seu tamanho duplicado, no qual as partes direita e esquerda atingem em seu modo aberto de 1,20 metros. O conforto e a rigidez do móvel são conseguidos através do inflar automático de bolsas que ficam alojadas entre os vãos dos perfis. A

janela, situada em uma das áreas fixas, além de promover a iluminação natural, pode ser utilizada como uma ampla tela de entretenimento (figura 2).

2.1.2.DESCANSO

A parede da parte móvel destinada ao modo Descanso encontra-se oposta à parede de refeição. Próximos ao chão estão instalados sensores, feitos de resina, que servirão como luminárias e, também, como botões de acionamento. Ao pressionar essas luminárias, o colchão sairá através de uma porta de acesso retangular, inflando- se por completo, adquirindo assim forma e altura de cama, com medidas de 1,40 metros de largura por 2,10 metros de comprimento (figura 2).

2.1.3.TRABALHO

O modo Trabalho tem apenas uma parede útil, oposta à parede multiuso. No programa deste modo é previsto o uso de notebooks, novas interfaces e derivados com acesso à internet. Existe uma mesa, em forma de meio círculo, encaixada em 60 centímetros, servindo como auxílio quando exposta (figura 2).

2.1.4.REFEIÇÃO

Para o modo Refeição, um ambiente com mesa e cadeiras. A altura da mesa é de 75 centímetros, o tampo tem 75 centímetros de largura por 55 centímetros de comprimento, recebendo uma aba adicional para aumentar seu tamanho. Duas cadeiras deverão sair da parede localizada próxima à mesa, através de braços articulados. Estes terão uma rotação no final, em que possibilitará à cadeira um giro de

90 graus, ficando mais confortável e facilitando o sentar. As cadeiras terão 45 centímetros de altura por 50 centímetros de largura, tamanho esse mais parecido com uma poltrona. Do chão sairão mais dois apoios, nos quais poderão ser acopladas mais cadeiras, completando assim a sala de refeição (figura 2).

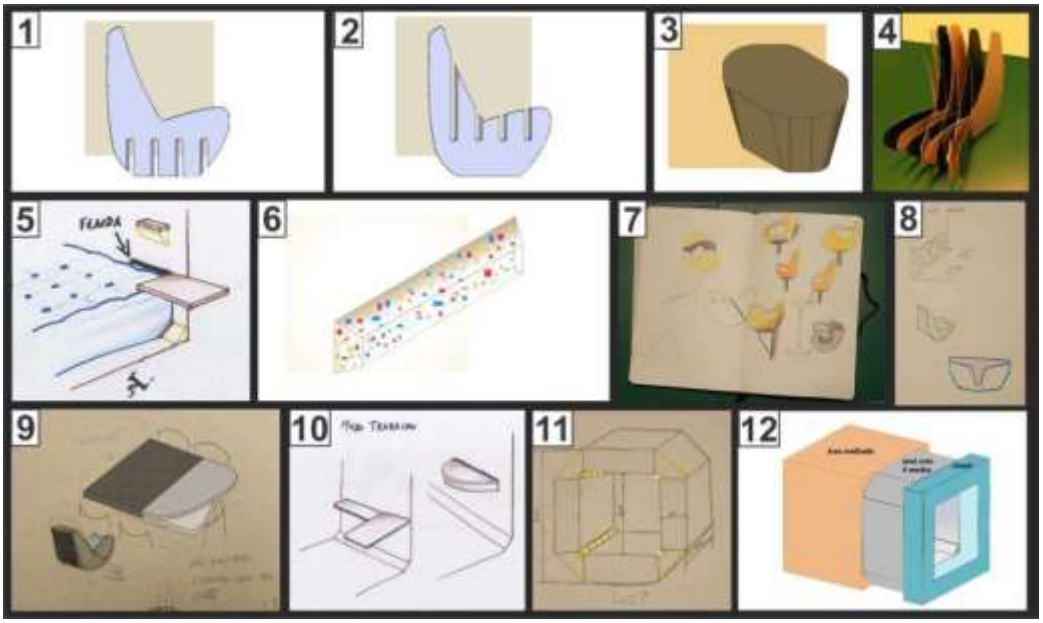


Figura 2 – Sketches dos quatro modos

1-Sofá (peça de encaixe x); 2-Sofá (peça de encaixe y); 3-Mesa de centro; 4-Modelo de encaixe feito em papel; 5-Modo descanso; 6-Luminária do modo descanso; 7- Sketches de cadeiras; 8-Modo refeição; 9-Estudo das formas do modo refeição, 10- Modo trabalho; 11-Estudo de iluminação; 12-Especificação da parte móvel.

2.2. ÁREA FIXA

O closet é desenhado de forma a dispor de um eixo central com abas divisórias oferecendo um espaço de três colunas. Nessas colunas existe um sistema de encaixe das prateleiras para que sejam ajustadas conforme necessidade. Tal ajuste se dará da seguinte forma: cada prateleira irá conter um pino central, que se encaixará em um trilho com canaletas, possibilitando ao usuário modificar seu closet como precisar. Ao lado do closet principal haverá uma escada de acesso às sapateiras. Elas seguem uma medida de 45 centímetros de altura por 50 centímetros de diâmetro. O espaço de 50 centímetros poderá ser usado como um assento, facilitando assim a ação de calçar-se. Serão duas sapateiras, uma próxima a outra. Seguindo adiante, do outro lado da parede, surgirá a outra parte do closet. Embaixo das escadas existem dois compartimentos que servirão para guardar roupas de cama e banho. O vidro da janela, que também está na parte fixa, possui capacidade para captar a energia solar e armazená-la em um dispositivo próximo a ele, podendo assim escurecer o ambiente e proporcionar privacidade (figura 3).

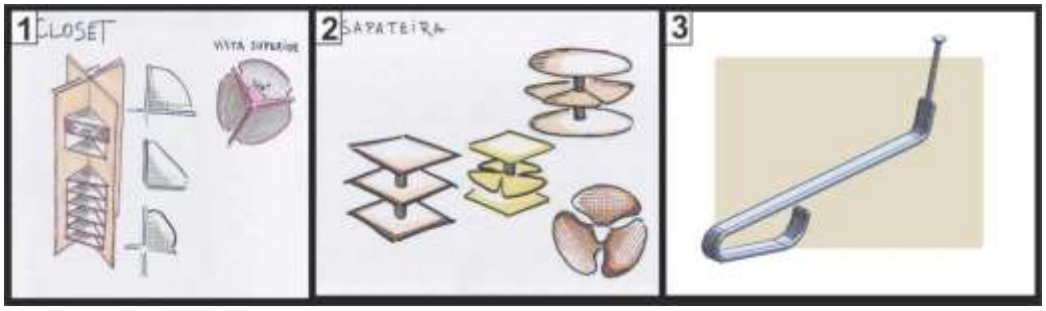


Figura 3 – Sketches dos móveis (área fixa)

1-Closet; 2-Sapateiras; 3-Cabide (closet).

2.3. ÁREA MOLHADA

O módulo Banheiro demandou elevada precisão em relação à utilização do espaço interno. Haverá um compartimento redondo caracterizando a parte da ducha e os demais utensílios. O chuveiro terá o formato de um anel envolvendo o usuário durante o banho. Com uma parte da parede espelhada imantada, acessórios como saboneteiras, gancho para toalha e até mesmo um reduzido armário podem ser acoplados (figura 4).

O módulo Cozinha está dividido em três faixas. Seu modo fechado assemelha- se a um bloco. A base de toda a cozinha possui 85 cm de altura. A faixa próxima ao teto pode ser aberta através de uma haste articulada que se projeta para a direita e desce até nivelar seu topo com a bancada da pia, tornando-se uma extensão para o preparo de alimentos. Com o intuito de não prejudicar a circulação da moradia, a projeção da bancada não ultrapassa os 60 cm. A parte intermediária revelará a geladeira, sendo que através de um dispositivo localizado em sua maçaneta é possível acessar a cuba da cozinha, ao final do processo a geladeira cederá seu espaço por completo para dar lugar a pia. A parte inferior é fixa e possui diversos armários. A máquina de lavar louças utilizará um sistema no qual o primeiro ciclo de sua lavagem reutilizará a água que o usuário selecionou através da comporta no ralo da cuba, esta possui dois ralos, um que deverá escoar a água inutilizável e o outro que poderá reaproveitá-la.

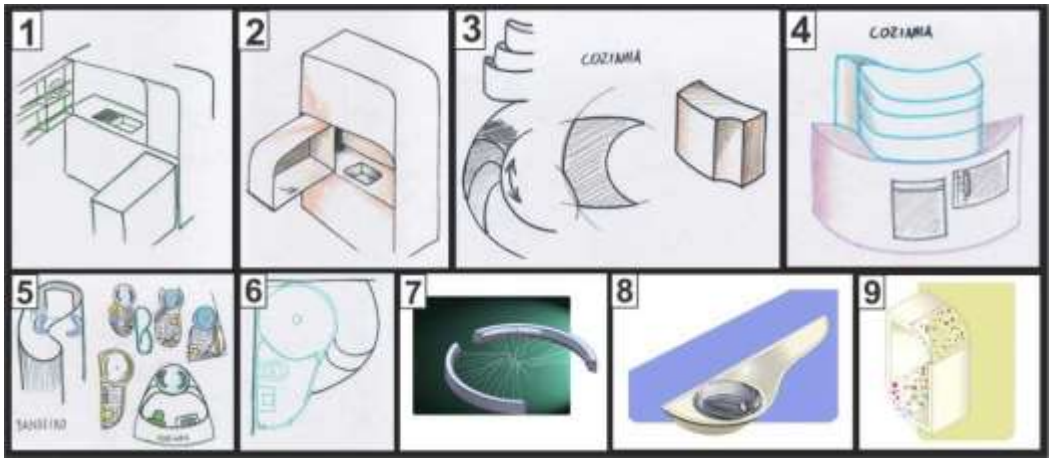


Figura 4 – Sketches da área molhada

1-Primeiro desenho (cozinha); 2-Segundo desenho (cozinha); 3-Terceiro desenho (cozinha); 4-Quarto desenho (cozinha); 5-Sketches do banheiro; 6-Desenho final da composição banheiro/cozinha; 7-Desenho da ducha; 8-Desenho da pia (banheiro); 9- Desenho do nicho (banheiro).

3. MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO

A superfície externa do habitáculo é revestida de liga metálica, auxiliada por isolantes termo-acústicos, um composto de lã de vidro. A parte fixa estrutural interna é composta de blocos tridimensionais de concreto pré-moldado. As cores podem ser configuráveis, com emprego de tintas nanotecnologias capazes de mudar sua matiz, tom ou saturação. O módulo molhado deve ser de material não absorvente, liso e resistente, comparável à fibra de vidro. A porta de entrada do box é feita de vidro curvo resinado comum. Na parte móvel, as divisões internas das funções são de MDF (medium density fiberboard) revestido com resina melamínica de baixa pressão em regiões que apresentem um grau de usinagem mais complexo e MDP (medium density particleboard) com o mesmo revestimento em locais que a resistência ao empenamento se torna uma condição fundamental para a qualidade do mobiliário (ex. grandes horizontais sem apoio).

As quatro paredes internas da parte móvel serão de vidro antirrisco com a capacidade de se tornar espelhado. A parte fixa próxima à janela se constitui de MDF nos armários laterais e de chão. O painel de vidro utilizado na janela possui tecnologias já em uso na atualidade, que capta a energia solar e a armazena em baterias. Esta tecnologia permite controlar a luminosidade no espaço interno, pois possui ”cristais” capazes de alterar o ângulo de refração da luz externa, aumentando a entrada de luz solar ou luminosidade do céu. Outra característica é a de projetar imagens substituindo a televisão ou qualquer dispositivo que requeira uma tela. Por fim, para detalhes de interface do usuário com o mobiliário da morada e o módulo molhado, prevê-se o uso de resina poliéster cristal.

Como conexão de energia, água e esgoto da casa, apresenta uma única região para fazê-lo: logo abaixo da porta de entrada, e com o mesmo intuito, acima da passagem dos habitantes encontra-se o gancho de fixação dessa célula de morar com um cerne, o qual serve como estrutura parecida de um prédio contendo os elevadores e demais tubulações necessárias. Quanto às configurações luminosas há quatro barras principais na parte móvel do ambiente e iluminação adicional no módulo molhado e closet.

4.MODELOS E MAQUETES

Uma vez definidos os desenhos foi feita a modelagem 3D da estrutura, móveis e utensílios no software SolidWorks 2012 e Studio 3DMax, de modo que se pudesse visualizar as dimensões reais do projeto, conforme apresenta a figura 5, e a confecção dos mock-ups, conforme figura 6, onde utilizou-se chapa de MDF (medium density fiberboard), a qual foi cortada, furada, colada e pintadas de acordo com o projeto. Os parafusos exerceram as funções de encaixar e estabilizar as três partes da célula de morar. No acabamento foi utilizado lixas até atingir uma pintura lisa e uniforme. Para a confecção da maquete foram utilizados canos de PVC, papel cartão e cola quente, bucha e palitos para confecção dos arbustos, placa de MDF para base do projeto e pintura para finalização. As células de morar foram feitas de papel que receberam inicialmente o desenho planificado com medidas reduzidas e depois foram dobradas e coladas, como em um processo de origami (Figura 6).

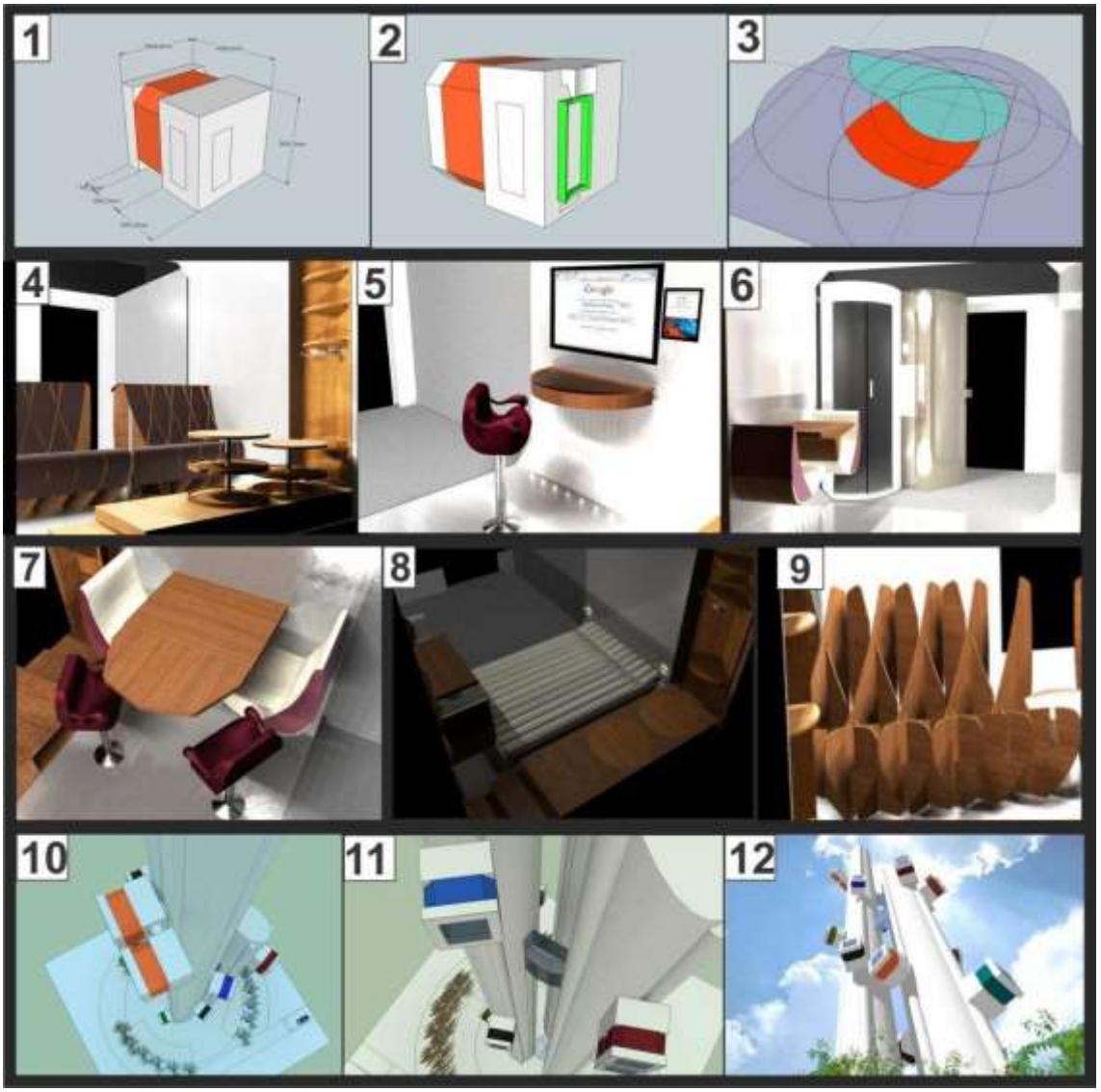


Figura 5 – Render final do projeto Plug-in

(Elaborados pelo primeiro autor, com base nas pesquisas realizadas)

1,2-Sketches da célula; 3-Demarcação do Banheiro(verde) e da cozinha (vermelho); 4-Render do modo lazer junto com a vista da parte fixa; 5-Render do modo trabalho; 6-Render do modo refeição junto com a vista da área fixa; 7-Render do modorefeição; 8-Render do modo descanso; 9-Render do sofá (estrutura); 10,11,12-Render do prédio (cerne)

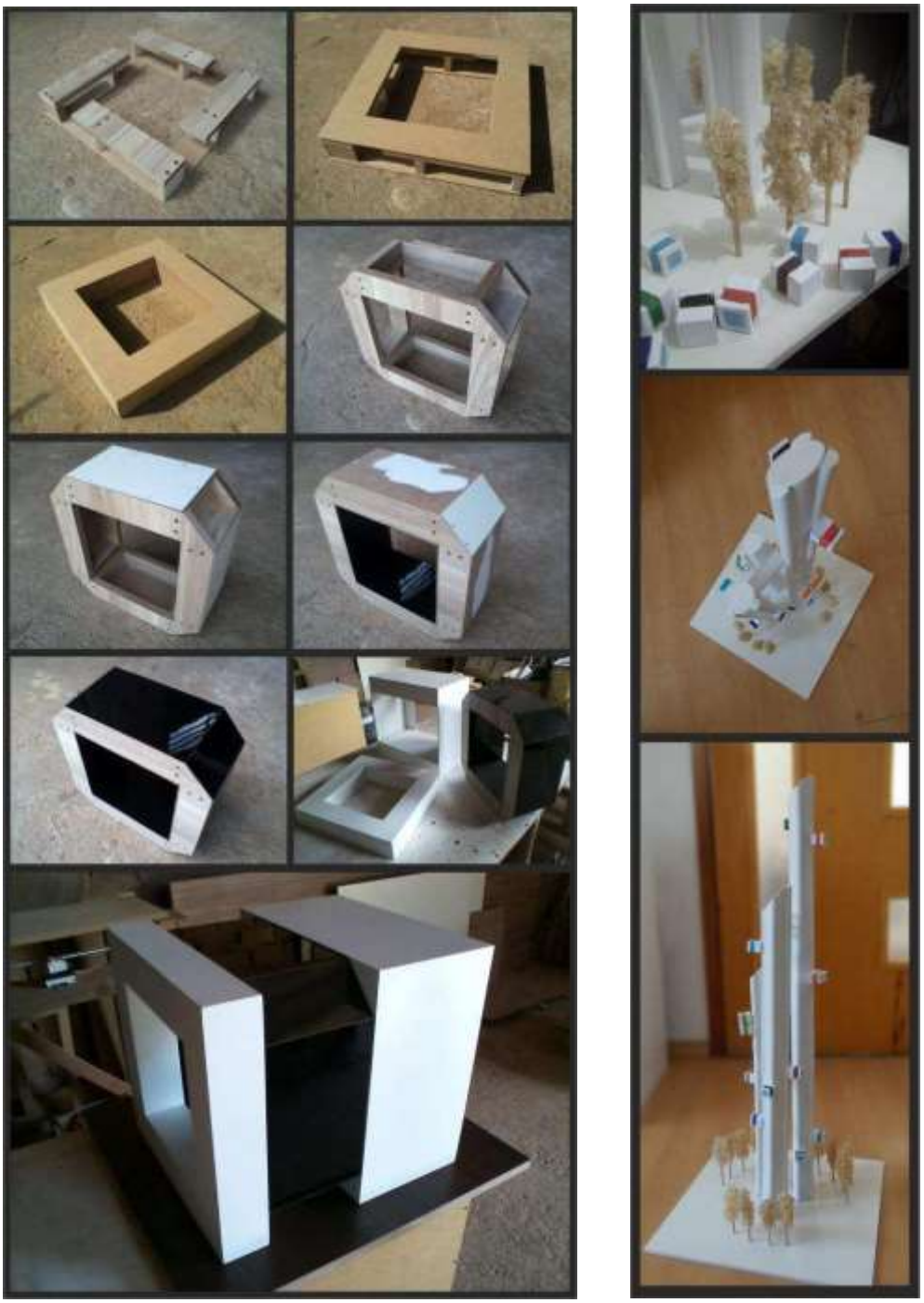


Figura 6 – Maquetes de simulação do projeto Plug-in Célula – feita de MDF e fórmica
Cerne - feito de PVC, papel dobradura, bucha e MDF

5. CONCLUSÃO

Para o desenvolvimento da pesquisa constatou-se a existência de novos hábitos cotidianos, que as mudanças na relação espaço/tempo e uma nova dinâmica de morar são tendências que devem ser incorporadas construção de novas espaços, tendo como consequência a exigência de novos móveis que se adequem a este novo conceito de moradias onde se privilegia as localizações urbanas, a

otimização do espaço de morar para um número, cada vez maior, de um número reduzido de pessoas. O projeto aqui apresentado é uma alternativa de mobília integrada, inteligente e viável frente a um novo conceito de moradia e a tantas transformações das metrópoles na atualidade. Assume como requisito de projeto a visível e ascendente minimização dos espaços internos habitacionais como mote para um exercício de criatividade no desenvolvimento do design de mobiliário adequado ao espaço residencial construído. Constata-se que é possível desenvolver mobiliários com qualidade em um espaço considerado reduzido ou "mínimo". Este reafirma conceitos de racionalização, flexibilidade, automação e otimização no design de mobiliário considerando a máxima adequação dos espaços de morar nas grandes e médias cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS

TRAMONTANO, M. . Alice no país da especulação imobiliária: habitação e modos de vida na cidade de São Paulo. Cidades. Comunidades e Territórios, Lisboa, Portugal, v. 6, p. 75-82, 2003. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html Acessado em: 18/08/2012.

TRAMONTANO, M. ; BENEVENTE, V. A. . Comportamentos & espaços de morar: leituras preliminares dasepesquisasNomads.In:ENTAC'04,2004,SãoPaulo.Anais,2004.210mmx297mm.10p.Disponívelem:http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html.Acessado em: 17/08/2012.

TRAMONTANO, M. . Apartamentos em São Paulo: brevíssimo exame de uma históriacontroversa. In: revistaAU.ArquiteturaeUrbanismo,v.abril,p.6871,2006.Disponívelem:http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html Acessado em: 17/08/2012.

TRAMONTANO, M. . Interactive Living-Spaces: 12 Preliminary Notes. In: NIETO, I.; VEGA,R.; TELLO, I.. (Org.). Installing: art and technology / Instalando: arte y tecnologia. Santiago: Troyano, 2007, v. , p. 143-147. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html Acessado em: 17/08/2012.

TRAMONTANO, M. Habitações, metrópoles e modos de vida. Por uma reflexão sobre o espaço doméstico contemporâneo. 3o. Prêmio Jovens Arquitetos, categoria "Ensaio Crítico". São Paulo: InstitutodosArquitetosdoBrasil/MuseudaCasaBrasileira,1997.210mmx297mm.10p.Ilustr.Disponíveelm:http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html Acessado em: 18/08/2012.

TRAMONTANO, M. ; SAKURAI, T. ; NOJIMOTO, C. ; BARBOSA, L. L. ; ANTUNES,R..Ecomaterialidade para habitaçõesreduzidas.In:ENTAC'04.SãoPaulo:ANTAC,2004.210mmx297mm.10p.Disponívelem:http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.htmlAcessado em: 17/08/2012.

TRAMONTANO, M. . Habitação urbana no Japão. Um breve olhar/A brief overview of urban housing in Japan.. 1995. São Carlos: EESC-USP, 1996. 210mmX210mm. 54 p. Ilustr.Fotocópiap&b.Disponívelem: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html Acessado em: 17/08/2012.

NETO, Anderson Passos. Hollywood: Metrópole, Modo de Vida e o Art Decó. Trabalho finaldePós-Graduação.SãoCarlos.Disponívelemhttp://www.nomads.usp.br/disciplinas/SAP5846/mono_aderson.pdf Acessado em: 17/08/2012.

SAKURAI, T. Flats ou habitação reconfigurável. Relatório de Iniciação Científica. Bolsa FAPESP. São Carlos: NOMADS EESC-USP, 2002. 200mmx250mm. 75 p., Ilustr. Fotocópia p&b. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html Acessado em: 18/09/2012.

SPERLING, D. .Habitação social francesa. Volume 1. David Sperling. Relatório parcial de Iniciação Científica.BolsaCNPqPibic.SãoCarlos:EESCUSP,1997.200mmx250mm.75p.,Ilustr.Fotocópiap&b.Disponívelem: http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html Acessado em: 17/08/2012