

**COMPARTILHANDO SABERES
CIENTÍFICOS EM ENGENHARIA
CIVIL E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFAMETRO
– Unidade Carneiro da Cunha**

Resultado dos Trabalhos de Conclusão
de Curso 2021.2



ORGANIZADORES:
Jefferson Pereira Ribeiro
Danielle Kely Saraiva de Lima

ISBN: 978-65-5825-101-9

**COMPARTILHANDO SABERES CIENTÍFICOS
EM ENGENHARIA CIVIL E ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFAMETRO
UNIDADE CARNEIRO DA CUNHA

**Jefferson Pereira Ribeiro
Danielle Kely Saraiva de Lima
(Organizadores)**

Centro Universitário – UNIESP

Cabedelo - PB
2022



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIESP

Reitora

Érika Marques de Almeida Lima

Pró-Reitora Acadêmica

Iany Cavalcanti da Silva Barros

Editor-chefe

Cícero de Sousa Lacerda

Editores assistentes

Márcia de Albuquerque Alves
Josemary Marcionila F. R. de C. Rocha

Editora-técnica

Elaine Cristina de Brito Moreira

Corpo Editorial

Ana Margareth Sarmiento – Estética
Anneliese Heyden Cabral de Lira – Arquitetura
Daniel Vitor da Silveira da Costa – Publicidade e Propaganda
Érika Lira de Oliveira – Odontologia
Ivanildo Félix da Silva Júnior – Pedagogia
Jancelice dos Santos Santana – Enfermagem
José Carlos Ferreira da Luz – Direito
Juliana da Nóbrega Carreiro – Farmácia
Larissa Nascimento dos Santos – Design de Interiores
Luciano de Santana Medeiros – Administração
Marcelo Fernandes de Sousa – Computação
Paulo Roberto Nóbrega Cavalcante – Ciências Contábeis
Maria da Penha de Lima Coutinho – Psicologia
Paula Fernanda Barbosa de Araújo – Medicina Veterinária
Rita de Cássia Alves Leal Cruz – Engenharia
Rogério Márcio Luckwu dos Santos – Educação Física
Zianne Farias Barros Barbosa – Nutrição

Copyright © 2022 – Editora UNIESP

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade do(os) autor(es).

Designer Gráfico:

Mariana Morais de Oliveira Araújo

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Padre Joaquim Colaço Dourado (UNIESP)**

C737	Compartilhando saberes científicos em engenharia civil e engenharia de produção: Centro Universitário UNIFAMETRO – Unidade Carneiro da Cunha [recurso eletrônico] / Organizadores, Jefferson Pereira Ribeiro, Danielle Kely Saraiva de Lima. - Cabedelo, PB : Editora UNIESP, 2022. 127 p. Tipo de Suporte: E-book ISBN: 978-65-5825-101-9 1. Produção científica – Engenharia civil. 2. Produção científica – Engenharia de produção. 3. Construção. 4. Concreto armado. 5. Proteção individual – Equipamento. 6. Trabalho – Qualidade de vida. 7. Serviços – Empresa. I. Título. II. Ribeiro, Jefferson Pereira. III. Lima, Danielle Kely Saraiva de. CDU : 001.891:624+658.5
------	--

Bibliotecária: Elaine Cristina de Brito Moreira – CRB-15/053

Editora UNIESP

Rodovia BR 230, Km 14, s/n,
Bloco Central – 2 andar – COOPERE
Morada Nova – Cabedelo – Paraíba
CEP: 58109-303

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	05
1 BIOCONSTRUÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL E IMPACTOS AMBIENTAIS - Rayanne De Freitas Costa Alves; Carla Batos Vidal; Jefferson Pereira Ribeiro	06
2 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O CÁLCULO DA POSIÇÃO DA LINHA NEUTRA COM A VARIAÇÃO DO CARREGAMENTO CONTÍNUO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO PARA OTIMIZAÇÃO DE CUSTOS E SEGURANÇA - Nayla Tamires de Sousa; Márcio Bandeira de Oliveira	25
3 ANÁLISE DE PROJETO DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO - Francisco Edson Fernandes Matias Filho; Washington Luiz Rodrigues De Queiroz; Jefferson Pereira Ribeiro	45
4 CRIAÇÃO DE STARTUP PARA TREINAMENTO REMOTO DE TRABALHADORES NO USO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - Lucas Lopes Silva; Jefferson Pereira Ribeiro; Karla Lúcia Batista Araújo	57
5 FERRAMENTA 5S: APLICAÇÃO EM UMA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE PILATES - Raul Vítor Bezerra Carvalho; Jefferson Pereira Ribeiro; Karla Lúcia Batista Araújo	76
6 APLICAÇÃO DO MÉTODO QFD NO SETOR DE SERVIÇOS: ESTUDO DE CASO EM UMA MICROEMPRESA DO RAMO ALIMENTÍCIO EM PACAJUS-CE - Thiago de Castro Lima; Jefferson Pereira Ribeiro; Felipe Barreto Silva	101

APRESENTAÇÃO

Esta obra se constitui da produção científica dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção do Centro Universitário UNIFAMETRO, unidade Carneiro da Cunha. Sua elaboração contou com a coordenação da Prof^a Danielle Kely Saraiva de Lima e do Prof^o Jefferson Pereira Ribeiro e a colaboração dos(as) Professores(as) e discentes, tendo como arcabouço empírico a compilação de Trabalhos de Conclusão de Curso dos anos de 2020 e 2021, da instituição em epígrafe.

Desta forma, o(a) leitor(a) pode encontrar nesta produção uma diversidade de temas e metodologias que justificam sua relevância tanto no campo social, quanto no acadêmico, tendo como pano de fundo o cenário da Engenharia Civil e Engenharia de Produção, o que pode vir a contribuir com as mais diversas e variadas pesquisas posteriores.

Uma excelente leitura a todos e todas!

BIOCONSTRUÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL E IMPACTOS AMBIENTAIS

Rayanne De Freitas Costa Alves

Carla Batos Vidal

Jefferson Pereira Ribeiro

RESUMO

Ao avaliar o planeta como um todo, podemos conceituar que quanto mais se busca soluções para os principais problemas da modernidade, como o déficit habitacional, insalubridade dos centros urbanos e a degradação ambiental, mais somos levados a perceber que eles não podem ser resolvidos isoladamente. O presente trabalho faz uma revisão bibliográfica acerca de alternativas construtivas que confrontam o atual modelo adotado na construção civil, uma vez que essa atividade vem causando grandes impactos ambientais, sendo também um contribuinte para o aumento do déficit habitacional. Aliada a essa realidade, a atenção à preservação ambiental fez surgir soluções que atendam ambas as demandas e que podem resultar em um meio mais saudável para todos os seres. O termo Bioconstrução é, principalmente, projetos de residências que procuram incorporar o conceito moderno de desenvolvimento sustentável, visando o ideal “off-grid”, que significa a quase total independência dos moradores em relação à moradia, produção de energia, e até mesmo alimentação. Esses projetos abordam alternativas construtivas que refletem a diversidade dos contextos sociais, econômicos e ecológicos, dando ênfase ao uso de materiais primas naturais locais, recicláveis ou reutilizáveis. Dentre as variadas técnicas temos o uso de materiais como a terra crua, madeira de reflorestamento ou reuso, pneus, garrafas de vidro e pet e latinhas de alumínio. Esses projetos são capazes de integrar a solução para dois grandes problemas atuais, como a redução do déficit habitacional e os impactos ambientais.

Palavras-chave: Bioconstrução; déficit habitacional; desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

When evaluating the planet as a whole, we can conceptualize that the more solutions are sought for the main problems of modernity, such as the housing deficit, unhealthy urban centers and environmental degradation, the more we are led to realize that they cannot be solved in isolation. The present work makes a bibliographical review about constructive alternatives that confront the current model adopted in civil construction, since this activity has been causing great environmental impacts, being also a contributor to the increase of the housing deficit. Allied to this reality, attention to environmental preservation has given rise to solutions that meet both demands and that can result in a healthier environment for all beings. The term Bioconstruction is mainly residential projects that seek to incorporate the modern concept of sustainable development, aiming at the “off-grid” ideal, which means the almost total independence of residents in relation to housing, energy production, and even food. These projects address constructive alternatives that reflect the diversity of social, economic and ecological contexts, emphasizing the use of local natural raw materials, recyclable or reusable. Among the various techniques we have the use of materials such as raw earth, wood from reforestation or reuse, tires, glass and pet

bottles and aluminum cans. These projects are capable of integrating the solution to two major current problems, such as reducing the housing deficit and environmental impacts.

Key words: Bioconstruction; Housing Deficit; Sustainable Development.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Declaração Universal dos Direitos Humanos (UNICEF, 2011), fundada desde 1948 pela Organização das Nações Unidas (ONU), afirma que toda pessoa tem direito a um padrão de vida que seja capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem-estar, incluindo habitação e os serviços sociais indispensáveis. Já no Brasil, o direito à moradia somente passou a ser considerado um direito, quando a Emenda Constitucional nº 26, do dia 14 de fevereiro de 2000 foi incorporada à Constituição Federal. Um dos motivos fundamentais para a inclusão desse direito na Constituição é a associação direta com o princípio da dignidade da pessoa humana. Conforme,

Art.06º - são direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (BRASIL, 2000, p.3).

As questões habitacionais no país envolvem características complexas que colocam este tema num campo essencialmente multidisciplinar, abrangendo desde sistemas econômicos até as estruturas sociais que condicionam a forma de utilização dos materiais disponíveis no mercado, localização e produção das moradias. Afirma Matos (2001, p.2) que a habitação possui dimensão e função social não negligenciáveis e que

A Habitação satisfaz, na sociedade que está integrada, um conjunto de funções, como a de abrigo e reprodução da família, sendo, ainda um elemento fundamental na construção da personalidade individual, de integração social e de socialização, para além de ser um espaço de consumo, de produção de bens e serviços, de ócio e comunicação.

Na segunda metade do século XX, inúmeros países em desenvolvimento assistiram ao crescimento desordenado de suas populações urbanas sem a necessária expansão de infraestrutura e dos serviços públicos. Foi em decorrência do crescimento industrial, que a maioria das pessoas que migraram do campo para a cidade, na tentativa de melhorar de vida, tiveram acesso apenas a moradias precárias. A dimensão deste problema ainda é bastante presente, seja nos grandes

centros urbanos, com os elevados contingentes de população morando em favelas, ou nas regiões mais pobres do interior do país, onde a ausência de boas estruturas de moradias são um fator agravante na qualidade de vida dos moradores (SURIANO, 2013).

Essas questões, não somente potencializadas pelas constantes crises econômicas, como também pela evidente injustiça social, esquecimento de técnicas ancestrais de construção, dizimação da biodiversidade natural e das bruscas mudanças climáticas. Como observou Shrivastava (1995, p.936 – tradução livre),

O desenvolvimento industrial dos últimos 200 anos trouxe imensurável riqueza e prosperidade. No entanto, também causou degradação ecológica não intencional. Como resultado, o Planeta enfrenta inúmeros problemas ambientais, incluindo o aquecimento global, destruição da camada de ozônio, desmatamento e desertificação, declínio da biodiversidade, chuva ácida, acidentes industriais e resíduos tóxicos.

As primeiras discussões sobre a necessidade de construções com menor impacto ocorreram já na década de 70, com a primeira crise do petróleo. Entretanto, a temática só ganhou força na 2ª Conferência Mundial para o Desenvolvimento e Meio Ambiente, Rio 92. Com isso, surgiram investimentos em trabalhos e pesquisas que levassem um sistema de construção que também incluísse os conceitos de ecologia e desenvolvimento sustentável em seus processos e materiais utilizados (KRZYZANOWSKI, 2005).

Segundo Cantarino (2006), a Bioconstrução é um termo utilizado para se referir a construções onde a preocupação ecológica está presente desde sua concepção até sua ocupação. Na fase de concepção, as bioconstruções valem-se de materiais que não agridam o ambiente do entorno e com atitudes que potencializam a reciclagem de materiais e uso de materiais naturais. E durante a ocupação a cooperação dos futuros moradores é fundamental na manutenção do ciclo iniciado pela Bioconstrução e talvez seja um dos aspectos mais interessantes das bioconstruções em geral e de suas comunidades bioconstruídas.

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica acerca dos conceitos sobre Bioconstrução, apresentando os principais materiais utilizados e as técnicas empregadas nesse tipo de método construtivo, voltados principalmente para a população de baixa renda. Relacionando o tema com uma alternativa para redução do grande déficit habitacional, assim como, na redução de impactos ambientais causados pelo setor da construção civil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O período da Revolução Industrial que teve início na Europa Ocidental, rapidamente se expandiu para os demais cantos do globo. A classe trabalhadora movimentou uma grande transição demográfica do meio rural para os crescentes centros urbanos na busca por emprego nas grandes fábricas. O grande impulso no processo de urbanização aumentou significativamente a população nessas regiões centrais e essas transformações deram então origem à Modernidade.

Com o desenvolvimento das indústrias, mais pessoas migraram de suas terras natais, fugindo da fome e da seca, em busca de um trabalho assalariado. Muitos não tinham condições de pagar por moradias melhores, logo, foram obrigados a optar por instalações coletivas para ficarem próximas de seus empregos. As condições nesses locais eram bastante insalubres, por abrigar uma quantidade muito grande de pessoas em pequenos espaços, dos quais não tinham boas condições de infraestrutura, saneamento básico e nem áreas verdes, que resultava em diferentes epidemias. Diante desse cenário, a população pobre não teve muitas opções quanto ao regime de ocupação da moradia, dados os baixos níveis de renda das famílias e os altos preços das habitações e dos alugueis.

A partir de 1995 as intervenções na área habitacional passaram a se basear nos estudos elaborados pela Fundação João Pinheiro (FJP), que é um Instituto de Pesquisa, Estatística e Ensino em parceria com a Secretaria Nacional de Habitação (SNH) do Ministério das Cidades. A FJP (2008, p.18) entende que o déficit habitacional,

Engloba tanto aquelas moradias sem condições de serem habitadas em razão da precariedade das construções e que devem ser repostas, quanto à necessidade de incremento do estoque, decorrente da coabitação familiar ou da moradia em locais destinados a fins não residenciais.

A nova metodologia de cálculo utilizada pela FJP é estimada por meio dos dados disponíveis da Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios Contínua (PNADC) realizadas pelos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Cadastro Único para programas sociais (CadÚnico). O dimensionamento do déficit habitacional é dado a partir da soma do componente Habitação Precária (domicílios improvisados e rústicos). Com o componente Coabitação Familiar (unidades domésticas conviventes e cômodos. Por fim, o componente Ônus excessivo com aluguel urbano (famílias com renda domiciliar

abaixo de três salários mínimos, que despendem mensalmente mais de 30% com aluguel) (FJP, 2021).

Tabela 1 - Déficit habitacional componentes Brasil entre 2016 - 2019

Componentes e Subcomponentes	Período - ano (und)			
	2016	2017	2018	2019
Habitação Precária	1.296.754	1.490.695	1.423.686	1.482.585
Rústico	760.264	801.668	711.303	696.849
Improvisados	536.490	689.027	712.383	785.736
Coabitação	1.546.103	1.527.259	1.400.701	1.358.374
Cômodos	137.223	117.378	99.546	96.968
Unidades Conviventes	1.408.880	1.409.882	1.301.155	1.261.407
Ônus excessivo aluguel urbano	2.814.391	2.952.708	3.045.653	3.035.739
Déficit Habitacional	5.657.249	5.970.663	5.870.041	5.876.699

Fonte: Adaptado da Fundação João Pinheiro e Diretoria de Estatística e Informações, 2020.

Tabela 2 - Déficit habitacional componentes (%) Brasil entre 2016 - 2019

Componentes e Subcomponentes	Período - ano (%)			
	2016	2017	2018	2019
Habitação Precária	22,90	25,00	24,30	25,20
Rústico	13,40	13,40	12,10	11,90
Improvisados	9,50	11,50	12,10	13,40
Coabitação	27,30	25,60	23,90	23,10
Cômodos	2,40	2,00	1,70	1,70
Unidades Conviventes	24,90	23,60	22,20	21,50
Ônus excessivo aluguel urbano	49,70	49,50	51,90	51,70
Déficit Habitacional	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Adaptado da Fundação João Pinheiro e Diretoria de Estatística e Informações, 2020.

Os resultados apresentados na pesquisa, Tabelas 1 e 2, o déficit habitacional absoluto no país apresenta tendência de aumento. Tendo como principal componente o Ônus excessivo com o aluguel urbano, somando 3.035.739 milhões de domicílios, cuja renda domiciliar era inferior a três salários mínimos, utilizaram desses mais de 30% com aluguel, o que representa 51,70% do total do déficit do país. Já o conceito de inadequação habitacional, refere-se às construções que não oferecem condições aceitáveis ou desejáveis de moradia, refletindo negativamente na qualidade de vida dos seus moradores. O cálculo para o dimensionamento de domicílios urbanos inadequados, considera apenas moradias não classificadas no déficit habitacional em função da sua estrutura física (FJP, 2021).

Após a expansão da industrialização, o setor da construção civil passou a utilizar materiais como o aço, cimento, plástico e vidro, e essa transformação ocasionou no esgotamento das fontes de materiais primários (DUARTE; MEIRELLES, 2017, p.3). A dimensão do impacto que cada material proporciona depende das condições de cada região e detalhes no processo produtivo. Um dos grandes impactos do ciclo da construção civil é o consumo de energia, particularmente os edifícios utilizam entre 60% a 80% de toda a energia global (UNEP, 2018).

Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), mesmo com uma Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) o Brasil recicla apenas 2,1% do total de resíduos coletados no país e esse percentual permanece igual há pelo menos três anos. De acordo com o Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação na Construção (CIB, 2002, p.8), a construção sustentável é um processo holístico que restabelece e mantém a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica

De acordo com CBCS (2002) é possível observar algumas medidas propostas para tornar-se uma construção ecologicamente correta, onde, tem-se a: redução no consumo de materiais; utilização de resíduos como matéria-prima; menor consumo de recursos e energia no ciclo de vida; seleção da madeira; segurança e saúde de usuários e trabalhadores; durabilidade de vida útil da edificação. O Instituto para Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA) elencou nove passos para uma obra sustentável: planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água; gestão dos resíduos na edificação; conforto térmico-acústico; uso racional de materiais; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis e qualidade do ar e do ambiente interior.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada é o estudo bibliográfico, cujos, os dados foram obtidos através de estudos especializados em construção sustentável e uso de resíduos industriais. Os critérios utilizados foram divididos em duas etapas, na primeira: identificação das fontes de dados, palavras-chave e tipos de trabalho. Neste trabalho

foram utilizadas as seguintes fontes de pesquisa: Google Acadêmico, SCIELO e BDTD. As palavras-chaves utilizadas para a busca foram: bioconstrução, terra crua, construções sustentáveis, técnicas alternativas de construção e situação habitacional no país.

Os tipos de trabalhos considerados foram: artigos científicos, livros, teses, dissertações. Na segunda etapa, a partir da leitura dos resumos, foram selecionados trabalhos que apresentassem as abordagens temáticas: movimento habitacional; déficit habitacional; habitações sustentáveis; utilização de terra crua nas construções; bioconstrução, técnicas construtivas com terra, reutilização de resíduos sólidos para construção de habitações de baixo custo.

4 BIOCONSTRUÇÃO

A Bioconstrução busca resgatar técnicas secularmente passadas de geração a geração, agregando a elas algumas características do desenvolvimento tecnológico, na tentativa de melhorar o desempenho dos materiais empregados nessas construções (SMITH et al., 2008). A combinação dessas técnicas com tecnologias inovadoras garante maior assertividade para sustentabilidade, tanto no processo construtivo, como no período pós-ocupação. Esse conceito não é uma descoberta do século XXI, porém, somente após as recentes conferências mundiais realizadas acerca dos impactos das atividades humanas no planeta, é que essa prática tomou a relevância adequada como uma alternativa na redução desses impactos.

Seguindo esses conceitos, temos que, a Bioconstrução, estuda as relações globais do ser humano com sua habitação e o entorno, que consistem no sistema construtivo que se apropria de materiais locais, naturais e a recicláveis. De acordo com o permacultor André Soares (2005), o termo Bioconstrução foi usado pela primeira vez no país no evento “Bioconstruindo”, em 2001, que ocorre anualmente, afim de discutir temas relacionados a construções naturais, no Ecocentro do Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado (IPEC), em Pirenópolis, Goiás.

A Bioconstrução apresenta métodos naturais de construção que buscam alinhar o homem com o ambiente através da valorização dos materiais locais e naturais; análise do ciclo de vida de cada material; não utilização de materiais tóxicos e descartáveis; utilização de técnicas inteligentes de materiais de mercados industriais; gerenciamento do uso de água; promover tratamentos naturais dos

efluentes; reciclagem, busca pela utilização de fontes de energias renováveis e trabalhar com eficiência energética através de desenhos arquitetônicos bioclimáticos (SOARES, 2005). Com isso, percebe-se a importância de realizar uma escolha consciente dos materiais que serão utilizados na obra. Isto se deve ao fato de que grande parte da energia e recursos consumidos na construção civil é em razão dos tipos de materiais empregados.

4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Na Bioconstrução os materiais aplicados são mais acessíveis, uma vez que boa parte dos problemas habitacionais no país está vinculado com a desigualdade de renda, onde, o acesso a materiais construtivos convencionais de melhor qualidade, são mais difíceis de adquirir devido aos seus altos custo de mercado. Os principais materiais utilizados na Bioconstrução são terra, madeira, pedra, palha e reciclados, ou seja, materiais facilmente disponíveis.

4.1.1 Terra

Segundo Pontes (2012) o solo é um material ecológico, econômico, resistente ao fogo e capaz de prover conforto térmico, acústico e higroscópio ao interior de uma edificação. A versatilidade, durabilidade e qualidade das construções com uso de terra são comprovadas pelas inúmeras edificações construídas que resistiram ao longo de milhares de anos, como os presentes na Mesopotâmia e em vários lugares do continente africano (CARVALHO; LOPES, 2012).

Os principais aditivos são: esterco que são estabilizantes químicos; grãos, fibras, folhas secas e palhas que estabilizam a massa e “amarram” internamente as partículas de areia e solo; cimento e cal que garantem uma liga mais resistente e mais durável; óleos vegetais, seivas e látex que servem para garantir uma maior impermeabilidade na massa, ficando mais resistentes as intempéries. (KAREN, 2011). A Figura 1 ilustra uma habitação realizada pela técnica de terra ensacada, também conhecida como superadobe.

Figura 1 – Construção com uso de terra ensacada



Fonte: <https://www.ugreen.com.br/bioconstrucao-utilizando-reciclagem-nas-construcoes/>.

4.1.2 Pedra

Esse material confere maior resistência, razão pela qual era utilizada principalmente nas fortificações, igrejas monumentais, calçamentos, pavimentações e nas construções oficiais. Os tipos de pedras são bem variados, as mais comuns são calcárias, arenitos ou pedra de rio e granitos e mesmo a pedra-sabão e a argamassa pode ser a mesma, de cal, areia ou de barro. A Figura 2 ilustra um conjunto de casas feitas de pedra que se tornaram Patrimônio Histórico Nacional e Patrimônio de Arquitetura de Santa Catarina na região Sul do Brasil.

Figura 2 – Casas de pedra Nono Luigi Bratti – Santa Catarina



Fonte: <https://www.dedmundoafora.com.br/o-que-fazer-em-nova-veneza-casas-de-pedra-sc/>

4.1.3 Madeira

A madeira foi um dos primeiros materiais de construção utilizados pelo homem, registros apresentam seu uso a partir do período Neolítico, principalmente devido à

facilidade com que era encontrada e a fácil extração. Ao longo deste período foram desenvolvidas muitas técnicas construtivas utilizando a madeira como elemento estrutural chave, tais como, enxaimel, taipa de mão, *cordwood*, entre outras e nas demais técnicas é utilizado como estrutura de cobertas, pilares e vigas, formas, mobília e esquadrias, como mostra na Figura 3.

Dentre suas principais características estão a boa relação resistência-peso, versatilidade para industrialização; custo competitivo com o aço e o concreto; material 100% renovável; melhor conforto térmico e acústico. Para que esse material seja utilizado de forma renovável é necessário uso consciente, sendo de extrema importância o reflorestamento e sempre que possível realizar seu reaproveitamento.

Figura 3 – Alvenaria de troncos de madeira construída pela Técnica *Cordwood*



Fonte: cordwoodconstruction.org, 2017.

4.1.4 Palha

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2008) a palha é um material de construção muito útil, e podemos usa-la de diversos tipos de palmeiras para construção de cobertas. E como os resíduos das plantações de arroz, aveia, centeio e trigo podem ser usados para realizar as vedações de uma estrutura habitacional. Algumas das vantagens da construção com fardos de palha é a sua natureza renovável, o baixo custo, a fácil disponibilidade e o alto valor de isolamento térmico e acústico. A construção com esse material normalmente consiste em empilhar fileiras de fardos sobre uma fundação, com uma barreira de humidade ou quebra de capilaridade entre os fardos e sua plataforma de apoio. A Figura 4 ilustra como os fardos de palha são utilizados para vedação e isolamento das edificações

Figura 4 – Vedação e isolamento com fardos de palha



Fonte: Archdailly, 2017.

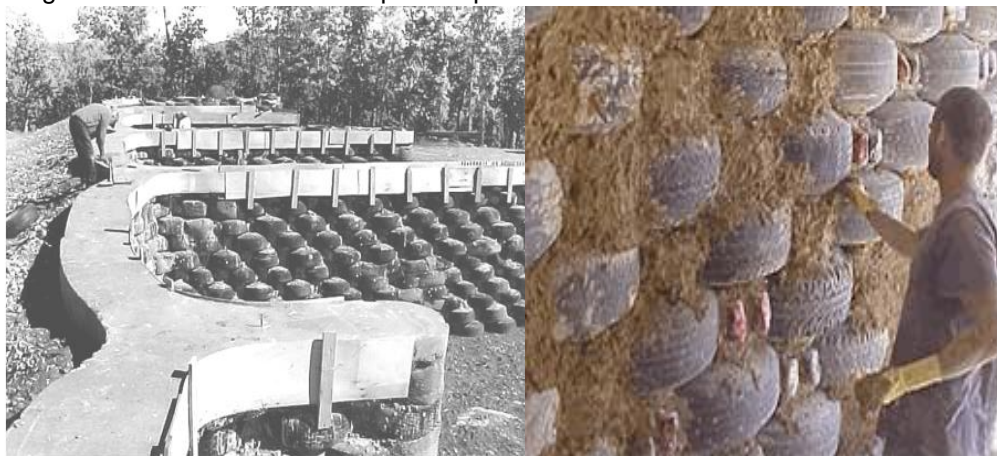
4.1.5 Reciclados

De acordo com a Associação Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), o Brasil produz mais de 240 mil toneladas de lixo/dia, dos quais 45% é reciclável, entretanto, o país recicla apenas 2,1% do total produzido. Para Naime e Abreu (2010) a reciclagem traz benefícios ambientais, devendo ser levado em consideração a análise do ciclo de vida do produto para se ter uma visão clara das vantagens e desvantagens ambientais envolvidas nesse processo. Dentre as técnicas utilizadas temos o uso da tijolo-pneu, tijolo-garrafa, *Ecobrick* e o *Earthship*.

4.1.5.1 Tijolo-Pneu

No Brasil, a preocupação com o descarte adequado do pneu foi intensificada a partir resolução do Conama nº 416, de 30 de setembro de 2009. A construção com Tijolo-Pneu se dá com uso de pneus velhos compactados com terra, construído em seu local definitivo. Existem outras formas de utilizar esse material como na fabricação de tijolos de borracha, mas para Bioconstrução o reuso desse material sem passar por outros processos é mais eficiente, tanto pela facilidade de utilização, quanto pelo custo final do produto. A Figura 5 ilustra as formas de utilização desse material, que pode servir como alvenaria de vedação, muros externos, muros de contenção, mobília entre outros.

Figura 5 – Alvenaria feita com parede-pneu



Fonte: <https://reciclaflores.wordpress.com/2010/12/15/como-fazer-parade-de-pneu/-fundament-iz.html>

4.1.5.2 Tijolo-Garrafa

A técnica do emprego do PET reduz os custos da obra e promove a reciclagem das garrafas, sendo um grande benefício ecológico e evita que haja emissão de carbono com a etapa de queima dos tijolos convencionais. Além do benefício ambiental referente, vale destacar a relação deste processo construtivo com a eficiência energética, o desempenho térmico e estrutural, considerando que uma parede revestida com garrafa pet possui comportamento mecânico semelhante às paredes de alvenaria convencional. Vale ressaltar seu desempenho superior em relação ao conforto acústico e a maior carga de ruptura, tornando-se mais resistente estruturalmente que a alvenaria revestida com tijolos (VIEGAS, 2012). A Figura 6 ilustra o processo de construção de uma alvenaria com uso de tijolo-garrafa.

Figura 6 – Alvenaria com utilização de tijolo-garrafa



Fonte: <https://jardimdomundo.com/confira-como-sao-feitas-as-casas-com-garrafa-pet/>

4.2 PRINCIPAIS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Atualmente, no Brasil, algumas técnicas alternativas de construção têm recebido atenção tanto de pesquisadores quanto de profissionais da área agrônoma e da construção civil, haja vista as entidades, redes de pesquisa e os eventos especializados no tema tais como a Secretária de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável; rede PROTERRA; Programa Nacional Terra Brasil; Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado (IPEC); Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica (IPEMA); Instituto de Permacultura e Ecovilas de Pampa (IPEP); Instituto de Empreendedorismo Socioambiental Auá; Eco Aldeia Flecha da Mata; Instituto Pindorama; Instituto Çarajura e Instituto Tibá.

Dentre as mais variadas técnicas alternativas de construção com diversos tipos de materiais, a Bioconstrução como mencionado anteriormente, foca na construção com materiais locais e reaproveitáveis. Segue na Tabela 3 algumas das principais técnicas e seus componentes utilizados nesse método construtivo.

Tabela 3: Técnicas Bioconstrutivas e suas composições

Material Principal	Técnicas Bioconstrutivas	Composição
Terra	Abobe	tijolo de terra crua, areia, água, estrume e fibras vegetais
	Superadobe	saco de rafia com terra local
	Cob	massa de terra crua, areia, água e fibras vegetais
	Taipa de Pilão	terra socada com pilão, madeira e pregos
	Solocimento	tijolo de areia, argila e cimento
Pedra	Alvenaria de Pedra	alvenaria de pedra variadas com argamassa de cimento
Madeira	Cordwood	alvenaria com lenha, areia, cimento, cal e óleo de linhaça
	Enxaimel	alvenaria treliçada com preenchimento de abobe, pedra,
	Tabique	alvenaria delgada feita com materiais diferentes do cerâmico
	Pau-a-Pique	estruturas de madeira entrelaçadas preenchidas com barro
Palha	Straw-Bale	fardos de palha (trigo, arroz, centeio ou aveia)
Reciclados	Eartship	materiais variados (garrafa, pneu, madeira, terra, pedra)
	Ecobrick	tijolo feito por diversos materiais reciclados
	Parede de Garrafa	tijolo-garrafa de vidro, alumínio ou plásticas

Fonte: Autores.

Nas técnicas construtivas que utilizam materiais recicláveis como matéria-prima, temos a *Earthship*, criada há mais de 45 anos pelo arquiteto norte americano Michael Reynolds, incluindo em seus projetos a reutilização de garrafas, latas, pneus e também o uso de materiais naturais, como pedra, madeira e terra. Sustentabilidade e autonomia, essas são as duas características básicas quando nos deparamos com essa ideia inovadora do conceito de *Earthships* (Earthship Biotechture, 2014). Essa técnica, considerada como um mix de vários métodos e materiais, abrange um sistema integrativo que vai além da própria construção em si. Os espaços são projetados para receberem áreas verdes para plantio de pequenas hortas, assim como também é pensado para realizar a captação da água da chuva, dos ventos e energia solar.

Um projeto de Earthship aborda seis princípios, o aquecimento e resfriamento termo solar; eletricidade solar e eólica; tratamento de esgoto independente; construção com materiais naturais e reciclados e coleta de água e armazenamento a longo prazo e capacidade interna de produção de alimentos. As *Earthships* são projetadas para coletar e armazenar sua própria energia e a maior parte da energia elétrica é colhida do sol e do vento. Com uso de painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas geram eletricidade que é armazenada em baterias que estão alojadas em uma sala especialmente construída no telhado (Earthship Biotechture, 2014).

No ano de 2007 foi lançado o documentário *Garbage Warrior* (Guerreiro do Lixo) que conta o trabalho do arquiteto na região de Taos no Novo México, conforme ilustra a Figura 7. As casas projetadas têm 50% de sua área destinada ao cultivo de alimentos, o que faz com que atinjam índices de conforto naturalmente em um ambiente com clima bastante extremo.

Figura 7 – *Earthship House* no deserto de Taos - Novo México



Fonte: <https://www.earthshipglobal.com/design-principles>, 2021

As bases que esse sistema construtivo utiliza, visando uma autonomia para seus habitantes com o conceito “*OFF-GRID*” que utilizar outras formas de energia que não a produzida pelo sistema tradicional. A solução é utilizada em locais remotos que não possuem ligação com distribuidoras de energia. Logo, a energia produzida é armazenada em baterias ao invés de ser enviada à rede elétrica, assim essas baterias garantem o abastecimento em períodos sem sol. Esse sistema entra em ação se o local onde pretende-se instalar não for atendido pela rede elétrica. Vale ressaltar que o sistema requer um cômodo separado, que possa ser fechado para armazenar o banco de baterias.

Dentre os materiais utilizados pelo arquiteto, temos, especificamente a utilização de pneus, onde os mesmos são recheados de terra prensada manualmente. Desta forma cria-se uma espécie de muro de pneus e terra tem com uma capacidade incrível de deixar a temperatura interior agradável devido à inércia térmica dos materiais. Michael Reynolds ainda afirma que após rodarem 40 mil quilômetros os pneus não emitem mais toxinas nocivas ao ser humano. Em alguns testes realizados por ele, as casas estruturadas com esses materiais e terra, apresentaram alta resistência a terremotos e enchentes.

Uma de suas obras primas é a *Una Escuela Sustentable*, localizada na porção costeira de Jaureguiberry em Canelones no Uruguai. A escola possui cerca de 270 m² de área construída, sendo finaliza em apenas sete semanas. A iniciativa por conjugar a educação tradicional com o respeito ao meio ambiente, o uso responsável dos recursos e o desenvolvimento de relações humanas sustentáveis, fez surgir a primeira escola pública sustentável da América Latina. Sua construção é composta de aproximadamente 60% de materiais reciclados, com cobertura feita de garrafas de plástico e vidro, latas e papelão e 40% de materiais tradicionais como madeira, cimento e terra.

Esse projeto foi apresentado desde 2014, os moradores da região que fizeram o possível para torná-lo real. Assim, 200 voluntários do Uruguai e de outros países colocaram a mão na massa durante as sete semanas intensas de construção, aprenderam o método de Reynolds e poderão replicá-lo pelo mundo. Para construção da escola Michael Reynolds projetou para que a estrutura (pilares, vigas e coberta) fosse feita de madeira de reflorestamento, e a vedação das paredes foi realizada com uso de terra, papelão, latas de alumínio, garrafas de vidro e PET.

O uso desses materiais auxilia tanto no baixo custo da obra, como na rapidez de construção da mesma, contanto ainda com a facilidade de manuseio e de proporcionar formas curvas para a edificação. Para as tubulações hidráulicas e sanitárias foi utilizado material convencional, assim como, os eletrodutos e fiações elétricas. A sequência de imagens a seguir, Figuras 9 e 10, ilustram o processo de construção da escola, onde sua base foi feita com pneus velhos e a finalização da obra com uma mistura de vários materiais.

Para a construção da escola foram utilizados dois mil pneus velhos, cinco mil garrafas de vidro de tamanhos médios, dois mil metros quadrados de papelões usados, oito mil latas de alumínio. A obra teve uma duração de apenas 35 dias, equivalente a sete semanas, com custo total de gastos de apenas 300 dólares (*Earthship Biotecture*, 2014).

Figura 8 – Uso de materiais reciclados para construção da escola



Fonte: Una Escuela Sustentable, 2014.

A eficiência energética das edificações sustentáveis também visa em seus projetos o melhor posicionamento das janelas para o aproveitamento da luz solar, ou seja, quando bem projetados as edificações não precisam utilizar luz elétricas nos cômodos devido a entrada de raios solares, o que ocasiona uma redução no uso de eletricidade. Ficando assim, a utilização da mesma para os eletrodomésticos e quando não tiver mais luz solar.

Figura 9 – Parte interna da *Escuela Sustentable*



Fonte: Una Escuela Sustentable, 2014.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para enfrentar as carências que surgiram ao longo do desenvolvimento das cidades, é indispensável a busca por uma abordagem com teor mais criativo e coletivo das questões habitacionais e ambientais. A Engenharia, Arquitetura e Entidade Tecnológica vêm buscando alternativas que proporcionem menor impacto ambiental e social para reverter os problemas gerados nas últimas décadas. A reabilitação e modernização das técnicas bioconstrutivas são maneiras de dar continuidade ao desenvolvimento sustentável, sendo, portanto, necessários incentivos da parte Governamental para auxiliar com programas habitacionais voltados para construção com técnicas bioconstrutivas, alinhados com o uso de materiais recicláveis.

Conforme apresentado, a Bioconstrução é uma maneira de construir que vincula diversas técnicas com o objetivo de causar o mínimo impacto ambiental necessário para realizar uma obra. Outro objetivo é prover as comunidades com ferramentas e conhecimentos necessários para construir com conforto, eficiência energética, segurança e integração ao meio-ambiente de maneira acessível e democrática. Certamente, o desenvolvimento de uma sociedade sustentável passa por uma série de transformações de pensamento, padrões de consumo e processos de produção. A união da comunidade e a formação de vilas ecológicas é fundamental na manutenção do ciclo iniciado pela Bioconstrução e talvez seja um dos aspectos mais interessantes das bioconstruções em geral e de suas comunidades bioconstruídas.

REFERÊNCIAS

CDHU. **Planejamento do dimensionamento dos cortiços no Município de São Paulo**: plano de pesquisa para estudo de caso sobre as relações entre a população encortiçada, os proprietários e os intermediários. São Paulo, Diretoria Técnica/Superintendência de Planejamento e Desenvolvimento Tecnológico, abr. 1988, 33 p.

CONEXÃO PLANETA. **Ecobrick**. Disponível em: <https://conexaoplaneta.com.br/blog/ecobric-garrafas-pet-recheadas-com-lixo-plastico-viram-tijolo-ecologico-nas-filipinas/>. Acesso em: 07 nov. 2021.

EARTHSHIP. **Eartship Basics**. Disponível em: <https://www.earthshipglobal.com/design-principles>. Acesso em: 09 nov. 2021.

EROHAVASTITCH. **Fundação de pneu**. Disponível em: <https://erohovastitch.ru/pt/kredit-pensioneram/kak-avtomobilnye-pokryshki-primenit-v-stroitelstve-fundament-iz.html>. Acesso em: 07 nov. 2021.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Diretoria de Estatística e Informações. Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil – 2016 - 2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021. 76 p. Relatório.

JARDIM DO MUNDO. **Casas de Garrafa PET**. Disponível em: <https://jardimdomundo.com/confira-como-sao-feitas-as-casas-com-garrafa-pet/>. Acesso em: 07 nov. 2021

MARCOS, Patrícia Rossi. **A distribuição de resíduos e a sustentabilidade ecossistêmica**. In ALVES, Elizete Lanzoni; BIRNFELD, Carlos André Huning; BENACCHIO, Marcelo (coords). Direito e sustentabilidade II: CONPEDI/UFPB. Florianópolis. CONPEDI, 2014.

MAURICIO, Cauê C., **Bioconstrução**. Estudo de caso: Projeto e construção da casa ecológica modelo. 2017. p. 43. Pesquisa de iniciação científica (Pós-Graduação) – FATECS - Faculdade de Tecnologias e ciências sociais e aplicadas, Brasília

SANTOS, Clarissa A. **Construção Com Terra No Brasil: Panorama, Normatização E Prototipagem Com Terra Ensacada**. 2015. p. 290. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SJÖSRRÖM, C. **Service life of the building**. CIB: Tel Aviv, 1996. v. 2, p. 6-1; 6-11 apud JOHN, Vanderley M. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. p. 113. Tese (Livre Docência). – Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo.

UGREEN. **Bioconstrução utilizando reciclagem.** Disponível em:
<https://www.ugreen.com.br/bioconstrucao-utilizando-reciclagem-nas-construcoes/>.
Acesso em: 08 nov. 2021.

FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O CÁLCULO DA POSIÇÃO DA LINHA NEUTRA COM A VARIAÇÃO DO CARREGAMENTO CONTÍNUO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO PARA OTIMIZAÇÃO DE CUSTOS E SEGURANÇA

Nayla Tamires de Sousa
Márcio Bandeira de Oliveira

RESUMO

A posição da linha neutra dos elementos de uma edificação, como as vigas, é um fator crucial para determinação da quantidade necessária de concreto e aço, insumos importantes para o orçamento de uma construção. O presente trabalho abordou a análise de uma viga retangular de concreto armado submetida à flexão simples no estado-limite último, sendo analisada a variação do carregamento contínuo sobre a estrutura, cujos momentos fletores produzidos influenciaram na posição da linha neutra. Quanto aos esforços de compressão e tração atuantes na peça, a localização da linha neutra apresenta esforços nulos e é um fator determinante para o dimensionamento da cobertura de aço necessária ao conjunto. Na análise estrutural foi utilizado o Ftool, *software* responsável pela determinação dos momentos fletores para os diferentes carregamentos, e os cálculos foram executados a partir das equações da flexão clássica. Através do estudo realizado tornou-se possível analisar que com o aumento do carregamento contínuo, elevou-se os valores dos momentos fletores e conseqüentemente a distância da posição da linha neutra em relação à face da fibra comprimida da peça, levando ao aumento da quantidade da área de aço. O estudo foi direcionado para que a estrutura atendesse o estado-limite último, examinando o limite de 0,45 para o valor da relação x/d . Desta forma evidenciou-se o limite de carregamento que solicita a necessidade de armaduras simples. Ademais, a análise foi feita para o estado-limite último a fim de que possíveis colapsos sem aviso prévio sejam evitados, garantindo a segurança da estrutura e de seus usuários.

Palavras-chave: Flexão simples. Estado-limite último. Análise estrutural. Dimensionamento.

ABSTRACT

The neutral line position of building elements, such as beams, is a crucial factor in determining the required amount of concrete and steel, important inputs for a building budget. The present work analyzed a rectangular reinforced concrete beam subjected to simple bending in the ultimate limit state, being studied the variation of the continuous loading on the structure, whose bending moments produced influenced the neutral line position. As for the compressive and tensile forces acting on the part, the location of the neutral line presents zero efforts and is a determining factor for the dimensioning of the steel cover needed for the set. In the structural analysis, Ftool, the software responsible for determining the bending moments for the different loads, was used, and the calculations were performed using the classical bending equations. Through the study carried out, it became possible to analyze that with the increase in continuous loading, the values of bending moments and, consequently, the distance of the neutral line position in relation to the face of the compressed fiber of the piece increased, leading to an increase in the amount of steel area. The study was directed so that the structure meets the ultimate limit state,

examining the limit of 0.45 for the value of the x/d ratio. In this way, the load limit that requires the need for simple reinforcements was evidenced. Furthermore, the analysis was carried out for the ultimate limit state so that possible unannounced collapses are avoided, ensuring the safety of the structure and its users.

Keywords: Simple bending. Ultimate limit state. Structural analysis. Sizing.

1 INTRODUÇÃO

O concreto é um material utilizado na construção civil no Brasil e no mundo devido à disponibilidade de seus elementos constituintes e à facilidade de sua aplicação. Em sua composição, integram-se os materiais: cimento, água, agregado miúdo (areia) e graúdo (pedra ou brita). Estruturas em concreto armado contemplam armaduras de aço que são utilizadas para somar ao combate aos esforços que são submetidas as peças. Estes componentes estruturais compõem diversos tipos de construção, como edifícios de pavimentos, pontes e viadutos, reservatórios, barragens, etc (BASTOS, 2019).

Dentre as partes que constituem a superestrutura de um edifício, pode-se citar as lajes, vigas e pilares, sendo os últimos os responsáveis por transmitir os esforços atuantes para as fundações (infraestrutura) e estas por transmiti-los ao solo. Estes elementos são utilizados de modo que atendam ao projeto da edificação e aos quesitos relacionados à capacidade resistente, ao desempenho em serviço e à durabilidade da estrutura (GOUVÊA; GOUVÊA, 2017).

Como citado acima, as vigas estão entre os importantes integrantes do projeto de uma edificação. Elas são componentes lineares que têm como esforço preponderante a flexão, que se caracteriza pela atuação de momentos fletores, que produzem esforços normais e sua rotação. Um dos cálculos necessários na análise estrutural de uma viga é a posição da linha neutra. Segundo Moura (2019, p. 02), “A linha neutra é compreendida como um plano que separa duas regiões – a comprimida e a tracionada – num mesmo elemento quando submetido à flexão.” Os resultados dos cálculos inferidos na análise influirão na área de aço transversal necessária para compor a peça, informação esta que é importante para o controle dos custos com insumos das obras concernente a este material.

A Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que rege as estruturas de concreto armado é a NBR 6118:2014 - Projetos de estruturas de concreto – Procedimentos. De acordo com ela, (item 14.2.1), “O objetivo da

análise estrutural é determinar os efeitos das ações em uma estrutura, com a finalidade de efetuar verificações dos estados-limites últimos e de serviço.”. Atualmente são utilizados *softwares* que facilitam as análises, colaborando com o trabalho de profissionais que têm o tempo como fator determinante para o desenvolvimento de seus projetos.

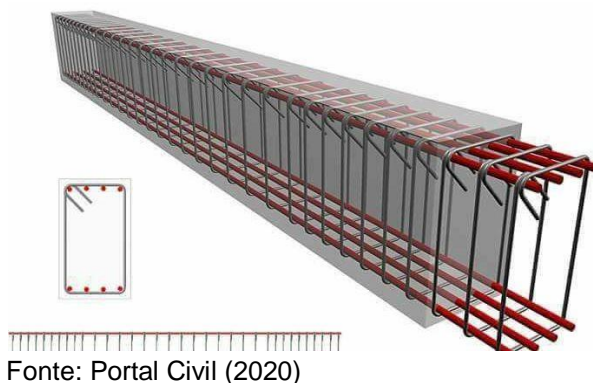
O presente trabalho abordará a análise estrutural de uma viga retangular de concreto armado, submetida à flexão simples com a variação da posição da linha neutra devido à variação do carregamento contínuo sobre a estrutura. Será analisado o momento fletor solicitante em cada variação de carga a fim de se determinar a posição da linha neutra a partir de equações da flexão clássica e por fim será calculada a cobertura de aço da armadura transversal necessária para combater os esforços atuantes na estrutura. Tal enfoque dá-se pela importância de se entender a relação concreto/aço em uma estrutura de concreto armado e ainda de se otimizar o custo/benefício na compra destes materiais em decorrência da necessidade estrutural presente em cada projeto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 VIGAS DE CONCRETO ARMADO

O concreto é um material utilizado há milhares de anos, e desde então foi aplicado em construções que existem até os dias de hoje. De acordo com Bastos (2019), dentre suas características, apresenta-se a alta resistência à compressão, compondo estruturas como pilares que são submetidos primordialmente a este esforço. Em contrapartida, o concreto apresenta fragilidade e baixa resistência à tração, muito solicitada em lajes e vigas. Para auxiliar no combate aos esforços principalmente de tração nas estruturas emprega-se à peça de concreto o aço que atende muito bem às solicitações. O conjunto de barras de aço constitui as armaduras, conforme é possível analisar a partir da viga representada na Figura 1, e quando aliadas ao concreto se origina as estruturas de concreto armado.

Figura 1 - Modelo de armadura de uma viga de concreto armado.



As vigas são componentes estruturais que podem ser executadas em concreto armado. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), elas são consideradas lineares e o esforço atuante que prepondera sobre elas é a flexão. A função básica das vigas é vencer vãos e transmitir as cargas para os apoios, que na maioria das vezes são pilares. As armaduras utilizadas podem ser divididas em barras longitudinais e transversais, estas também conhecidas como estribos.

2.2 ESFORÇOS SOLICITANTES: MOMENTO FLETOR

Por conta dos carregamentos aplicados em um elemento estrutural, as seções transversais da peça estão sujeitas a solicitações, sendo estas caracterizadas como normais, que originam tensões normais como o esforço normal e o momento fletor, e tangenciais, que produzem tensões tangenciais nas seções como o esforço cortante e o momento de torção. (CAMPOS FILHO, 2014).

Sempre que uma seção estiver submetida a um momento fletor se tem uma solicitação dita de flexão. A solicitação de flexão pode ser classificada como simples ou composta. Uma flexão é dita simples quando a única solicitação normal atuante é o momento fletor. Uma flexão é chamada composta quando atuam simultaneamente em uma seção um momento fletor e uma força normal (de tração ou de compressão). (CAMPOS FILHO, 2014, p. 3).

Conforme afirma Santos e Simões (2017), pode-se considerar que em relação aos esforços solicitantes, o concreto possui alta resistência à compressão e baixa resistência à tração. Por isso, quando submetidos à flexão, gerada pelo momento fletor, a estrutura deve receber armaduras longitudinais para combater os esforços da região tracionada, gerando assim as estruturas de concreto armado.

O cálculo do momento fletor (M_k) máximo situado no centro do vão de uma viga bi-apoiada é feito a partir da seguinte expressão:

$$M_k = \frac{q \cdot L^2}{8} \quad (1)$$

Em que:

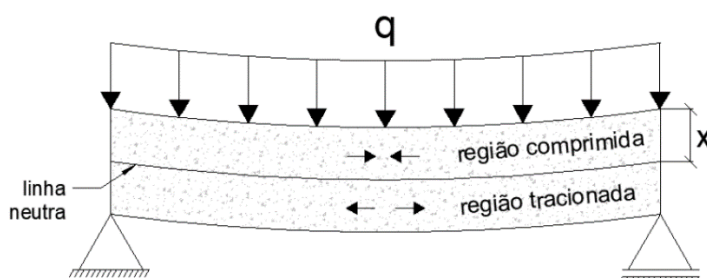
q – Carga distribuída na viga;

L – Comprimento da viga.

2.3 LINHA NEUTRA

Nesta região as tensões internas de compressão e tração atuantes na estrutura são consideradas nulas. Moura (2019) afirmou que esta separa a região comprimida da região tracionada dos elementos estruturais sujeitos à flexão simples. A Figura 2 apresenta as regiões de uma viga com carregamento transversal uniforme, que produz um momento fletor que determina a posição da linha neutra em relação à face externa da fibra comprimida. O valor obtido é necessário ao cálculo da área de aço que combaterá a tensão de tração que atua na viga.

Figura 2 - Linha neutra em viga.



Fonte: Moura (2019).

Ainda de acordo com Moura (2019), ao equilibrar o momento fletor da região comprimida e do aço tracionado da seção transversal, encontra-se uma equação inicial para se encontrar a posição da linha neutra. De acordo com o previsto na NBR 6118 (ABNT, 2014), a tensão efetiva na fibra comprimida deve ser observada, pois a tensão de pico do concreto é 85% da tensão de cálculo a fim de garantir a segurança da região em questão. Para fins de cálculo, é considerada 80% da posição real da linha neutra, pois conforme afirmou Carvalho e Filho (2007), esta maneira é adotada para que a distribuição da tensão de compressão ocorra de forma homogênea. O gráfico de tensão real do concreto é analisado de forma real e de maneira retangular equivalente para efeito de cálculo.

2.4 ESTADOS-LIMITES ÚLTIMOS (ELU)

Conforme afirmou Filho (2014, p. 2), “Para se projetar uma estrutura com um adequado grau de segurança é necessário que se verifique a não ocorrência de uma série de estados limites.”

No método simplificado dos estados-limite é admitido que a estrutura estará segura se os esforços solicitantes de cálculo forem iguais ou inferiores aos valores suportados pela estrutura no estado-limite correspondente (BOTELHO; MARCHETTI, 2002). Estes estados-limites são classificados em estados-limites últimos (ELU) ou de ruína e estados-limites de serviço (ELS).

Para Filho (2014), os estados-limites últimos dizem respeito a capacidade máxima que uma estrutura é capaz de suportar. Como aponta Carvalho e Filho (2014), os estados-limites últimos relacionam-se ao colapso total ou parcial de uma estrutura que impossibilite o uso da mesma.

A NBR 6118 (ABNT, 2014), no item 12.3.1, verifica que os valores de cálculo das resistências se dão pela expressão:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} \quad (2)$$

Em que:

f_k – Resistência característica;

γ_m – Coeficiente de ponderação das resistências, com valor de 1,4 para o concreto e 1,15 para o aço no estado-limite último.

2.5 EQUAÇÕES DA FLEXÃO CLÁSSICA

De acordo com Carvalho e Filho (2014), para concretos até C50, e conhecidos a resistência do concreto (f_{ck}), a largura da seção (b_w), a altura útil (d), o tipo de aço (f_{yd} e e_{yd}), e o momento de cálculo M_d ($M_d=1,4.M_k$), o cálculo da posição da linha neutra e do dimensionamento da armadura longitudinal para seções transversais retangulares que resistirá as solicitações deste momento é feito com o equilíbrio das forças atuantes normais na seção transversal.

Segundo Santos e Simões (2017) e Moura (2019), para executar os cálculos do dimensionamento da seção de uma viga de concreto armado retangular submetida à flexão simples, deve-se considerar o equilíbrio do momento fletor solicitante atuante

e o momento resistente fornecido pelos materiais da seção transversal (correspondente a região do concreto comprimido e do aço tracionado).

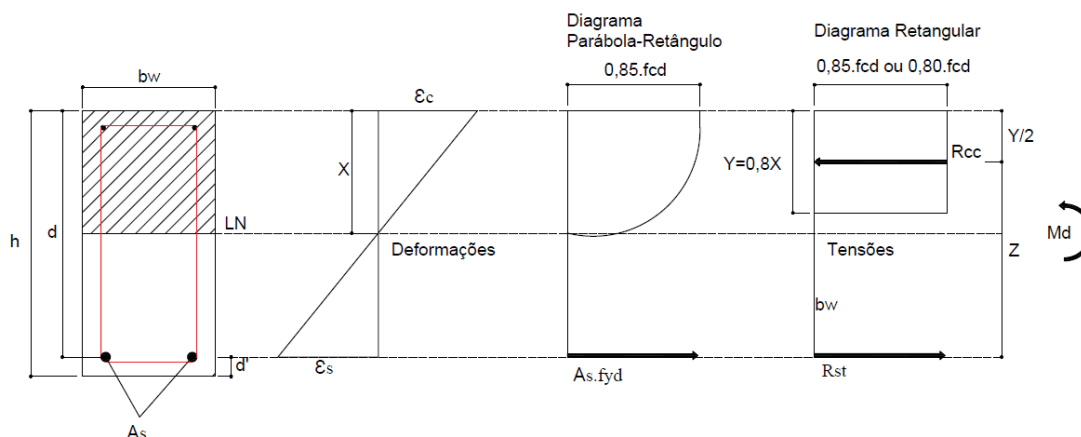
Como solução para utilização do diagrama parábola-retângulo para o concreto em compressão e para simplificar as equações de dimensionamento, emprega-se o diagrama retangular, sendo os resultados compatíveis com o primeiro diagrama (ARAÚJO, 2009).

2.5.1 Cálculo da posição da linha neutra (x)

Para Carvalho e Filho (2014), com a obtenção do valor da posição da linha neutra, pode-se analisar o domínio em que trabalha a peça e ainda encontrar a resultante das tensões de compressão no concreto (R_{cc}) e a distância (z) do centro de gravidade da região comprimida até a barra de aço tracionada, também conhecida como braço de alavanca.

De acordo com a Figura 3, é possível calcular o valor da força na região comprimida (R_{cc}) em função da tensão e da área, conforme Equação 3. Como já foi citado, a tensão de pico do concreto a ser considerada é 85% da tensão de cálculo, e será analisada 80% da posição real da linha neutra.

Figura 3 - Equilíbrio de forças no ELU.



Fonte: Autores.

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow 0,85 \cdot f_{cd} = \frac{R_{cc}}{A_{cc}} \rightarrow R_{cc} = 0,85 f_{cd} \cdot b_w [0,8 \cdot x]$$

$$R_{cc} = 0,68 \cdot b_w \cdot x \cdot f_{cd} \quad (3)$$

Em que:

f_{cd} – Tensão de resistência de cálculo do concreto;

R_{cc} – Força de reação da região comprimida;

A_{cc} – Área de concreto sob compressão;

b_w – Largura da seção

x – Posição da linha neutra

O valor do momento fletor de cálculo (M_d) na seção transversal é obtido pelo produto da força de reação da região comprimida (R_{cc}) pelo braço de alavanca (z), conforme a expressão a seguir:

$$Md = R_{cc} \cdot z \quad (4)$$

$$z = d - 0,4 \cdot x \quad (5)$$

Onde:

M_d – produto do momento fletor solicitante (M_k) atuante na seção pelo coeficiente de ponderação 1,4, adotado no estado-limite último.

d – Altura útil da viga

Substituindo a Equação 3 e 5 na Equação 4, tem-se a expressão para obter a posição da linha neutra.

$$Md = 0,68 \cdot b_w \cdot X \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,4 \cdot X) \quad (6)$$

Resolvendo a Equação 6, obtém-se o valor de x referente a posição da linha neutra, sendo a equação um polinômio do segundo grau.

$$x = \frac{0,68 \cdot d \pm \sqrt{(0,68d)^2 - 4 \cdot 0,272 \cdot \left(\frac{Md}{b_w \cdot f_{cd}}\right)}}{0,544} \quad (7)$$

Conforme a ABNT NBR 6118 (2014, item 14.6.4.3), “A capacidade de rotação dos elementos estruturais é função da posição da linha neutra no ELU. Quanto menor for x/d , tanto maior será essa capacidade.”. A fim de obter um comportamento dúctil em vigas e lajes, a posição da linha neutra no estado-limite último deve seguir os limites a seguir:

a) $x/d \leq 0,45$, para concretos com $f_{ck} \leq 50$ MPa;

b) $x/d \leq 0,35$, para concretos com $50 \text{ Mpa} < f_{ck} \leq 90$ MPa.

Sendo:

x – Posição da linha neutra

d – Altura útil

Este trabalho abordará valores para x/d até o limite de 0,45, referentes a posição da linha neutra.

2.5.2 Cálculo da área necessária de armadura (A_s)

Admitindo o equilíbrio das forças horizontais, pode-se determinar a armadura de aço necessária para que haja resistência ao esforço solicitante.

$$R_{cc} = R_{st} \quad (8)$$

Onde:

R_{st} – Reação do aço

Os momentos estão em equilíbrio, por isso para calcular a área de aço adota-se a mesma equação anteriormente utilizada (Equação 4), mudando apenas a força de reação a ser analisada, que será a reação da área tracionada. A força de reação da armadura (R_{st}) é obtida pelo produto da área de aço pela tensão atuante no aço (f_{yd}):

$$Md = R_{st} \cdot Z \quad (9)$$

$$Md = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,4 \cdot X) \quad (10)$$

$$A_s = \frac{Md}{f_{yd} \cdot (d - 0,4 \cdot X)} \quad (11)$$

Sendo:

f_{yd} – Resistência a tração de cálculo do aço.

3 METODOLOGIA

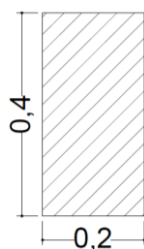
No capítulo em questão, serão apresentados os métodos e procedimentos que configuraram o presente trabalho. A partir de uma pesquisa bibliográfica, que se classifica como pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa, utilizando-se do método hipotético-dedutivo, tornou-se possível obter o suporte necessário para a execução dos estudos. Este trabalho foi produzido sob o regimento das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

3.1.1 Definição da geometria da viga em análise

O modelo estrutural estudado foi uma viga de concreto armado com seção transversal de 20 cm de largura por 40 cm de altura, conforme a representação da Figura 4. A dimensão admitida para o comprimento da viga foi de 3 m, pois é considerada uma extensão habitualmente utilizada nos projetos de construção civil. O concreto escolhido para composição da peça foi de 25MPa, valor correspondente a sua resistência à compressão característica (f_{ck}). E para o aço foi escolhido o CA50, com valor correspondente de 500MPa para o valor da resistência ao escoamento característico (f_{yk}). Para acrescentar valor à estrutura, foram adicionados dois pilares de apoio, cada pilar com seção transversal de 20 cm de largura por 20 cm de altura. O valor admitido para o pé-direito foi de 2,88 m, considerado também por seu uso recorrente na prática.

Figura 4 - Seção transversal da viga em análise.

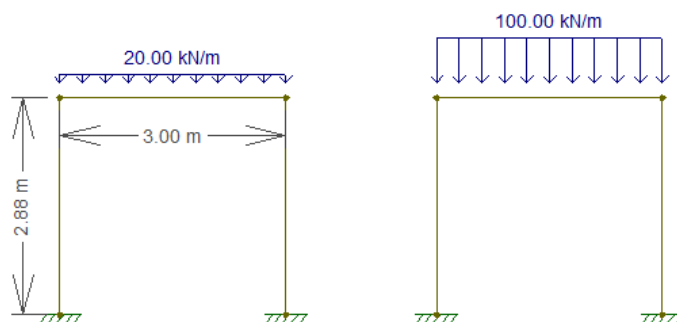


Fonte: Autores.

3.1.2 Definição da carga

Os valores de carregamento contínuo estudados variaram entre a faixa de 20 a 100KN/m, como pode ser analisado na Figura 5. Esta variação acarretou na variação dos momentos fletores de cálculo.

Figura 5 – Distribuição da faixa de carregamento analisada.



Fonte: Autores.

3.1.2 Momento fletor

Na estrutura de uma viga de concreto armado sustentada por pilares em suas extremidades, trabalha-se o combate dos momentos fletores positivo, que compreende o comprimento da viga, e o negativo, combatido nos apoios. O presente trabalho abordou o cálculo dos momentos nos locais citados, sendo calculadas as áreas das armaduras positivas e negativas correspondentes aos esforços solicitantes. Para se obter os momentos fletores foi utilizado o *software* Ftool.

3.1.3 Estado-Limite Último

Na presente pesquisa, considerou-se o estado-limite último, que é caracterizado pelo início da plastificação da fibra comprimida; é neste estado que é aplicado o diagrama parábola-retângulo para as tensões do concreto e a peça se apresenta com muita fissuração.

3.1.4 Domínios do concreto

Dentre as configurações últimas ao longo de uma peça de concreto armado, a ruptura ideal para este estudo foi a dúctil, que acontece com aviso prévio, em que o concreto se encontra no domínio 2 e 3, a fim de garantir maior ductilidade à peça. Caso esta esteja no domínio 3, a posição da linha neutra não deve ultrapassar 0,45, na relação x/d , para atuação somente de armaduras simples. A pesquisa realizada contemplou profundidades que compreendem este limite e ainda um pouco maiores do que o recomendado apenas para se observar os carregamentos que precisaram se utilizar de armaduras mais reforçadas.

3.1.5 Escolha das ferramentas computacionais utilizadas nas análises estruturais

Para a produção da figura esquemática da estrutura, foi empregado o *software* AutoCad. Na análise da distribuição de cargas na estrutura, foi utilizado o aplicativo Ftool. Nele foram inseridos os dados característicos do concreto, a geometria da viga e dos pilares, posicionamento dos apoios e a variação do carregamento contínuo para efeito de comparação, e com isso foi possível visualizar valores referentes aos momentos fletores. O Microsoft Excel foi valido na criação de planilhas para otimização dos cálculos, valendo-se dos dados obtidos no aplicativo

Ftool a fim de se obter a resolução das equações da flexão e determinar as diferentes posições da linha neutra e área de aço das armaduras longitudinais correspondentes.

3.1.6 Equações utilizadas

Para atingir o objetivo do trabalho foi necessário o ajuntamento de equações analíticas da flexão clássica. Tais quais são reproduzidas a seguir.

3.1.6.1 Cálculo do momento fletor solicitante de cálculo (M_d)

$$M_d = 1,4.M_k \quad (12)$$

Em que:

M_d – Momento fletor solicitante de cálculo

M_k – Momento fletor solicitante

Os valores de M_k foram obtidos a partir do *software* Ftool.

3.1.6.2 Cálculo da posição da linha neutra (x)

Um dos fatores imprescindíveis para o cálculo da linha neutra é a altura útil da viga (d). Seu valor é obtido através da expressão:

$$d = h - d' \quad (13)$$

$$d' = c_{nom} + \phi_{estribo} + \phi_{long}/2 \quad (14)$$

Em que:

h – Altura da seção da viga;

c_{nom} – Cobrimento nominal admitido por norma a depender da classe de agressividade ambiental (ABNT NBR 6118:2014, item 7.4.7.6, Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10\text{mm}$);

$\phi_{estribo}$ – Diâmetro da bitola do estribo (valor estimado);

ϕ_{long} – Diâmetro da bitola da armadura longitudinal (valor estimado).

A classe de agressividade ambiental admitida conforme a Tabela 7.1 da NBR 6118 (ABNT, 2014) foi a II, portanto o valor para o cobrimento nominal verificado pela norma foi de 3,5cm. Os valores estimados para o diâmetro do estribo e da

armadura longitudinal foram 0,5 e 1 cm, respectivamente. Portanto, o valor de d' correspondente foi de 4,5 cm. Porém, foi adotado o valor de 5 cm para execução dos cálculos.

Para se encontrar a posição da linha neutra, considerou-se a Equação 6, presente no item 2.5.1 deste trabalho, mas para efeito de cálculo e aplicação no Microsoft Excel, ela foi simplificada como mostram as equações a seguir:

$$M_d = (0,68 \cdot x \cdot d - 0,272 \cdot x^2) \cdot b_w \cdot f_{cd} \quad (15)$$

$$(0,272 \cdot b_w \cdot f_{cd}) \cdot x^2 + (-0,68 \cdot b_w \cdot f_{cd} \cdot d) \cdot x + M_d = 0 \quad (16)$$

$$1 \cdot x^2 - \frac{0,68 \cdot b_w \cdot f_{cd} \cdot d \cdot x}{0,272 \cdot b_w \cdot f_{cd}} + \frac{M_d}{0,272 \cdot b_w \cdot f_{cd}} = 0 \quad (17)$$

$$1 \cdot x^2 - 2,5 \cdot d \cdot x + \frac{3,68 \cdot M_d}{b_w \cdot f_{cd}} = 0 \quad (18)$$

Em que:

M_d = Momento fletor solicitante de cálculo

b_w = Largura da seção

x = Posição da linha neutra

f_{cd} = Resistência de cálculo do concreto a compressão.

d = Altura útil da viga

Utilizou-se a fórmula de Bhaskara, apresentada a seguir, para resolver a equação do 2º grau:

$$x = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} \quad (19)$$

Desta forma, os valores de A, B e C que suprem a Equação 18 se configuram como mostra a seguir:

$$A = 1 \quad (20)$$

$$B = -(2,5 \cdot d) \quad (21)$$

$$C = \frac{3,68 \cdot M_d}{b_w \cdot f_{cd}} \quad (22)$$

Sendo assim, foi possível calcular a posição da linha neutra de forma analítica e se utilizando do Microsoft Excel.

3.1.6.3 Cálculo da área necessária de armadura (A_s)

Para o cálculo da área de armadura, utilizou-se a Equação 11, presente no item 2.5.2 deste trabalho.

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} \cdot [d - 0,4 \cdot X]} \quad (11)$$

Em que:

f_{yd} – Resistência ao escoamento (tração) de cálculo do aço.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), é possível calcular a armadura mínima a ser utilizada, como demonstra a expressão:

$$A_{s,min} = \rho_{min}(\%) \cdot A_c \quad (23)$$

Em que:

$A_{s,min}$ = Área de aço mínima

ρ_{min} = Taxa mínima de armadura de flexão

A_c = Área bruta da seção do concreto

O item 17.3.5.2.1 da NBR 6118 (ABNT, 2014), é composto pela Tabela 17.3 – Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas, que verifica os valores de ρ_{min} para o cálculo das armaduras mínimas de tração.

3.2 TRATAMENTO DOS DADOS

Com os dados referentes à geometria da viga, os valores de resistência à compressão característica do concreto (f_{ck}) e da resistência ao escoamento característico do aço (f_{yk}) presentes no item 3.1.1, dos valores correspondentes à faixa dos carregamentos contínuos considerados no aplicativo Ftool presentes no item 3.1.2, e da altura útil a ser considerada presente no item 3.1.7.2, tornou-se possível a criação de uma planilha no Microsoft Excel. Assim, obteve-se as diferentes posições da linha neutra para o estado-limite último a partir da equação 19, e com isso analisar a cobertura de aço necessária para combater os esforços atuantes, conforme as equações 11 e 23.

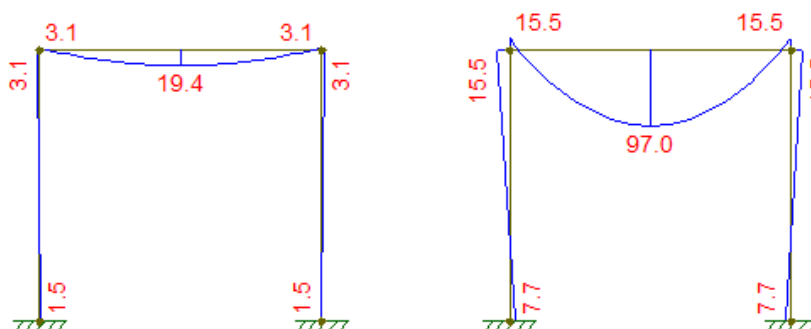
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE NO FTOOL

O aplicativo considera os efeitos da estrutura em formato de pórtico, o que influencia diretamente nos valores dos momentos fletores, pois as reações dos pilares geram momentos negativos, que conseqüentemente reduzem o momento positivo no centro do vão. O alívio dos momentos positivos, por efeito dos momentos nos apoios apresentados pelo Ftool, se diferencia do método analítico, pois este considera que nos pilares os momentos são nulos. Estas considerações afetam diretamente na área das armaduras necessárias ao combate da flexão na estrutura, pois com o uso do *software* é possível obter economia na área de aço.

A seguir, a Figura 6 mostra os diagramas de momentos fletores da estrutura, como os momentos negativos nos apoios, com valores de 3,1 KN/m e 15,5 KN/m para os carregamentos mínimo e máximo, respectivamente, e os momentos máximos positivos no centro do vão, que assumem os valores de 19,4 KN/m e 97 KN/m para os carregamentos mínimo e máximo, respectivamente.

Figura 6 – Momentos Fletores com os carregamentos de 20 e 100 KN/m.



Fonte: Autores.

4.2 DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO NO MICROSOFT EXCEL

Para cada valor de carregamento inserido no Ftool, foram produzidos momentos positivos e negativos característicos. Utilizando-se destes dados dos momentos fletores, uma planilha no Microsoft Excel foi criada para calcular os valores da posição da linha neutra e da área de aço da armadura longitudinal necessária à composição. A Tabela 1 demonstra a planilha utilizada para realização dos cálculos, preenchida com valores correspondentes ao momento positivo de 19,40 KN.m para o carregamento de 20 KN/m. Os valores destacados na tabela abaixo correspondem ao momento característico calculado pelo Ftool, a posição da linha neutra e a área necessária de armadura na seção transversal.

Tabela 1 – Cálculo do dimensionamento à flexão para o carregamento de 20 KN/m.

DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO		
DADOS		Unidade
Largura =	20,00	cm
Altura =	40,00	cm
d' =	5,00	cm
d =	35,00	cm
0,45d =	15,75	cm
Mk =	19,40	KNm
Mk =	1.940.000,00	N.cm
Md =	27,16	KNm
Md =	2.716.000,00	N.cm
Fck =	25	MPA
POSIÇÃO DA LINHA NEUTRA		
Mk =	1.940.000,00	Ncm
Md =	2.716.000,00	Ncm
bw =	20,00	cm
fcd =	1.785,71	N/cm ²
d =	35,00	cm
A =	1,00	
B =	87,50	
C =	279,59	
Delta =	6.537,90	
x1 =	84,18	cm
x2 =	3,32	cm
x/d =	0,09	
ÁREA DE AÇO		
Fyd =	43.478,26	N/cm ²
As =	1,86	cm ²
As.min =	1,2	cm ²

Fonte: Autores.

A partir da área de aço encontrada, é possível analisar de maneira instintiva a melhor distribuição de barras da armadura longitudinal para atender à solicitação. De acordo com os diâmetros de barras longitudinais disponíveis no mercado e suas respectivas áreas de aço, definiu-se que a melhor distribuição de barras para atender à solicitação acima com área de 1,86 cm² são 3 Ø 10mm.

4.3 ANÁLISE DA RELAÇÃO X/D

O presente trabalho restringiu-se ao estudo estrutural de uma viga de concreto dimensionada no estado-limite último (ELU), e para isto, é verificado que a relação x/d, que relaciona a posição da linha neutra e a altura útil da viga, não deve ultrapassar o valor de 0,45, para que a estrutura seja considerada dúctil, sua ruína ocorra com aviso prévio e sua armadura seja simplesmente armada. As tabelas que

serão apresentadas a seguir mostram os dados da faixa de carregamento entre 80 e 100 KN/, pois esta faixa mostrou resultado significativo para a análise realizada, com seus respectivos momentos positivos e negativos utilizados para dimensionar as armaduras positiva e negativa, a posição da linha neutra, a relação x/d e a área de aço. De acordo com a análise realizada, notou-se que com o aumento da carga distribuída disposta sobre a viga, ocorreu o aumento da distância da posição da linha neutra em relação à face da fibra comprimida e, conseqüentemente, do valor da relação x/d .

Na análise da Tabela 2 dos momentos fletores positivos, nota-se que o carregamento correspondente ao valor de 0,45 para x/d , é a carga de 81 KN/m. Portanto, para carregamentos superiores a este valor, será necessário o reforço da armadura longitudinal, deixando de ser utilizada armadura simples, que foi o foco da presente pesquisa.

Considerando os momentos fletores negativos, na Tabela 3 se nota que a relação x/d não ultrapassa 0,08. Portanto, para a armadura negativa, nesta faixa de carregamento, sempre poderá ser utilizada armadura simples.

Tabela 2 – Dimensionamento da armadura positiva para cargas na faixa de 80 a 100KN/m.

ARMADURA POSITIVA				
Carga (KN/m)	Momento positivo (KN.m)	Posição da linha neutra (cm)	x/d	Área de aço (cm ²)
80,00	77,60	15,54	0,44	8,68
81,00	78,60	15,80	0,45	8,82
82,00	79,60	16,06	0,46	8,97
83,00	80,50	16,29	0,47	9,10
84,00	81,50	16,56	0,47	9,25
85,00	82,50	16,82	0,48	9,40
86,00	83,40	17,06	0,49	9,53
87,00	84,40	17,34	0,50	9,68
88,00	85,40	17,61	0,50	9,84
89,00	86,30	17,86	0,51	9,98
90,00	87,30	18,14	0,52	10,13
91,00	88,30	18,42	0,53	10,29
92,00	89,30	18,71	0,53	10,45
93,00	90,20	18,97	0,54	10,60
94,00	91,20	19,26	0,55	10,76
95,00	92,20	19,56	0,56	10,92
96,00	93,10	19,83	0,57	11,07
97,00	94,10	20,13	0,58	11,24
98,00	95,10	20,44	0,58	11,42
99,00	96,00	20,72	0,59	11,57
100,00	97,00	21,03	0,60	11,75

Fonte: Autores.

Tabela 3 – Dimensionamento da armadura negativa para cargas na faixa de 80 a 100KN/m.

ARMADURA NEGATIVA					
Carga (KN/m)	Momento negativo (KN.m)	Posição da linha neutra	x/d	Área de aço (cm ²)	
80,00	12,40	2,09	0,06	1,17	
81,00	12,50	2,11	0,06	1,18	
82,00	12,70	2,14	0,06	1,20	
83,00	12,90	2,18	0,06	1,22	
84,00	13,00	2,20	0,06	1,23	
85,00	13,20	2,23	0,06	1,25	
86,00	13,30	2,25	0,06	1,26	
87,00	13,50	2,28	0,07	1,28	
88,00	13,60	2,30	0,07	1,28	
89,00	13,80	2,34	0,07	1,30	
90,00	13,90	2,35	0,07	1,31	
91,00	14,10	2,39	0,07	1,33	
92,00	14,20	2,40	0,07	1,34	
93,00	14,40	2,44	0,07	1,36	
94,00	14,60	2,47	0,07	1,38	
95,00	14,70	2,49	0,07	1,39	
96,00	14,90	2,53	0,07	1,41	
97,00	15,00	2,54	0,07	1,42	
98,00	15,20	2,58	0,07	1,44	
99,00	15,30	2,60	0,07	1,45	
100,00	15,50	2,63	0,08	1,47	

Fonte: Autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo realizado, notou-se que o carregamento ao qual uma estrutura de concreto armado esteja submetida implica, dentre outras características, em sua resistência, sendo esta à compressão e/ou à tração, enfatizando a necessidade da ação de constituintes pré- dimensionados capazes de combater todos os esforços solicitados.

Dentre os cálculos considerados, a variação do carregamento contínuo influenciou diretamente nos valores dos momentos fletores positivos e negativos sobre a viga analisada, estabelecendo a seguinte relação dentre esses fatores: quanto maior o carregamento contínuo, maior será o valor assumido dos momentos fletores, e ocorre conseqüentemente o aumento da distância da posição da linha neutra em relação à face da fibra comprimida, elevando a demanda de área de aço da peça. Ademais, também é possível estabelecer o carregamento limite ao qual a estrutura analisada poderá suportar sem que ocorra seu colapso sem aviso prévio,

colaborando na ação de medidas para impedir a consolidação de eventuais acidentes e tragédias.

A partir disto, é possível ter conhecimento da quantidade de zona comprimida, combatida exclusivamente pelo concreto, e da zona tracionada, que necessita da ação das armaduras de aço. Isto implica diretamente no custo dos insumos de concreto e aço no valor do orçamento do empreendimento, podendo assim evitar o desperdício de material e a oneração do projeto e ainda evitar o subdimensionamento, capaz de comprometer a integridade da estrutura.

Para finalizar, a utilização de ferramentas computacionais contribui em peso nos cálculos estruturais, auxiliando na otimização do tempo de trabalho dos engenheiros calculistas, no controle das variáveis que englobam a análise, contribuindo assim no planejamento e na execução dos projetos trabalhados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014 Versão Corrigida: 2014.**

ARAÚJO, J. M. de. Dimensionamento à flexão simples de seções transversais de concreto armado com ênfase na ductilidade. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Rio Grande, n.14, p.01-13, out, 2009.

BASTOS, P. S. dos S. **Fundamentos do concreto armado**. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2019.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto Armado: Eu te amo**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2002.

CARVALHO, R. C; FILHO, J. R. F. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**: Segundo a NBR 6118:2014. 4. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014.

CARVALHO, R. C.; FILHO, J. R. F. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**. 3. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007.

CAMPOS FILHO, A. **Dimensionamento de seções retangulares de concreto armado à flexão composta normal**. 2014. 36 f. Artigo – Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

GOUVÊA, S. D. R.; GOUVÊA, Y. R. S. **Estudo da limitação da profundidade da linha neutra inserida na ABNT NBR 6118 em 2003 e alterada em 2014.** 2017. 53 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdades Integradas de Caratinga, Caratinga, 2017.

HIBBELER, R. C. **Resistência dos materiais.** 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

JUNIOR, F. H. M. M.; OLIVEIRA, D. M. de. Otimização de vigas de concreto armado com seção retangular submetidas à flexão normal simples. **Construindo**, Belo Horizonte, v.06, n.01, p. 51-57, jan/jun, 2014.

MOURA, T. R. C. de. Demonstração do cálculo da linha neutra em vigas submetidas à flexão. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 04, v.10, ed.10, p.99-115, out, 2019.

PORTAL CIVIL. **4 formas de reduzir flechas em vigas de concreto armado.** [S./]: 2020. Disponível em: <https://portalcivil.com.br/4-formas-de-reduzir-flechas-em-vigas-de-concreto-armado/>. Acesso em: 31 ago. 2021.

SANTOS, C. F. R.; SIMÕES, Y. de S. Alterações quanto ao posicionamento da linha neutra no dimensionamento à flexão prescritas na NBR 6118:2014. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 59., 2017, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Instituto Brasileiro do Concreto, 2017. Não paginado.

ANÁLISE DE PROJETO DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO

Francisco Edson Fernandes Matias Filho
Washington Luiz Rodrigues de Queiroz
Jefferson Pereira Ribeiro

RESUMO

Com o cenário atual dos altos custos dos materiais relacionados às obras de construção civil, em destaque, analisamos a implantação de uma rede coletora de esgoto de um loteamento num condomínio fechado na cidade de Sobral- CE, fazendo o comparativo dos dimensionamentos feito no projeto da construtora responsável pela obra e um novo dimensionamento utilizando um programa on-line no site <www.aquacad.net>. Através de planilhas analítico-descritivas orçamentárias, foi possível realizar a comparação dos custos principais dos materiais utilizados, sendo o primeiro referente ao projeto da construtora, que apresentou maiores gastos com um custo total de R\$ 178.948,71, enquanto o segundo, referente ao programa AquaCad que obteve um valor total de R\$ 151.296,31, que resulta numa economia de R\$ 27.652,40. Além disso, é finalidade deste projeto estabelecer as principais diferenças entre os mesmos, apontando vantagens e desvantagens ao adotar cada uma delas como parâmetros de dimensionamento, no que diz respeito a redes coletoras de PVC, tipo de material utilizado neste projeto. De forma mais detalhada, realizar a avaliação dos parâmetros do projeto que contribuem consideravelmente no orçamento da construção do empreendimento.

Palavras-Chave: Dimensionamento. Rede coletora. Esgoto sanitário.

ABSTRACT

With the current scenario of high costs of materials related to civil construction works, highlighted, we analyzed the implementation of a sewage collection network for a subdivision in a closed condominium in the city of Sobral-CE, making the comparison of the dimensions made in the project of construction company responsible for the work and a new design using an online program at <www.aquacad.net>. In view of this problem, the present work aims to analyze the dimensioning and the total cost of PVC pipes in a sewage collection network. Thus, two different data analysis studies were carried out with the objective of defining the most viable option, taking into account the construction cost and the compliance with NBR 9648/86 and NBR 9649/86. Through budgetary-descriptive spreadsheets, it was possible to compare the main costs of the materials used, the first referring to the construction company's project, which presented higher expenses with a total cost of R \$ 178,948.71, while the second, referring to the AquaCAD program that obtained a total amount of R \$ 151,296.31, which results in savings of R \$ 27,652.40. In addition, it is the purpose of this project to establish the main differences between them, pointing out advantages and disadvantages in adopting each one of them as dimensioning parameters, with regard to PVC collecting networks, type of material used in this project. In more detail, carry out the evaluation of the project parameters that contribute considerably to the construction budget of the project.

Keywords: Dimensioning. Collector network. Sanitary sewage.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), que define o saneamento básico como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre o seu bem-estar físico, mental e social. A Lei Nº 14.026 de 15 de julho de 2020, atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

O estudo mais recente do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017) e o panorama geral dos serviços de saneamento básico, aponta que apenas 52% da população brasileira têm acesso à coleta de esgoto. De acordo com a mesma pesquisa, a situação do Nordeste é alarmante, pois apenas 27% da sua população é atendida por sistemas de esgotamento sanitário. Além disso, o tratamento do esgoto acontece apenas em 34% do que é coletado.

Clarke e King (2005) afirmam que, os problemas de saúde pública são agravados pela falta de coleta e tratamento de esgoto sanitário, pois o descarte seguro e o tratamento dos efluentes são fatores básicos na luta contra muitas doenças infecciosas. Dessa forma, a implantação de sistemas de esgotamento sanitário deve ser tratada como uma questão primordial pelo Poder Público.

Pereira (2003) diz que, a falta de planejamento e os altos custos de construção dificultam a implantação de sistemas de esgotamentos sanitários na maioria dos

municípios brasileiros. Deste modo, a redução de custos surge como uma necessidade para que ocorra a expansão da implantação de redes coletoras de esgoto. Uma solução para minimizar a chance de ocorrência de erros durante o dimensionamento seria a realização de diferentes estudos de concepção da rede coletora, dessa forma foi utilizado um programa on-line no site <www.aquacad.net>.

Dessa forma, no presente estudo foram analisados os dimensionamentos de uma rede coletora de esgoto para um loteamento de um condomínio fechado na cidade de Sobral- CE, com o objetivo de fazer um levantamento e comparativo da quantidade de cada tubos de PVC utilizado, bem como o custo total dessas instalações.

Na execução de um projeto de rede coletora de esgotos, devemos considerar o custo da obra, tendo em vista que muitas vezes os custos elevados podem inviabilizar a implantação das redes coletoras de esgoto. Dessa forma este trabalho procura mostrar o dimensionamento de um projeto de uma rede coletora de um condomínio fechado comparando com uma nova análise após a utilização de um programa, utilizando parâmetros de acordo com a norma NBR 9649 (ABNT, 1986).

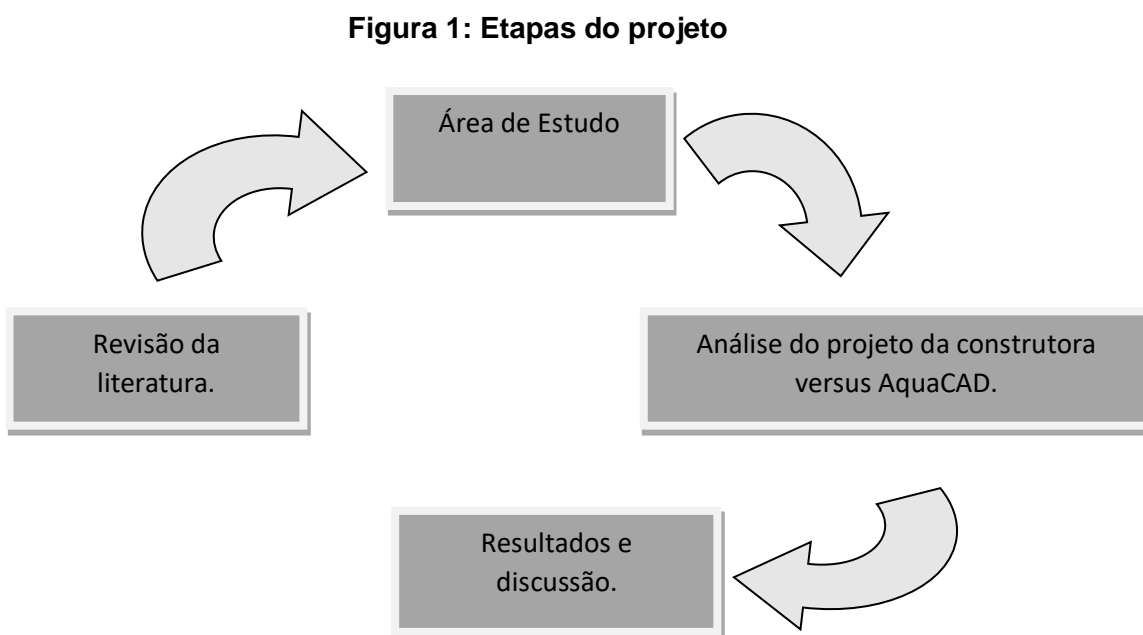
2 NORMA TÉCNICA

A norma NBR 9649 (ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986) que prescreve condições exigíveis para a elaboração deste projeto, no que diz respeito ao correto dimensionamento dos componentes Sanitários e Ambiental da rede em material PVC. De acordo com Alem Sobrinho e Tsutiya (2000), a tensão trativa é uma tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido escoado, ou seja, é a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste. Para cada tensão trativa média definida nessa norma, há um determinado coeficiente de Manning e uma equação de declividade mínima que atende a condição.

3 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos estabelecidos no estudo, propõem-se uma série de etapas e passos para que os mesmos sejam alcançados, como sistematizados na figura 1.

Figura 1-Etapas do projeto



Fonte: Autores

De forma a contextualizar e verificar a importância do estudo, foram pesquisados alguns trabalhos que subsidiaram a definição da temática, que foi a análise de um projeto de uma rede coletora de esgoto de um condomínio fechado situado na cidade de Sobral - CE, conforme segue figura 2.

Figura 2 -Lotes Condomínio Granvile Residence Sobral



Fonte:ce.mgfimoveis.com.br - Granvile Residence Sobral - MGF Imóveis

De forma a atender o objetivo proposto, foi realizado uma visita técnica no empreendimento e também foi solicitado o projeto elaborado pela construtora. Dessa forma foi realizado um novo dimensionamento através de um sistema computacional de acordo com a norma NBR 9649 (ABNT, 1986).

Daí então, foi observado que é de fundamental importância a concepção correta de projetos de redes coletoras de esgoto para que haja um melhor desempenho desse sistema com o uso dos materiais que seja suficiente para atender a rede de esgoto.

Conforme apresentado na Tabela 1, a NBR 9649 (ABNT, 1986) especifica que cada trecho deve ser verificado pelo critério de tensão trativa média de valor mínimo 1,0 Pa, calculada para vazão inicial (Q_i), para coeficiente de Manning $n = 0,013$: Sendo $I_{o,mín}$ em m/m e Q_i em L/s.

Tabela 1 – Parametrização das normas NBR 9649.

PARÂMETRO	NBR 9649
Tensão trativa mínima	1.0 Pa
Coeficiente de Manning	0.013
Equação da declividade mínima	$I_{o,mín} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47}$

Fonte: ABNT, 1986.

Então, para a realização desta análise comparativa, foi realizado um estudo de caso em uma rede coletora de esgoto e aplicados os critérios dos dimensionamentos, que está situada em um loteamento na cidade de Sobral-CE, com aproximadamente 5.549,00 metros com extensão de canalização, com 471 lotes e 99 trechos, mostrando o sistema nesta estruturação, com identificação da sub-bacia e respectivo sentido de escoamento em cada trecho da rede. Para fins de dimensionamento, em cada lote foi considerado uma família média de 5 membros, cada um consumindo por dia um volume de 150 litros. Para o cálculo da vazão média inicial e final foram utilizadas as equações 1 e 2.

$$Q_i = \frac{P_i \cdot q \cdot C \cdot K_2}{86400} (Eq. 1) \quad Q_f = \frac{P_f \cdot q \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} (Eq. 2)$$

em que:

Q_i : Vazão média de início de plano em L/s;

Q_f : Vazão média de fim de plano em L/s;

P_i : População de início de plano (hab);

- Pf: População de fim de plano (hab);
 q: Consumo per capita (150 L/s.hab);
 k1: Coeficiente de máxima vazão diária (1,2);
 k2: Coeficiente de máxima vazão horária (1,5);
 C: Coeficiente de retorno (0,8).

Na tabela 2 são apresentadas as vazões de início e fim de plano da sub-bacia da rede em estudo. Portanto, para esta análise, a população de início e fim de plano apresenta o mesmo valor devido à rede já possuir um contingente populacional numeroso, sem possibilidades de crescimento ao longo do tempo e por se tratar de um loteamento que já possui sua população final previamente estabelecida em projeto.

Tabela 2-vazões de início e fim de plano.

SUB BACIA	Nº DE LOTES	POPULAÇÃO	VAZÃO (L/s)	
			INÍCIO DE PLANO	FIM DE PLANO
1	471	2.355	4.906	5.887

Fonte: Autores.

Esse método de dimensionamento do cenário foi feito através de uma aplicação WEB de automação de projetos de saneamento, conforme mencionado anteriormente, disponível em <<http://www.AquaCAD.net/>>. O objetivo principal deste site é fornecer aos projetistas de saneamento serviços online de automação de diferentes processos a partir de arquivos criados em programas como o AutoCAD (.dxf), o Excel (.xlsx) e o Epanet (.inp).

De acordo com o AquaCad (2018), a partir dos dados de entrada presentes nestes arquivos, é possível criar relatórios, planilhas e desenhos de forma automática. Os arquivos de entrada (inputs) serão armazenados no servidor por meio de uploads. Os dados presentes nestes arquivos serão interpretados via linguagem de programação para que, em seguida, processos como cálculos de dimensionamento, conversão de arquivos (dxf ↔ inp), geração de planilhas e desenhos possam ser realizados de forma automática. Após a realização das automações, os arquivos de saída (outputs) poderão ser adquiridos pelos usuários via downloads.

Devido ao AquaCad ser uma aplicação WEB, as automações poderão ser feitas de qualquer computador (independente do sistema operacional) com acesso à internet.

Para que os elementos do projeto sejam reconhecidos e dimensionados de forma correta, o AquaCad estabelece alguns critérios para a criação dos elementos de desenho (layers, polilinhas e textos) que representarão as partes construtivas da rede de esgoto.

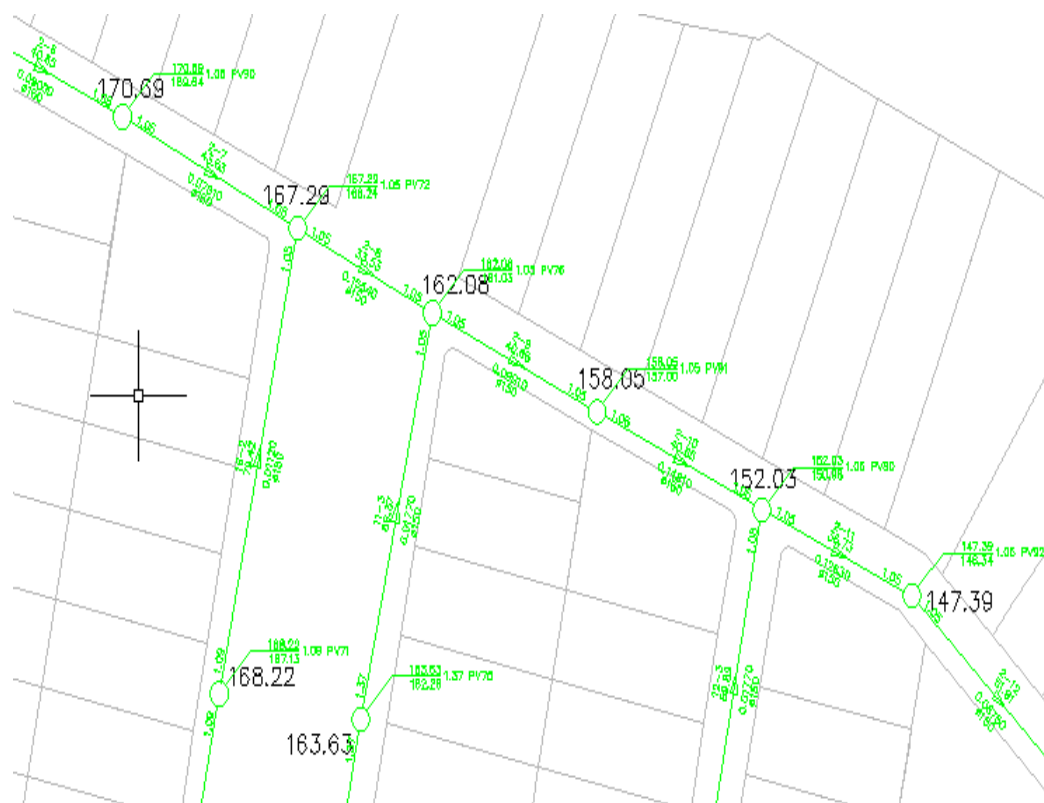
São exemplos desses parâmetros: a inserção dos trechos de cada sub-bacia com um layer específico de cada sub-bacia e este deve possuir uma nomenclatura com formato "AQUA_SBN", sendo o N o número da sub-bacias (ex: AQUA_SB1, AQUA_SB2, AQUA_SB3...).

Além disso, os coletores são representados por linhas, onde cada uma delas representa um trecho da rede, sendo a primeira linha a montante considerada como um trecho do tipo "ponta-seca". O lançamento das linhas deverá ser feito no sentido do escoamento. Em relação às cotas das singularidades, estas são interpoladas a partir das curvas de nível contendo elementos do tipo polilinhas ou spline com o layer de nome "AQUA_CN".

Outro detalhe importante a se destacar é a distinção das cores em cada trecho das sub-bacias. A caracterização dos trechos por diferentes cores possibilita a identificação de trechos com contribuição unilateral (cor azul), contribuição bilateral (cor verde) e sem contribuição (cor vermelha). Vale acrescentar que ao desenhar os trechos da rede é necessário que os mesmos estejam conectados em seus respectivos *endpoints* para que o AquaCad possa reconhecer os trechos a montante e a jusante dos mesmos, sendo o trecho que possui o poço de visita (PV) final a única exceção a essa regra. Caso isso não ocorra, o AquaCad entenderá que há mais de um PV final.

Desse modo, é possível determinar o tipo de contribuição e os trechos a montante e a jusante de cada trecho da rede via linguagem de programação, sendo estas condições de fundamental importância para o dimensionamento correto da rede. Feito tudo isso, a figura 3 apresenta a disposição do detalhamento da rede pós-dimensionamento pelo AquaCad.

Figura 3-Exemplo detalhamento de um trecho.



Fonte: ABNT, 1986.

Essa análise foi feita comparando o projeto existente dos diâmetros das tubulações, sempre buscando o menor custo de obra. Dada esta relação, sabe-se que as menores escavações são resultadas de declividades mínimas adotadas, propiciando menores custos nesta etapa de execução do empreendimento. Por outro lado, pequenas escavações exigem que sejam adotadas tubulações de maiores diâmetros, favorecendo um maior custo nesses componentes da rede.

O fator que exige uma análise mais criteriosa é a escolha dos diâmetros das tubulações da rede, pois consistem na etapa mais onerosa de construção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Então, pela planilha de dados quantificou-se o comprimento de tubulação necessária por diâmetro em cada um dos cenários, onde podemos observar nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3-Projeto da construtora – comprimento e diâmetros das tubulações

Diâmetro (mm)	Dimensionamento da Construtora	Tubo PVC (6 m)	Tubo PVC (1 m)	Valores totais
	Comprimento tubulação (m)	Valor unitário	Valor unitário	
150	4586,99	R\$162,95	R\$27,16	R\$124.575,00
200	791,69	R\$305,00	R\$50,83	R\$40.244,24
250	170,32	R\$497,75	R\$82,96	R\$14.129,46
Total	5549,00			R\$178.948,71

Fonte: SEINFRA

Tabela 4: Projeto da AquaCad – comprimento e diâmetros das tubulações

Diâmetro (mm)	Dimensionamento do AquaCad	Tubo PVC (6 m)	Tubo PVC (1 m)	Valores totais
	Comprimento tubulação (m)	Valor unitário	Valor unitário	
150	5523,88	R\$162,95	R\$27,16	R\$150.019,37
200	25,12	R\$305,00	R\$50,83	R\$1.276,93
250	0,00	R\$497,75	R\$82,96	R\$0,00
Total	5549,00			R\$151.296,31

Fonte: SEINFRA

Pela tabela 5, observam-se o comparativo dos valores entre os projetos, e a comprovação da economia com a utilização do programa AquaCad:

Tabela 5: Diferença entre projeto da construtora e projeto do AQUACAD.

Dimensionamento da Construtora	R\$178.948,71
Dimensionamento do AquaCad	R\$151.296,31
Diferença	R\$27.652,40
Percentual	15,45%

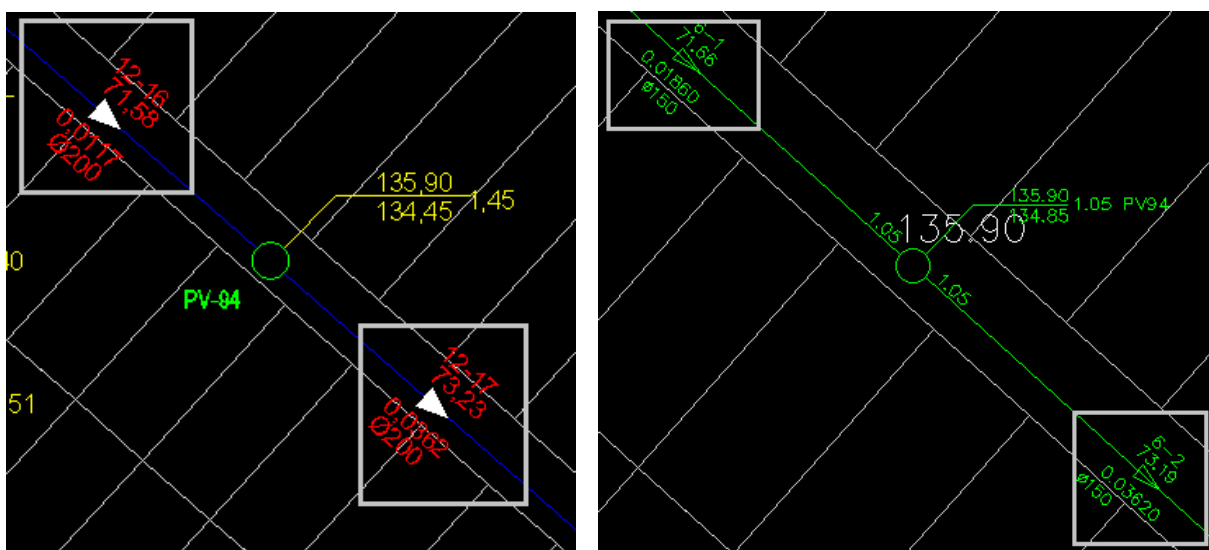
Fonte: Autores.

Em análise, observa-se que para os diâmetros de 250mm não foram utilizados no dimensionamento do projeto do programa do AquaCad e referente à utilização dos tubos de diâmetros de 200mm houve redução significativa. Pelo desenho de

projeto, percebeu-se que esta diferença gerou um consumo de material maior do que seria necessário, pois não exigiu tubulações tão grandes devido a sua pequena vazão. Todavia, em grandes redes de esgoto é comum apresentarem tubulações maiores nos trechos finais próximos as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Sabendo que tubulações de maiores diâmetros apresentam um custo maior, complementa-se que para este projeto do AquaCad se mostrou mais eficiente no quesito financeiro.

De acordo com as tensões trativas, em cada dimensionamento observou-se que estas se mantiveram equilibradas de acordo com o exigido em cada análise e em destaque o trecho 6-2, na figura 4 (A) que se trata do projeto da construtora, a tubulação dimensionada recebeu tubos de 200mm e enquanto na figura 4 (B) os tubos foram de 150mm.

Figura 4 – Comparação entre o projeto proposto pela construtora (A) e o projeto da AquaCad (B) para o trecho 6-2.



Fonte: Autores.

Pela tabela 6, observa-se que atende a exigência do valor mínimo de tensão tratativa que se adota na norma, validando a aplicação correta do dimensionamento.

Tabela 6 – Valores máximos e mínimos tensão tratativa.

TENSÃO TRATIVA (Pa)	
Mínimo	1,03
Máximo	15,94

Fonte: Autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que em um projeto de redes coletoras de esgoto existem vários parâmetros que influenciam de forma considerável no orçamento da obra. Esta relação custo-benefício é de extrema importância na escolha dos materiais adequados para o planejamento das etapas de uma obra, pois como se trata de um projeto de grande porte, é essencial analisar de forma cuidadosa esta questão.

Através de planilhas analítico-descritivas orçamentárias foi possível realizar a comparação dos tubos em PVC's dimensionados para cada cenário onde constatamos uma grande diferença entre as duas análises. No dimensionamento, referente ao projeto da construtora, apresentou maiores desvantagens com um custo total de R\$ 178.948,71, enquanto no segundo cenário, referente ao programa AQUACAD, obteve um valor total de R\$ 151.296,31, que resulta uma economia de R\$ 27.652,40.

Além disso, com o auxílio do programa de automação, foi possível simular um novo dimensionamento de forma rápida e confiável que auxiliará em projetos mais complexos na área.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 9648. **Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas - NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Univ. de São Paulo, 2000. 547 p.

Automação de Projeto de Saneamento, AQUACAD. 2021. Disponível em: <<http://www.AquaCAD.net/>>. Acesso em: 02 de abril de 2021.

BRASIL, Lei 14.026 de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Brasília – DF. Governo Federal.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília: 2015.

CLARKE, R e KING, J. **O Atlas da Água: o mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta**. São Paulo: Publifolha, 2005.

SNIS - **Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**, Ministério das Cidades, 2017.

CAESB. Relatório técnico/97: **Padronização de Projetos para Sistemas Condominiais de Esgotamento Sanitário**. Brasília, 1997.

SEINFRA. **Secretaria da Infraestrutura do Ceará**. Disponível em: Tabela de Custos - Secretaria da Infraestrutura (seinfra.ce.gov.br) . Acesso em 15 abril 2021.

CRIAÇÃO DE STARTUP PARA TREINAMENTO REMOTO DE TRABALHADORES NO USO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Lucas Lopes Silva
Jefferson Pereira Ribeiro
Karla Lúcia Batista Araújo

RESUMO

Durante muitos anos a educação formal vem sendo ofertada através de modelos inflexíveis, que impossibilitam um uso mais eficiente do tempo tanto por parte do treinando, quanto por parte daquele que oferece o treinamento. Entretanto, ao longo do ano de 2020, o modelo semi-presencial de educação fora solicitado de forma desproporcional em relação à capacidade ofertada pelos mercados. Essa situação também foi observada em outros mercados, como o mercado de capacitação de trabalhadores da indústria. Ao final das etapas de estudos e formatação do modelo de negócio, foi idealizada uma plataforma digital, completa e adaptável, para o treinamento a distância de trabalhadores do setor industrial, aqui exemplificado pelo treinamento em segurança do trabalho. Portanto, o presente estudo objetivou a criação de um modelo atemporal e flexível, fundamentado no modelo assíncrono de interação, para ofertar um caminho no qual a máxima capacidade e qualidade de treinamento são os principais benefícios retornados à indústria através de sua aplicação. Assim, considera-se que a aplicação dos conceitos aqui contidos, oferece uma operação assimétrica, na qual o potencial de escala e de impacto positivo superam, de forma exponencial, os riscos e custos de sua operação.

Palavras-chave: Tecnologia; Educação à distância (Ead) ; Segurança do trabalho

ABSTRACT

For many years, formal education has been offered through inflexible models, which make it impossible for a more efficient use of time by both the trainee and the one who offers the training. However, throughout 2020, the semi-attendance model of education was disproportionately requested in relation to the capacity offered by the markets. This scenario was also observed in other markets, such as the market for training industrial workers. At the end of the study and the modeling stages of the business model, a complete and adaptable digital platform was created for the distance training of workers in the industrial sector, exemplified here by training in work safety. Therefore, this study aimed to create a timeless and flexible model, based on the asynchronous interaction model, to offer a path with the maximum training quality and capacity are the main benefits returned to the industry through its application. Thus, it is considered that the application of the concepts contained herein offers an asymmetric operation, in which the potential for scale and positive impact exponentially outweighs the risks and costs of its operation.

Key words: Technology; Remote learning; Work Safety

1 INTRODUÇÃO

Em 2018, foram registrados 576,9 mil acidentes do trabalho no Instituto Nacional do Seguro Social (INSS). Por meio da análise de dados do histórico de registros da previdência, é possível inferir que o número de registros, que de 2012 a 2015 flutuou dentro dos 700 mil registros, sofreu grande queda, estabilizando próximo aos 580 mil nos anos seguintes. (PREVIDÊNCIA, 2019, 2018, 2016, 2014). Em contrapartida, apesar dos esforços aplicados para que esses números permaneçam em queda, com a pandemia do novo Coronavírus no Brasil, os trabalhadores da construção civil experienciaram uma nova realidade, com redução na oferta de trabalhos, devido às severas restrições sanitárias necessárias para conter o avanço da pandemia. (SPERANDIO *et al.*, 2021).

Para que fosse possível o retorno da atividade dos trabalhadores, novas medidas de segurança, em especial biológica foram acrescentadas ao leque de treinamentos necessários para os operários dos sítios de construção, (PEREIRA; AZEVEDO, 2020), e, com eles, os números de trabalhadores que necessitaram de reciclagem para adequar-se às novas regras.

Segundo CERATTO *et al.* (2014), para o setor da construção civil é um desafio usar tecnologias devido às características organizacionais e culturais. MICHALOSKI; COSTA (2010), CHEN; KAMARA (2011), e BOWDEN *et al.* (2006), destacam que aplicar computação móvel na construção civil é um dos temas de pesquisa mais importantes na área de Tecnologia de Informação (TI).

Para assegurar que 100% dos trabalhadores recebam o treinamento no menor espaço de tempo, sem que isso aumente exponencialmente as despesas das empresas com gastos de softwares, se faz necessária a criação de um modelo de treinamento escalável. Portanto, as tecnologias de treinamento e ensino à distância, com o auxílio da internet são a única alternativa viável. Uma vez que, segundo KEPLER (2021), os modelos escalonáveis possibilitam o crescimento da cobertura da operação – no caso, do treinamento – em conjunto com o crescimento dos custos, enquanto os modelos escaláveis possuem dispõe de ampla capacidade de crescimento atendimento, a partir de investimentos substancialmente reduzidos.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva a definição de uma solução que possibilite uma maior economia de tempo e recurso nos treinamentos de

funcionários da construção civil e as indústrias que cercam o setor, a fim de promover um contínuo decréscimo dos números de acidentes de trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO DE STARTUP

Na literatura, a popularização do termo *startup*, remete aos últimos anos do século XX e início do século XXI: o período social e econômico que foi marcado pelo início da infame Bolha da internet. Durante esse período, inúmeras empresas surgiram nos mais diversos setores de atuação. Em detrimento de suas diferenças, as primeiras startups possuíam uma premissa em comum: que suas operações pudessem ser replicadas, sem que fossem necessários grandes incrementos em seus custos operacionais, Isso é: contavam com operações escaláveis.

A fim de facilitar o entendimento do conceito de escala buscado pelas *startups* do início do século, KEPLER (2021) discorre, em uma entrevista, o potencial de escala do modelo de negócios praticado por uma startup de 8 colaboradores, avaliada em R\$40Mi, que necessitaria apenas de investimentos em marketing para triplicar o seu faturamento, enquanto que, para uma indústria centenária, focada em negócios escalonáveis, para que o mesmo efeito fosse observado, seria necessário um grande investimento em infraestrutura, para comportar o aumento de sua produtividade. (JOTA; KEPLER, 2021).

2.2 O VALOR DA ESCALABILIDADE PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Por meio desse exemplo, pode-se traçar um paralelo com os treinamentos de colaboradores da construção civil. Devido o grande e usual volume de trabalhadores, para que treinamentos em massa sejam viáveis, é preciso que aconteça a mobilização de um vasto contingente de formadores especialistas, além de diversas horas depreendidas em reuniões e *workshops*¹, para que o conhecimento chegue a 100% dos operários.

2.3 O PREÇO A SER PAGO POR ESCALONAR TREINAMENTOS EM VEZ DE ESCALAR

Na grande parte dos sítios industriais e construtivos, é aplicado o treinamento presencial, tendo como único braço ativo, a organização de uma comissão interna de

1 Seminário ou curso intensivo, de curta duração, em que técnicas, habilidades etc. são demonstrados e aplicados (OXFORD, 2021)

prevenção de acidentes (CIPA). Entretanto, o modelo de negócio dessas empresas segue os moldes criados por Henry Ford: O modelo fordista, no qual a produtividade é o *benchmark*² que rege todas as decisões. Esses moldes de trabalho, que solucionavam problemas criados pela demanda, mostraram-se ineficientes quando comparados com os modelos atuais e já foram, em muitas áreas substituídos por novas tendências geradas na 3ª e 4ª Revoluções industriais.

A partir da 4ª revolução industrial - também chamada de indústria 4.0 –artifícios como a Internet das Coisas (IOT), passam a ser amplamente usados para gerar dados que ampliam as possibilidades de incremento na eficiência de colaboradores, ao passo que reduzem os riscos de lesões e acidentes. Os dados são coletados, na maior parte do tempo, de forma autônoma, por dispositivos ou sensores pouco ou nada invasivos. Esses equipamentos metrificam a atuação de equipes constantemente, a fim de entender a execução das atividades e, quando necessário, sugerir e elaborar intervenções antes que os atritos oriundos da execução inapropriada das tarefas delegadas, ponham em risco a vida do colaborador ou o bom andamento da atividade industrial como um todo.

Para que a geração de dados seja eficiente, um treinamento adequado é essencial. Nesse sentido, o método de entrega deve permitir a atuação de mecanismos de *Big Data*³ para a coleta e tratamento das informações e, por conseguinte, realizado por meios digitais, para que a metrificação seja possível.

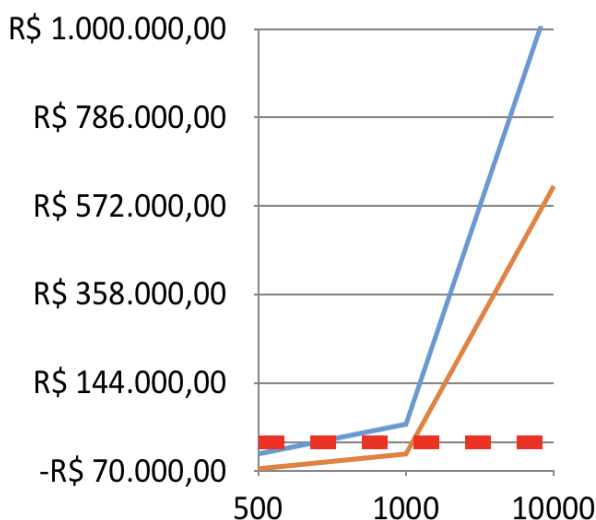
Apesar de suas aplicações de longa data nas grandes industriais e nas startups de tecnologia, as alternativas de treinamento e análises de performance possibilitadas pelos estudos de *Big Data*, ainda são uma realidade distante no âmbito da promoção de segurança do trabalhador da construção civil.

Frequentemente, os responsáveis pela manutenção da CIPA, realizam reuniões fora dos padrões ou distantes do grau instrutivo aceitável. Algumas justificativas observadas durante visitas técnicas em canteiros, resumem-se a minimizar a importância dos treinamentos e à descrença na capacidade dos operários em entender e atender às orientações. Sendo, portanto, “um desperdício de tempo e recursos” qualquer investimento que fomente essas atuações.

2 Medição da qualidade, por meio da comparação de pares, tomando por referência um padrão preestabelecido

3 Conjunto de dados de grande volume e/ou complexidade, organizados de forma estruturada ou não. Apesar de não serem necessariamente levados em consideração por empresas, são gerados por elas a todo momento. Os dados podem ser analisados para liderar descobertas estratégicas e para guiar novos movimentos na empresa.

Figura 1 - Escalável Vs Escalonável



Fonte: Autores.

Exemplificando a dicotomia escalonáveis versus escaláveis, na figura 1, a linha azul (superior) representa um modelo de negócio escalável, com custos que pouco ou nada variam conforme o crescimento, enquanto a linha laranja (inferior) representa um modelo de negócio escalonável. No qual os custos de produção crescem de forma diretamente proporcional aos lucros.

2.4 O IMPACTO ECONÔMICO DERIVADO DE ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Como é observado em dados do ano 2000, relacionando a proporção dos benefícios previdenciários relativos a acidentes de trabalho, segmentados pelo CNAE, as maiores estimativas encontram-se no ramo da construção/eletricidade/gás. Há ainda registro dos mais de R\$1,2Mi pagos por auxílios-doença, aposentadorias por invalidez ou morte. Soma-se a esse cálculo, ainda, os mais de 67,6 mil dias de trabalho perdidos por incapacitação temporária de trabalhadores. (SANTANA *et al.*, 2006)

Além de todo o custo humano envolvido, ressalto o poder inflacionário que taxas de acidentes em descontrole podem acarretar para o mercado geral, uma vez que, mesmo que de forma diluída, construtoras diluem em seus preços finais os custos estimados com despesas de indenizações e paradas emergenciais de seus sítios produtivos. Portanto, uma maior taxa de acidentes mostra-se capaz de elevar os preços dos imóveis e gerar um efeito cascata em preços de outros setores.

Aquele que resiste à aplicação das inovações da indústria 4.0 e seus avanços tecnológicos, priva seus projetos de beber da fonte irrestrita de dados gerada por suas

próprias equipes e põe em risco o bom andamento financeiro e cronológico estabelecidos inicialmente.

Infere-se que, ao abordar novos métodos que promovam a redução dos números de acidentes, propondo, a partir dessa observação, uma tese na forma de trabalho de conclusão, poder-se-á contribuir para o avanço da atividade produtiva industrial e construtiva, em relação ao estado atual.

2.5 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI'S) E COLETIVA (EPC'S)

De acordo com a NR6 do Ministério do Trabalho, EPI, é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. (PREVIDÊNCIA, 2018).

Nesse sentido, entende-se por EPC, todo dispositivo usado para garantir a segurança de dois ou mais trabalhadores durante a execução de uma atividade.

Na construção civil, alguns fatores minam a eficiência dos equipamentos de proteção. Por vezes, a falta de instrução do colaborador, somada à antecipação psicológica gerada por um eventual constrangimento, fazem com que o funcionário opte por usar de forma incorreta ou abolir o uso do equipamento, em vez de buscar educar-se em favor da própria segurança.

2.6 CAUSAS DOS ÍNDICES DE ACIDENTES

Pode-se atribuir à falta de uso, ou ao uso incorreto de EPI's, a causa primordial dos acidentes na construção civil. Como identificado por MARTINS (2017), essa estatística decorre de ações educativas pouco eficientes, ou seja, treinamentos que não elevam o grau de consciência do trabalhador enquanto a importância da proteção. Além disso, a falta de fiscalização no uso dos EPI's torna o ambiente de trabalho terreno fértil para a flexibilização desautorizada do uso ocorra, promovendo, assim, a manutenção dos altos índices de gravidades dos acidentes de trabalho na construção civil.

3 METODOLOGIA

O estudo realizado para o desenvolvimento da startup adotou uma abordagem qualitativa e, por meio da revisão de literatura explorou as diferentes tecnologias existentes e suas possíveis aplicações âmbito do treinamento voltado para a segurança do trabalho na construção civil.

Dados e estudos relevantes sobre implementação de novas tecnologias, bem como a adaptação das tecnologias pré-existentes, foram realizadas por meio de múltiplos bancos de dados de pesquisa e mecanismos de pesquisa computadorizados on-line, tendo como facilitadora a base de dados EBSCO, associado a outras fontes da Internet. Uma busca sistemática e extensa em banco de dados foi realizada usando palavras-chave iniciais como 'tecnologia', 'segurança', 'segurança do trabalho', 'engenharia civil' e 'educação remota'. O filtro seguiu outras publicações com palavras-chave relacionadas a engenharia civil como 'construção civil', além de outras relacionadas a tecnologia como 'ferramenta' e 'plataforma', além de outras relacionadas a segurança como 'risco'. Ao longo do mês de setembro, os estudos e artigos foram selecionados e agrupados para construir um banco de dados.

Através da análise dos modelos de negócio análogos, fora possível definir elementos vitais para a criação de um modelo de treinamento remoto bem-sucedido. Além disso, por meio da análise de modelos escaláveis, foram estabelecidos os pilares da escala: horários assíncronos, baixo custo e acessibilidade. Nesses, foi fundamentada a criação do modelo a ser apresentado.

Para garantir o acesso do grande contingente: assincronia. Para aumentar a adesão por parte das empresas: baixo custo. Para evitar que trabalhadores sofram com acidentes por falta de treinamento adequado: uma plataforma de fácil interação, que atende até os trabalhadores que não possuem um vasto conhecimento dos celulares.

Desse modo, com uma maior cobertura do treinamento, é esperado que novos prospectos surjam, e assim, que as taxas de acidentes sejam cada vez mais reduzidas pela maior adesão ao treinamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EPI'S

Conforme o anexo I da NR6, os EPI's são categorizados em nove grupos, segmentados conforme a proteção concedida ao corpo. A distribuição está conforme a tabela 1:

Tabela 1 - Classificação dos EPI'S conforme área de proteção.

	ÁREA DE PROTEÇÃO
A	CABEÇA
B	OLHOS E FACE
C	AUDITIVA
D	RESPIRATÓRIA
E	TRONCO
F	MEMBROS SUPERIORES
G	MEMBROS INFERIORES
H	CORPO INTEIRO
I	ONTRA QUEDAS COM DIFERENÇA DE NÍVEL

Fonte: Autores.

Ainda na NR6, dentro de cada grupo ocorre duas segmentações. Sendo a primeira de acordo com o tipo de EPI e a segunda o seu uso específico. A exemplo, a tabela abaixo segmenta o grupo A, no qual são estão contidos os EPI's de proteção de cabeça:

Tabela 2 – Epi's Grupo A – Proteção de cabeça.

Grupo A - EPI de proteção de cabeça	
A.1. - Capacete	a) capacete para proteção contra impactos de objetos sobre o crânio b) capacete para proteção contra choques elétricos c) capacete para proteção do crânio e face contra agentes térmicos
A.2 - Capuz ou balaclava	a) capuz para proteção do crânio e pescoço contra riscos de origem térmica b) capuz para proteção do crânio, face e pescoço contra agentes químicos c) capuz para proteção do crânio e pescoço contra agentes abrasivos e escoriantes d) capuz para proteção da cabeça e pescoço contra umidade proveniente de operações com uso de água

Fonte: Autores.

4.2 MÉTODO DE TREINAMENTO

A fim de promover um método de treinamento flexível e que atenda às restrições logísticas e de horários da grande parte dos trabalhadores, o modelo de ensino escolhido foi o remoto – no qual, o indivíduo é instruído sem que seja necessário deslocar-se a instituições de ensino.

Com base na análise de modelos de ensino remoto de sucesso, de fontes nacionais e internacionais, foi estabelecido o formato de aula de vídeo como fator comum e determinante para a facilitação do aprendizado.

O treinamento é composto por duas fases:

- c) Documentário;
- d) Vídeo de instrução;

Na primeira fase: “Documentário”, o treinamento se divide em duas etapas: Inicialmente, em um vídeo de instrução, atores encenam situações reais nos quais o uso dos EPI's é necessário. As cenas, gravadas nos locais de atuação dos funcionários, contextualizam o conhecimento passado, além de introduzirem os parâmetros, promovem uma fácil fixação das informações passadas e incentivam o uso dos equipamentos. Na etapa seguinte, após o vídeo, os colaboradores respondem um breve questionário que avaliará seu entendimento a respeito das informações apresentadas. Esse questionário conta com questões de múltipla escolha, na qual o trabalhador recebe de imediato o resultado positivo ou negativo a cada resposta. Sendo, ainda, indicado, a cada item incorreto, as informações erradas.

Após essa fase, o orientando passa para a fase na qual o treinamento propriamente dito é apresentado. Nesse momento, os atores e a encenação dão lugar a profissionais qualificados que atuam na construção civil. São eles os responsáveis por passar, por meio da aula em vídeo, o conhecimento teórico necessário para o uso apropriado dos equipamentos de proteção. Essa entrega é feita por meio de demonstrações com os EPI's apresentados no vídeo anterior. Para aferir o conhecimento técnico adquirido, o trabalhador é submetido a uma prova prática. Para ser aprovado nessa avaliação, o trabalhador deve gravar um vídeo, no qual, de forma detalhada, demonstra a correta paramentação necessária, ensinada na aula que precede o teste. A fim de assegurar o correto manuseio dos equipamentos e a qualidade do vídeo, as avaliações são realizadas de forma periódica e presencial, no local de trabalho dos funcionários.

Os treinamentos são divididos em módulos, contando com um Documentário por módulo e um Vídeo de instrução para cada EPI dentro da categoria. Cabendo,

portanto, ao supervisor local da obra, a indicação de quais módulos cada colaborador deverá realizar, de acordo com sua área de atuação no canteiro.

4.3 MATERIAIS ESSENCIAIS PARA O TREINAMENTO

Para a aplicação do treinamento em um canteiro de obras, a lista dos materiais necessários pouco difere da lista de insumos essenciais para o andamento apropriado da obra.

Em suma, faz-se necessário que cada funcionário conte com um smartphone/tablet/computador com conexão à internet, os EPI's de seu uso irrestrito, os vídeos de treinamento da plataforma e reuniões mensais com um supervisor, para sua análise de rendimento.

4.4 MATERIAIS ESSENCIAIS PARA O TREINAMENTO

Para a aplicação do treinamento em um canteiro de obras, a lista dos materiais necessários pouco difere da lista de insumos essenciais para o andamento apropriado da obra.

Em suma, faz-se necessário que cada funcionário conte com um smartphone/tablet/computador com conexão à internet, os EPI's de seu uso irrestrito, os vídeos de treinamento da plataforma e reuniões mensais com um supervisor, para sua análise de rendimento.

5 CONTEÚDO DO TREINAMENTO BÁSICO

Para o módulo de treinamento introdutório, foi idealizada uma ementa que envolve os principais EPI's da construção:

- a) Capacete de segurança;
- b) Óculos de proteção;
- c) Luvas de segurança;
- d) Cinturões de segurança;
- e) Máscaras e respiradores;
- f) Protetores auditivos;
- g) Calçados.

Na primeira porção de cada aula são demonstrados o ambiente de aplicação do EPI e os riscos os quais o colaborador está sujeito durante sua permanência. De acordo com a literatura e com as normas regulamentadoras, foi criada a tabela abaixo, com tópicos imprescindíveis para a demonstração do risco mitigado por cada EPI:

Tabela 3 - Principais riscos mitigados pelos EPI's

EPI	Principais riscos mitigados durante o uso
Capacete	Impactos em obstáculos; Quedas de materiais; Quedas de ferramentas
Óculos	Perfurações oculares; Retinopias de exposição; Conjuntivite por exposição à luminosidade; Cegueira química
Luvas	Exposição à perfuro cortantes; Abrasões; Exposição à agentes químicos; Exposição à agentes térmicos; Choques elétricos
Cinturão	Quedas; Lesões por impactos; Choques mecânicos contra objetos ou estruturas
Máscaras e respiradores	Inalação de partículas; Inalação de químicos; Exposição à agentes biológicos; Exposição à agentes químicos
Protetores auditivos	Perda momentânea da audição por exposição prolongada à ruídos; Surdez permanente; Déficit de atenção
Calçados	Abrasões; Exposição à agentes térmicos; Choques elétricos; Choques mecânicos contra objetos; Exposição à agentes químicos; Exposição à perfuro cortantes

Fonte: Autores.

Nesse momento, o documentário encenado mostrou-se a melhor opção para ilustrar algumas das principais situações nas quais os EPI's podem ser a diferença entre a vida e a morte do colaborador. Todas os documentários são pensados para gerar identificação e deixar claro que o principal beneficiado do uso do EPI é o próprio trabalhador.

Figura 2 - Exemplo de plano fechado no EPI

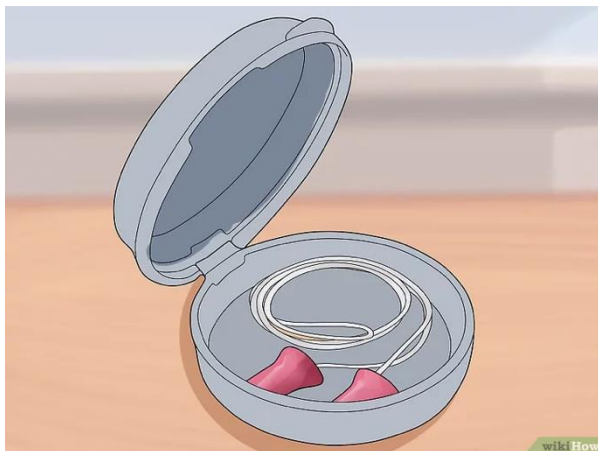


Figura 3 - Exemplo de plano fechado no EPI



Adiante, durante a etapa de

instrução, o passo-a-passo seguido do profissional orientador é assegurar que os colaboradores possam indicar quando o equipamento de proteção cumpre as características necessárias. Isso é atingido através do vídeo de instrução, no qual o equipamento é exibido (conforme o exemplo na figura 1) enquanto é manuseado e tem suas principais características evidenciadas por meio de planos fechados (conforme exemplo na figura 2) para facilitar a visualização.

Fonte: Editor da Equipe wikiHow (s.d.)

A título de clarificar a produção dos roteiros para as aulas, fora criada a tabela abaixo, com os principais tópicos que necessariamente devem ser abordados no roteiro:

Tabela 4 - Tópicos essenciais de cada aula

Aula	Principais tópicos
Capacete e óculos	Integridade física do EPI; Ajuste do EPI; Posicionamento adequado;
Luvas, protetores auditivos e calçados	Integridade física do EPI; Tamanho adequado; Tipo adequado à atividade;
Cinturão e máscara	Integridade física do EPI; Tamanho adequado; Tipo adequado à atividade; Uso seguro

Fonte: Autores.

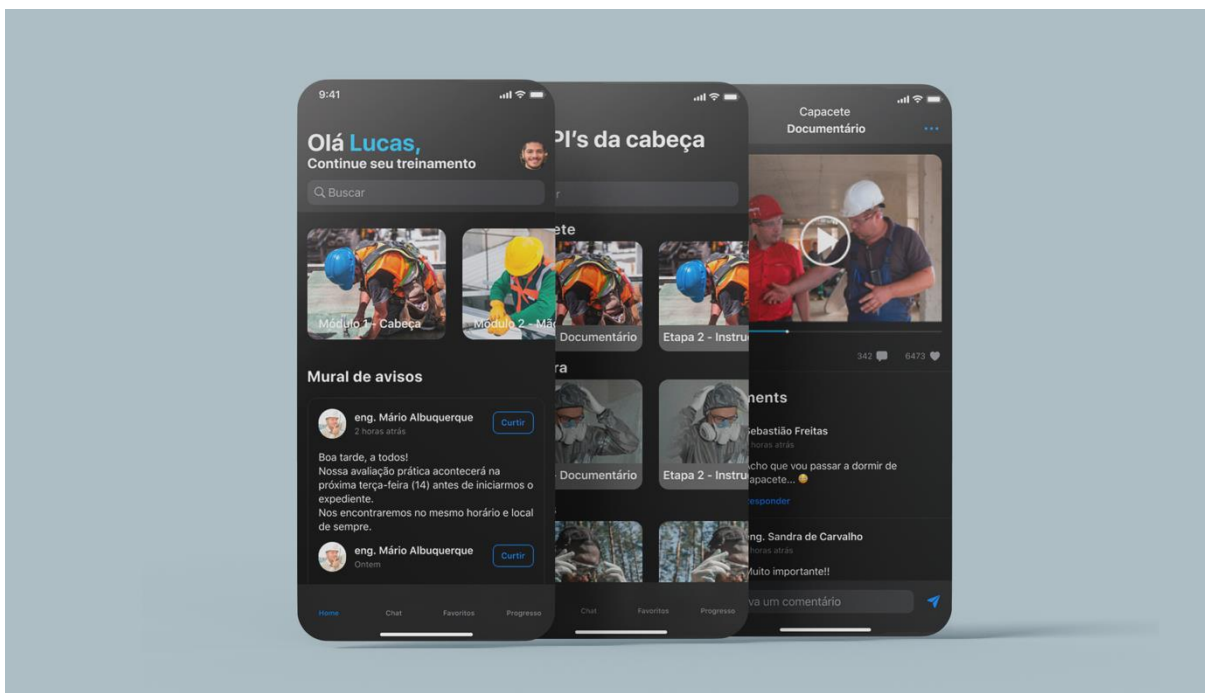
O período médio necessário para o treinamento básico é de 5 horas, mais o tempo das avaliações práticas. Esse período pode estender-se a depender do período de treinamento prático requerido pela empresa, até atingir o período máximo que corresponde à validade do contrato com a empresa empregadora.

6 PLATAFORMA DIGITAL (APP)

A partir dos tópicos, foram estabelecidos roteiros e dos roteiros aulas. Nesse momento, para que o treinamento pudesse ser distribuído para usuários de qualquer lugar do mundo, com o mínimo repertório de habilidades de interação com tecnologia possível, fora desenvolvido uma plataforma digital, voltada para o uso *mobile*⁴. A interface utilizada pelo usuário é apresentada em três abas que serão demonstradas detalhadamente a seguir.

Conforme a figura 3 exemplifica, a interação acontece de forma simplificada. Com poucas informações por tela, a resistência na adesão por parte dos trabalhadores é menor a cada iteração.

Figura 4 – Demonstração das interfaces gráficas do usuário



Fonte: Autores.

⁴ De uso móvel; voltado para o consumo sem a necessidade de estabelecimento fixo no local. Associado ao uso de smartphones (celulares), tablets e outros dispositivos móveis.

6.1 INTERATIVIDADE NA PLATAFORMA

O primeiro acesso inicia com a autenticação do usuário. Para minimizar atritos na memorização de credenciais, além de resgates de senhas, optou-se pela autenticação através de *magic link* – do inglês: link mágico. De forma simplificada, a tecnologia aplicada permite que o usuário comprove sua identidade em um clique. Para que seja autorizado, o usuário deve acessar o e-mail enviado ao seu próprio endereço eletrônico de cadastro e clicar no botão contido na mensagem. A partir do primeiro acesso, o usuário não necessita de nova autenticação, caso permaneça usando o mesmo aparelho do primeiro acesso.

Nos acessos subsequentes, o funcionário é redirecionado à página principal do aplicativo, exemplificada na figura 4.

Nessa página estão contidos:

- a) Atalhos para a continuidade dos últimos módulos acessados, mas não finalizados;
- b) Aba de busca, para simplificar ainda mais a navegação e possibilitar o rápido acesso a aulas ou módulos específicos;
- c) Mural de avisos, no qual o supervisor do treinamento pode deixar lembretes e mensagens para os funcionários em treinamento;
- d) Outros atalhos, para facilitar o acesso a outros pontos de interesse do aplicativo.

Ao selecionar um módulo, o estudante é direcionado à uma nova tela (figura 5, imagem à esquerda), onde encontra as aulas contidas naquele módulo e possui acesso rápido às duas abas de cada aula: documentário e vídeo de instrução técnica.

Após a seleção do módulo a ser estudado, ocorre um novo redirecionamento. Dessa vez, para a tela de reprodução (figura 5, imagem à direita).

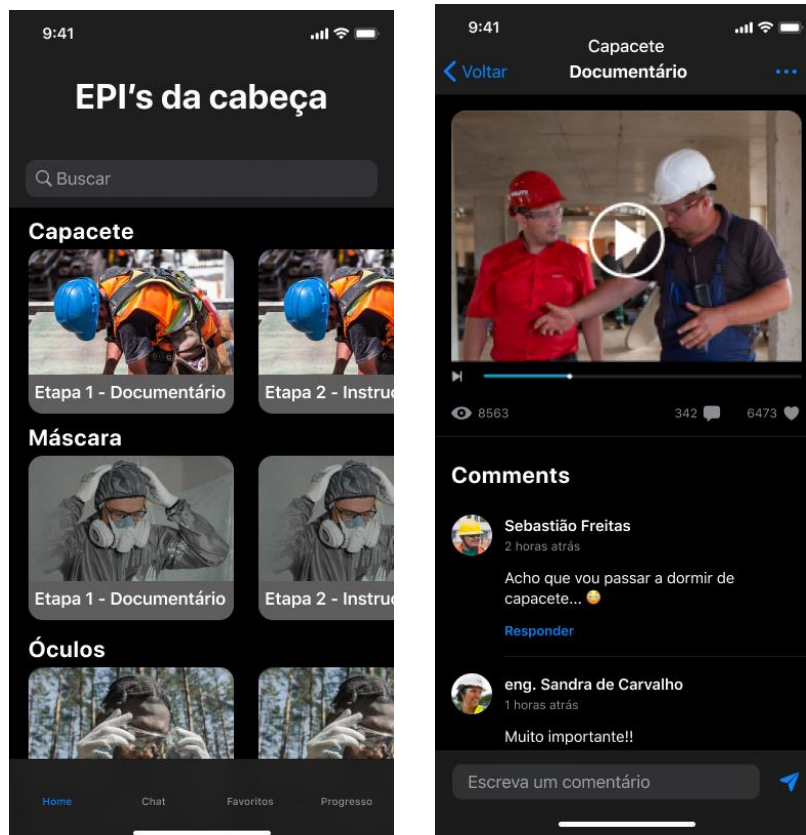
Na tela de reprodução, além dos atalhos de acesso rápido, também é disponibilizada uma aba de comentários reservada apenas para funcionários de uma mesma organização. Permitindo, assim uma maior integração entre os trabalhadores que estão participando de uma mesma turma do treinamento.

Figura 4 – Aba principal do aplicativo



Fonte: Autores.

Figura 5 - Abas internas do aplicativo



Fonte : Autores.

6.2 MODELO DE NEGÓCIO

Ainda é ilusório esperar que, mesmo sendo um treinamento obrigatório, os colaboradores realizem uma busca ativa pelo produto. Portanto, o modelo de vendas escolhido é de contato ativo, no qual o time de vendas da empresa faz contato com prospectos para agendar reuniões individuais para a exposição do produto. Sendo, portanto, *business-to-business*⁵ (b2b) o modelo de negócios escolhido.

Os prospectos contratados são, preferencialmente, os responsáveis pela CIPA da empresa ou o engenheiro gestor da obra.

A aquisição de prospectos é feita através de anúncios pagos veiculados no Google AdWords, Facebook Ads e de forma orgânica, através de marketing de conteúdo veiculado nas páginas da empresa no Instagram, Facebook, Youtube e mala direta via e-mail.

Após a aquisição dos prospectos, é agendada uma reunião preferencialmente remota – mais uma vez para proporcionar a escala exigida pelo produto digital. Nessa reunião são abordados o conteúdo contemplado pelo treinamento, o formato de avaliação utilizado, o formato de entrega dos conteúdos, cadastro e autenticação dos funcionários, precificação e período de vigência do contrato. Esse contato é essencial para averiguar o real interesse do cliente no produto e esclarecer todas as informações necessárias para auxiliar o cliente a firmar o contrato.

Por ser atrelado ao número de funcionários, a precificação é estimada no próprio local, estando aberto, inclusive um breve período de testes da plataforma por parte dos prospectos.

O contrato possui duração mínima de 1 mês, no qual uma taxa fixa mensal é cobrada da empresa, conforme o número de funcionários a serem habilitados no período.

Estão contemplados pelo contrato:

- a) Suporte ao contratante;
- b) Plataforma digital descentralizada (aplicativo);
- c) Avaliação presencial dos habilitados (frequência e duração conforme contratado);

⁵ A venda ocorre quando a startup firma contratos diretamente com a empresa que emprega os funcionários.

d) Treinamento expresso dos supervisores da empresa.

Uma vez demonstrado o interesse do cliente em firmar o contrato, é realizada a coleta das informações necessárias para assegurar juridicamente o cumprimento das obrigações fiscais e financeiras de ambas as partes. Após isso, a transferência de fundos da contratante para a contratada, e assim, dá-se o processo de cadastro, liberação de acesso, a breve habilitação dos responsáveis locais para a supervisão adequada do treinamento e, uma vez iniciado o treinamento, as avaliações já podem ser agendadas pelo supervisor.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise do cenário atual, o presente trabalho analisou os pontos de melhoria dos modelos de treinamento, na perspectiva de um mercado de necessidade crescente, além de modelar uma solução de modo que fosse satisfatória do ponto de vista de escala e viabilidade.

Através dos estudos utilizados para a fundamentação da problemática, concluiu-se que a única solução que garantiria a escala necessária, utilizaria como premissa o modelo de treinamento remoto, no qual o treinando é orientado através de vídeos. Concluiu-se, ainda, que a aferição das habilidades práticas deve ser atestada de forma presencial, através de provas práticas.

Entendeu-se que, apesar do contato constante dos trabalhadores com os equipamentos de proteção, muitos ainda se sentem desconfortáveis ou inabilitados para realizar o seu uso de forma correta. Desse modo, o modelo de negócio estabelecido como solução, modelou uma forma de interação usuário-plataforma que promoveu a autonomia do trabalhador, uma vez que permite a visualização e repetição dos processos quantas vezes forem necessárias.

Através da aplicação do modelo supracitado, é esperada uma redução ainda mais significativa do número de acidentes na construção civil, por meio dos resultados retornados dos investimentos, além da expansão dos modelos de treinamento remoto para outros setores da indústria que carecem de soluções eficientes.

Por meio de sua aplicação, é esperado a disseminação da mentalidade prevencionista na indústria brasileira, que retornará seus investimentos em saúde,

qualidade de vida do trabalhador e aumentos na lucratividade do setor, através da redução dos tão onerosos afastamentos por acidentes.

Dessa forma, tanto a sociedade quanto o setor privado serão beneficiados ao lutarem pela capacitação e pela promoção de melhores condições de trabalho, ao se posicionarem contra situações de trabalhos que não contem com a promoção da segurança do empregado como um pilar.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, J. K., 2021. *Jota Jota Podcast 34: João Kepler*. Acesso em: 09 Julho 2021.
- BRASIL, 2018. *NR 6 - Equipamento de proteção individual - EPI*. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06.pdf>> Acesso em 14 setembro 2021.
- BOWDEN, S. L. et al. Mobile ICT support for construction process improvement. **Automation in Construction**, 15, September 2006. 664-676.
- CERATTO, R. et al. Tecnologia de informação para monitorar requisitos de saúde e segurança de trabalho no sistema produtivo da construção civil. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Curitiba, n. XXXVI, 07 Outubro 2014.
- CHEN, Y.; DR. KAMARA, J. A framework for using mobile computing for information management on construction sites. **Automation in Construction**, 20, 01 November 2011. 776-788.
- COSTA, C. S. A. P.; MICHALOSKI, A. O. A survey of IT use by small and medium-sized construction companies in a city in Brazil. **ITcon**, 15, December 2010. 369-390.
- DELTA PLUS. EPIS. **DeltaPlus**, 23 mar. 2019. Disponível em: <<https://deltaplusbrasil.com.br/blog/7-epis-para-construcao-civil-que-sao-extremamente-necessarios/>>. Acesso em: 29 Setembro 2021.
- DICTIONARY, C. BENCHMARK. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/benchmark> >. Acesso em: 09 set 2021. >. Acesso em: 09 SEPTEMBER 2021.
- EDITOR DA EQUIPE WIKIHOW. Pt Wiki How. **Wiki How**. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Limpar-Protetores-Auriculares>>. Acesso em: 28 Setembro 2021.
- MARTINS, P. H. C., 2017. *Repositório digital UNICESUMAR*. Disponível em: <<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/315>> Acesso em 20 Setembro 2021.

PEREIRA, L. L.; AZEVEDO, B. F. D. O Impacto da Pandemia na Construção Civil: O Papel da Gestão no Cenário Atual. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 20, set 2020. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/519/326>>. Acesso em: 08 set 2021.

PREVIDÊNCIA, 2019, 2018, 2016, 2014. *Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho 2018*. Disponível em: <<https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/dados-de-acidentes-do-trabalho>>. Acesso em 08 setembro 2021.

SANTANA, V. S. et al. Rev Saúde Pública. **Acidentes de trabalho: custos previdenciários e dias de trabalho perdidos**, n. 40, JULHO 2006. 1004-12. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/FhcxwZVjRCmWDySm4gxdPRh/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 10 set 2021.

SPERANDIDO, K. P. et al. Análise dos principais problemas da construção civil durante a pandemia do coronavírus no Brasil. **Noite acadêmica**, 1, 2021. Disponível em: <<http://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/noiteacademica/article/view/2717>>. Acesso em: 08 set 2021.

FERRAMENTA 5S: APLICAÇÃO EM UMA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE PILATES

Raul Vítor Bezerra Carvalho
Jefferson Pereira Ribeiro
Karla Lúcia Batista Araújo

RESUMO

Com o mercado em constante crescimento competitivo é necessário que as organizações de serviços busquem soluções para aumentar a qualidade no ambiente de trabalho, pois é determinante para a evolução da empresa e para satisfação dos clientes. Com isso, através de pesquisas bibliográficas e um estudo de caso sobre os conceitos da ferramenta 5S e sua aplicabilidade, este trabalho se desenvolveu, com objetivo de melhorar a organização no ambiente de trabalho, estabelecer uma padronização de atendimento para com todos os clientes e uma mudança de cultura dos colaboradores em relação à organização e limpeza, com isso aperfeiçoando na utilização da ferramenta 5S. Iniciando-se por uma contextualização breve do que é o serviço, como também, uma conceituação do que é a qualidade e sua evolução histórica, seguindo por uma descrição da ferramenta 5S e sua aplicação. Finalizando com um estudo de caso em um estúdio de Pilates e concluindo com as melhorias conquistadas após a utilização do método.

Palavras-chave: Qualidade. Melhoria. Padronização.

ABSTRACT

With the Market in constant competitive growth, it is necessary for service organizations to seek solutions to increase quality in the work environment, as it is decisive for the evolution of the company and for customer satisfaction. With this, through bibliographic research and case study on the concepts of the 5S tool and its applicability, this work was developed, with the objective of improving the organization in the work environment, establishing a standardization of service for all customers and a changing the culture of employees in relation to organization and cleanliness, thus improving the use 5S tool. Starting with a brief contextualization of what the service is, as well as a conceptualization of what quality is and its historical evolution, followed by a description of the 5S tool and its application. Ending with a case study in a Pilates studio and concluding with the improvements achieved after using the method.

Keywords: Quality. Improvement. Standardization.

1 INTRODUÇÃO

O setor de serviços aumenta cada vez mais sua importância na economia global. Tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento o setor vem ocupando cada vez mais o espaço que antes pertencia à agropecuária e à indústria (VALOTTO, 2010). Estima-se que 70% do PIB da economia global é representado pelo setor de serviços.

Para conseguir competir nesse cenário de forte concorrência o setor de serviços passou a buscar alternativas para aumentar sua excelência operacional, reduzir custos, minimizar desperdícios e melhorar a qualidade do serviço, a fim de conseguir vantagens competitivas para com os concorrentes.

Dito isso, este trabalho, através de pesquisas bibliográficas e um estudo de caso, abordou a aplicabilidade da ferramenta 5S a uma prestadora de serviços, que no caso é um Estúdio de Pilates. Iniciou-se conceituando o que é serviços, suas características e sua importância econômica, seguindo por uma contextualização do que é qualidade e sua evolução histórica, depois descrevendo o que é a ferramenta 5S e sua aplicabilidade, encerrando com um estudo de caso em um Estúdio de Pilates.

O setor de serviços tem seu desempenho avaliado constantemente pelo consumidor, com isso todos os esforços são necessários para satisfação do cliente, elevando-se sempre o nível de serviço prestado. Para conseguir atingir esses níveis de satisfação e se manter ativa no mercado, a organização prestadora de serviços pode aplicar o Programa 5S, como ferramenta, para melhorar a organização do local de atendimento, para definir um padrão de atendimentos e aumentar a excelência operacional, resultando em uma maior satisfação dos clientes.

O Programa 5S surgiu no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, na década de 50, quando o professor Kaoro Ishikawa desenvolve o método a fim de combater o desperdício. Após, os grandes resultados obtidos com o Programa, a ferramenta passa a ser utilizada por diversos países do mundo. O 5S aborda cinco sentidos: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke, que respectivamente significam: Utilização, Organização, Limpeza, Padronização e Disciplina. A Ferramenta 5S é a base do conceito de Qualidade Total, que é uma estratégia que tem como objetivo gerar a consciência da qualidade em todos os processos da empresa.

Conforme Calliari (2011), a busca pela qualidade no ambiente de trabalho vem ganhando espaço em empreendimentos que permanecem em constante e crescente desenvolvimento, como etapa fundamental para alcançar o sucesso, de forma a trazer benefícios para a empresa e seus produtos.

Com isso, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma implementação da ferramenta 5S em um estúdio de Pilates, trazendo qualidade para o ambiente de trabalho e gerando satisfação nos funcionários e clientes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SERVIÇOS

Nos tópicos seguintes serão apresentados conceitos, definições e características de serviços, como também o seu papel de importância na economia.

2.1.1 Definições e características.

Existem diversos conceitos e definições para serviços. Conforme Gronroos (1995), Serviço é uma atividade ou uma série de atividades de natureza mais ou menos intangível que normalmente, mas não necessariamente, ocorre em interações entre consumidores e empregados de serviços e/ou recursos físicos ou bens e/ou sistemas do fornecedor do serviço, que são oferecidos como soluções para os problemas do consumidor.

Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2006), um serviço é uma experiência perecível, intangível, desenvolvida para um consumidor que desempenha o papel de coprodutor. Os serviços apresentam quatro características básicas, que são a intangibilidade, a inseparabilidade, a perecibilidade e a variabilidade.

A intangibilidade, segundo Hoffman e Bateson (2003), é a característica peculiar dos serviços, o que torna incapazes de serem tocados ou sentidos da mesma que os bens físicos. Com essa característica, os consumidores buscam evidências que possam comprovar a qualidade dos serviços prestados.

A simultaneidade ou a inseparabilidade é pelo fato de que os serviços são produzidos e consumidos, na maioria das vezes no mesmo momento, fazendo com que ocorra uma forte interação entre fornecedor e cliente. Já a perecibilidade é uma característica desafiadora do setor de serviços, visto que serviços não podem ser estocados, o que torna um grande desafio para as empresas que possuem uma demanda instável. Outra característica, a variabilidade, é alta no setor de serviços, pois depende do cliente e de quem executa o serviço, com isso se faz necessário a utilização de ferramentas para minimizar essa variabilidade e garantir a qualidade do serviço prestado.

2.1.2 O Papel dos serviços na economia.

Segundo, Fitzsimmons e Fitzsimmons (2006), no início do século XX apenas três a cada dez americanos trabalhavam no setor de serviços, porém por volta de 1950 esse número aumentaria para 50%. Hoje, estima-se que a cada dez trabalhadores americanos oito são empregados no setor de serviços. Porém, esse crescimento do setor de serviços atinge nível global. Tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento o setor vem ocupando cada vez mais o espaço que antes pertencia à agropecuária e à indústria (VALOTTO, 2010).

Para Kon (1992), existe uma mudança na estrutura produtiva que torna o setor de serviços, tanto no que se refere a sua participação no PIB, quanto na geração de empregos. O setor de serviço é responsável por um crescimento substancial do PIB global ao logo dos anos, por volta de 1970, o setor de serviços representava cerca de 54% do PIB, hoje esse número atinge a marca de 70% do PIB global.

Segundo Rena (2014), o setor de serviços passou elevar sua participação na economia brasileira, por volta de 1980. Segundo Della Rosa (2020), setor de serviços é o mais importante da economia brasileira, sendo responsável por 70% do PIB nacional, com 67,5% da mão de obra nacional destinada ao setor de serviços.

2.2 PILATES

O Pilates surgiu por volta de 1920, técnica desenvolvida por um alemão chamado Joseph Pilates. Para Pilates (1998), o método é o controle de todos os movimentos musculares do corpo. Sendo a correta aplicação e utilização dos princípios de força que se aplicam aos ossos do esqueleto, com um completo conhecimento dos mecanismos funcionais do corpo.

Conforme Siler (2008), o Pilates é um método de condicionamento físico de sistema único de exercícios de fortalecimentos e alongamentos, melhora a postura, tonifica músculos, dá equilíbrio e flexibilidade, unindo corpo e mente resultando em um corpo mais delineado.

O Pilates chegou no Brasil nos anos 90, através de Alice Becker, é praticado por pessoas de todas as idades. Segundo Cortez (2019), em pesquisa realizada um fabricante de aparelhos de Pilates, a MetaLife, estima-se que o Brasil possui mais de 45 mil estúdios.

Com isso, para o estúdio se manter ativo no mercado, diferenciando-se positivamente da concorrência, o zelo com a qualidade do serviço prestado deve ser trabalhado e melhorado constantemente.

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são utilizadas pelas empresas para o levantamento, registro e interpretação de dados, com isso os problemas de uma organização podem ser enxergados de forma analítica como também tratados de forma mais específicas, solucionando as causas raízes.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) as ferramentas clássicas da qualidade têm como objetivo auxiliar e contribuir com à gerência na tomada de decisões para a resolução de problemas ou melhorar situações.

Dentre as diversas ferramentas da qualidade, sete se destacam por apresentarem grandes resultados quando utilizadas, são elas: Fluxograma, Cartas de Controle, Diagrama de Ishikawa, Folha de Verificação, Histograma, Diagrama de Dispersão e Diagrama de Pareto. Abaixo, descrevemos todas as ferramentas de forma breve. No próximo tópico será abordado o Programa 5S, no qual esse serve como base para aplicação das ferramentas citadas acima.

2.4 PROGRAMA 5S.

O Programa 5S, surge no Japão, após a Segunda Guerra Mundial na década de 50, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa. Segundo Ribeiro (2006), após a Segunda Guerra Mundial, muitos países ficaram destruídos, entre eles o Japão, conforme o mesmo autor, a capacidade de investimento do Japão era bem pequena comparada aos países da América do Norte em especial os Estados Unidos. Com isso, conforme Ribeiro (2006), o governo japonês concentrou-se em difundir os conceitos de Qualidade nas suas indústrias, podendo melhorar assim a qualidade dos produtos.

Para Silva (1994), o Programa 5S equivale ao “jardim de infância” da Qualidade Total. O programa prepara um caminho para o sistema de gestão da qualidade e da produtividade, abordando e agindo sobre o ambiente físico e social. O mesmo Autor ainda diz que o programa tem caráter universal, e pode ser aplicado em todas as

organizações públicas ou privadas, integradas ou não, em programas mais abrangentes de qualidade e produtividade.

Conforme Vanti (1999), o Programa 5S, tem origem nas iniciais das palavras japonesas, Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitsuke. Traduzindo para o português, respectivamente, como os sentidos de utilização, organização, limpeza, saúde e Autodisciplina, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Os 5 sentidos.



Fonte: Kawanami (2015).

Segundo Vanti (1999), não só a qualidade, esta ferramenta objetiva também satisfazer o cliente, motivar seus colaboradores, melhorar o ambiente de trabalho, bem como, economizar os recursos que estejam escassos, e tudo isso com baixo custo de investimento com retorno em curto prazo e alto em relação a produtividade e qualidade. Na tabela 1 são apresentados os 5 sentidos e os seus respectivos significados.

Tabela 1: Os 5 sentidos.

SENDO (EM JAPONÊS)	SIGNIFICADO	OBJETIVO
SEIRI	UTILIZAÇÃO	Eliminar o que não é útil separando o necessário do desnecessário e descartando o que for supérfluo
SEITON	ORGANIZAÇÃO	Organizar o ambiente de trabalho arrumando as coisas nos seus lugares adequados para uso
SEISOU	LIMPEZA	Cuidar da limpeza e higiene do ambiente de trabalho

SEIKETSU	PADRONIZAÇÃO	Elaborar padrões e procedimentos a serem seguidos em relação ao definido nos 3S anteriores (utilização, organização e limpeza)
SHITSUKE	DISCIPLINA	Incorporar no dia a dia os padrões e procedimentos definidos se comprometendo em manter os sentidos na rotina de trabalho

Fonte: Ferramentasdaqualidade.org/5s (2018) – Adaptado.

2.4.1 Benefícios do Programa 5S.

O programa 5S pode ser aplicado a qualquer tipo de empresa, trazendo benefícios diversos para organização, possuindo também um grande fator positivo que é a sua facilidade de aplicação, seja em qualquer setor ou nível hierárquico.

Campos (2004), afirma que o Programa 5S, não é apenas uma ferramenta de limpeza, mas uma nova maneira de conduzir a empresa, gerando ganhos significativos de produtividade. Abaixo temos alguns benefícios conquistados com a implantação do Programa 5S:

- Ambiente de trabalho seguro e agradável;
- Organização do ambiente;
- Prevenção de acidentes;
- Padronização;
- Redução de perdas;
- Envolvimento da equipe;

Após a descrição dos 5 sentidos e os benefícios da aplicação do Programa 5S, seguimos para o estudo de caso em prestadora de serviços que é um estúdio de Pilates.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente trabalho utilizou-se de uma metodologia de pesquisa um caso exploratório, iniciando-se por uma contextualização bibliográfica do conceito de serviços e sua importância econômica, visto que o estudo de caso foi aplicado em uma prestadora de serviços que é um estúdio de Pilates, seguindo por uma

contextualização bibliográfica do que é Qualidade e a ferramenta 5S, formando uma base conceitual para o presente estudo de caso.

Para Yin (2005), o estudo de caso se caracteriza por ser um estudo detalhado, fornecendo conhecimentos profundos. Segundo o mesmo Autor, o estudo de caso é uma metodologia que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto.

3.2 LOCAL DE ESTUDO

O estúdio de Pilates que se aplicou um estudo de caso fica localizado em Fortaleza - CE, mais precisamente na Rua 1141, 186, Bairro Conjunto Ceará. O período de análise para a realização do estudo de caso foi nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2021.

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu com todos da empresa, independente de nível hierárquico. Através de um Roteiro de Observação, com estudo em três áreas: Pessoas, Empresa e Processo. (APÊNDICE A).

Com os clientes a coleta de dados se deu através de uma pesquisa de satisfação. (APÊNDICE B).

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Com análise de dados vem a necessidade da estruturação da implantação da ferramenta 5S, a fim de solucionar os problemas e queixas levantados, buscando melhorar o ambiente de trabalho, padronizar os atendimentos aos clientes, evitar desperdícios e construir uma cultura de melhoria contínua.

3.5 ETAPAS DO ESTUDO DE CASO

As etapas do estudo de caso e implantação do Programa 5S ocorreram da seguinte forma (Figura 2):

- 1ª Etapa – Identificação dos problemas: Nessa etapa inicial foram analisados os dados obtidos através das respostas adquiridas no Roteiro de Observação e nas Pesquisas de Satisfação respondidas pelos clientes do estúdio de Pilates. Com isso,

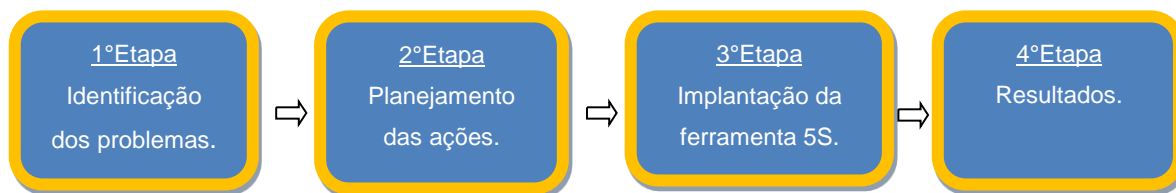
foi gerada a demanda de problemas a serem solucionados pela implantação do Programa 5S.

- 2ª Etapa – Planejamento das ações: Esta etapa se dar através das necessidades que surgiram, após a análise das respostas da 1ª etapa. As ações foram planejadas de acordo com a natureza dos problemas.

- 3ª Etapa – Implantação da ferramenta 5S: Nessa etapa de implantação da ferramenta 5S são realizadas as ações de solução para cada problema identificado, logo buscando obter as melhorias desejadas com as mudanças realizadas.

- 4ª Etapa – Resultados: Avaliar os resultados obtidos, comparando-os com o cenário anterior as ações da aplicação da metodologia 5S. Criar uma cultura de melhoria contínua em todos os setores da empresa.

Figura 2-Etapas para implantação da metodologia 5S.



Fonte: Autores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Os serviços oferecidos pelo estúdio de Pilates em estudo são aulas de atividades físicas da metodologia Pilates. O estúdio conta com 4 funcionários, que são eles: uma recepcionista, uma zeladora e duas fisioterapeutas.

O estúdio funciona das 6 horas e 30 minutos até as 20 horas e 30 minutos, de segunda a sexta, as aulas têm duração de 50 minutos.

Esse horário é dividido em dois períodos:

- Período A: Inicia-se as 6 horas e 30 minutos as 12 horas e 30 minutos (5 turmas).
- Período B: Inicia-se as 14 horas e 30 minutos as 20 horas e 30 minutos (6 turmas).

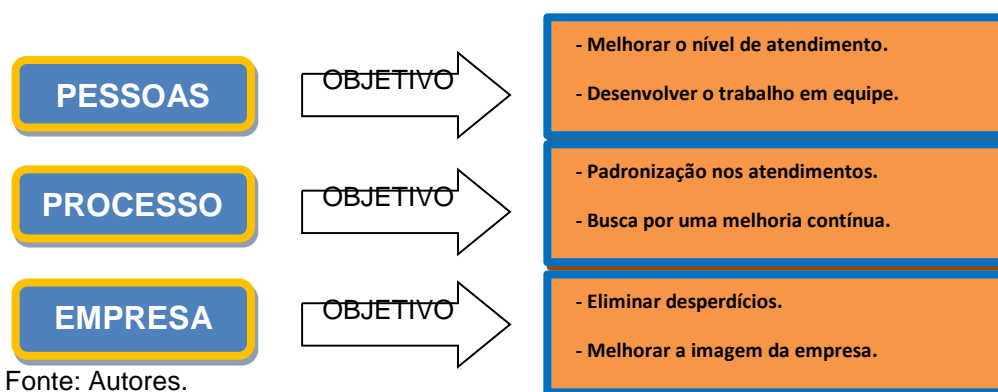
O horário dos funcionários é da seguinte forma:

- Zeladora: 06 horas as 15 horas.
- Recepcionista: 08 horas as 18 horas.
- Fisioterapeuta A: 06 horas e 30 minutos as 12 horas e 30 minutos.
- Fisioterapeuta B: 14 horas e 30 minutos as 20 horas e 30 minutos.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO

Com a utilização do Roteiro de Observação foram colhidas as informações da situação atual da empresa, com estudo de três áreas com os objetivos desejados, conforme a ilustração abaixo mostra (Figura 3):

Figura 3 Objetivos de cada área.



Como citado acima, a figura mostrou os objetivos desejados por cada área, nos próximos tópicos foram descritos os problemas levantados por cada área através das respostas ao Roteiro de Observação.

5.2.1 Pessoal

Neste tópico mostrou-se os problemas da empresa em relação às pessoas, a partir do Roteiro de Observação. Na Tabela 2 foram identificadas as seguintes queixas:

Tabela 2 Problemas identificados na área pessoal.

ÁREA	PROBLEMAS OBSERVADOS
PESSOAL	Ausência de uma filosofia de trabalho em equipe.
	Falta de disciplina no cumprimento das normas.
	Pouco interesse por mudança de cultura e por uma filosofia de melhoria contínua.

Fonte: Autores.

5.2.2 Processo

Agora neste tópico mostrou-se os problemas da empresa em relação aos processos, a partir do Roteiro de Observação. Na Tabela 3 foram identificadas as seguintes queixas:

Tabela 3 Problemas identificados nos processos.

ÁREA	PROBLEMAS OBSERVADOS
PROCESSO	Ausência de checklists, para limpeza e para organização na troca de turno.
	Falta de treinamento dos funcionários.
	Ausência de padronização nos atendimentos.

Fonte: Autores.

5.2.3 Empresa

Para este tópico mostrou-se os problemas da empresa de uma forma mais geral, a partir do Roteiro de Observação. Na Tabela 4 foram identificadas as seguintes queixas:

Tabela 4: Problemas identificados na empresa de forma geral.

ÁREA	PROBLEMAS OBSERVADOS
EMPRESA	Falta de elaboração de normas padrões.
	Ausência de qualidade de alguns fornecedores.
	Avaliação do atendimento praticamente inexistente.

Fonte: Autores.

5.2.4 Clientes

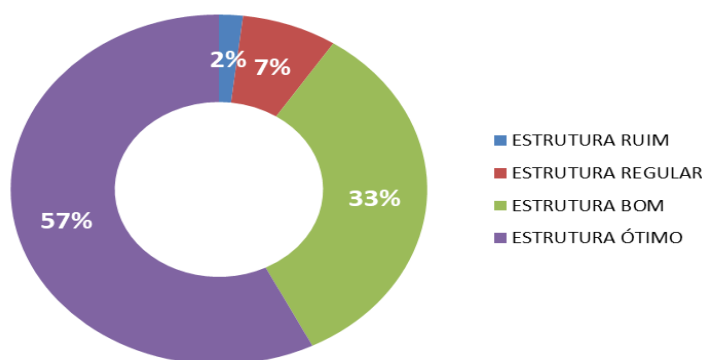
Como falado acima, um dos problemas relatados no Roteiro de Observação é uma avaliação quase inexistente dos atendimentos do estúdio, com isso foi realizado uma pesquisa de satisfação (APÊNDICE B), a fim de descobrir o nível de satisfação dos clientes, quanto à estrutura, higiene e atendimento, fazendo com que surgissem novas oportunidades de melhorias.

O estúdio conta com 54 clientes e todos contribuíram com a pesquisa, revelando os seguintes resultados apresentados na Figura 4.

Os clientes sugeriram algumas melhorias quanto a estrutura do estúdio de Pilates, citamos essas abaixo:

1. Reforma e renovação da pintura das paredes.
2. Melhoria da iluminação da recepção e do espaço de atendimentos.
3. Manutenção no ar-condicionado, pois está gerando ruído.

Figura 4: Avaliação quanto a estrutura.

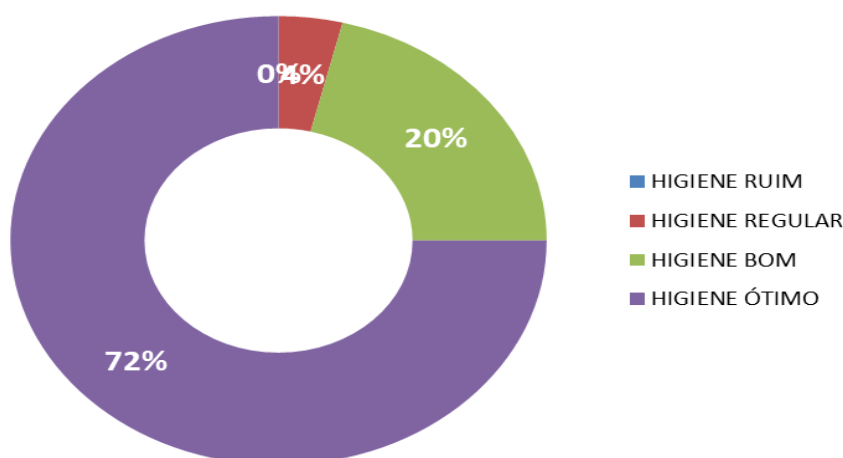


Fonte: Autores.

No quesito higiene o estúdio apresentou bons números (Figura 5), porém alguns clientes sugeriram melhorias nesse sentido, como mostramos abaixo:

- 2 Melhorar e agilizar a limpeza no intervalo entre as aulas.
- 2 Melhorar a limpeza exterior. (calçada, escada e rampa de acesso).

Figura 5: Avaliação quanto a higiene.

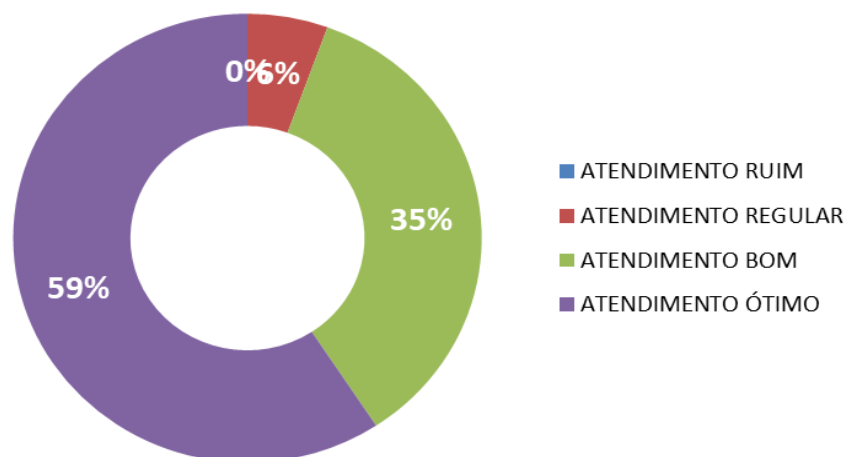


Fonte: Autores.

Para o atendimento (Figura 6) surgiram algumas oportunidades, pois surgiram algumas sugestões dos clientes, como listamos abaixo:

1. Padronizar o atendimento nos dois turnos, pois quando um cliente precisa repor uma aula em outro turno nota-se diferença. (Cordialidade e didática).
2. Organização melhor dos arquivos (fichas e monitoramentos de alunos) na recepção, pois por algumas vezes tem dificuldade ou pouca agilidade para encontrar tais documentos.

Figura 6: Avaliação quanto ao atendimento.



Fonte: Autores.

Com as oportunidades de melhoria descritas acima, seguimos para a próxima etapa desse trabalho, o Plano de Ação.

5.3 PLANO DE AÇÃO

Após a descrição dos problemas em cada área do estúdio de Pilates, surgem as necessidades de ações, para conseguir implantar o Programa 5S, a fim de conquistar as melhorias desejadas.

O plano de ação para a implantação da ferramenta 5S iniciou-se com uma reunião entre todos os funcionários para uma apresentação do que era a ferramenta 5S e os bons resultados conquistados com sua aplicação, após essa apresentação foi mostrado os resultados do Roteiro de Observação e da Pesquisa de Satisfação com os clientes e em seguida foi aberto um espaço para uma discussão entre todos.

Foi dado para cada funcionário um texto explicativo do que era o Programa 5S (APÊNDICE C), para que todos se familiarizassem com a ferramenta e posteriormente iniciar as etapas de implantação.

5.4 ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS DO PROGRAMA 5S

As etapas de implementação das melhorias da ferramenta 5S se dá após o levantamento de dados sobre a situação de cada área, pessoas, processos e empresa, como também pela avaliação dos clientes, mostrando as necessidades de melhorias de desempenho e organização.

A primeira etapa de implementação da ferramenta 5S se dá na área pessoal, seguindo uma ordem dos cinco sentidos (uso, organização, limpeza, padronização e disciplina), como mostra a tabela 5:

Tabela 5: Melhorias na área pessoal.

PESSOAL		
SENSO	TRADUÇÃO	MELHORIA
SEIRI	USO	Funcionários aptos às melhorias.
SEITON	ORGANIZAÇÃO	Cada funcionário é responsável pela organização do seu ambiente de trabalho.
SEISO	LIMPEZA	Manter o ambiente sempre limpo (Checklist de limpeza - Apêndice C).
SEIKETSU	PADRONIZAÇÃO	Uso de farda e EPI necessários. Cordialidade e interação.
SHITSUKE	DISCIPLINA	Seguimento das normas (Apêndice D), manter os padrões, realizar os checklists.

Fonte: Autores.

A segunda etapa de implementação da ferramenta 5S, se deu na área de processos, seguindo a mesma ordem dos cinco sentidos, como mostra a tabela 6:

Tabela 6: Melhorias área de processo.

PROCESSO		
SENSO	TRADUÇÃO	MELHORIA
SEIRI	USO	Uso dos checklists
SEITON	ORGANIZAÇÃO	Manutenção de todos os ambientes organizados, como também instrumentos e aparelhos de trabalho.
SEISO	LIMPEZA	Limpeza do ambiente em cada intervalo de aula, conforme Checklist (Apêndice C)
SEIKETSU	PADRONIZAÇÃO	Criação dos checklists, treinamento dos funcionários. Padronização em todos turnos e setores.
SHITSUKE	DISCIPLINA	Auditar os padrões de limpeza e organização (APÊNDICE E). Manter o nível de atendimento em todas as aulas.

Fonte: Autores.

A terceira etapa da implementação da ferramenta 5S, ocorreu na empresa de uma forma geral, continuando a seguir a ordem dos 5 sentidos, como mostra a tabela 7:

Tabela 7: Melhorias na empresa.

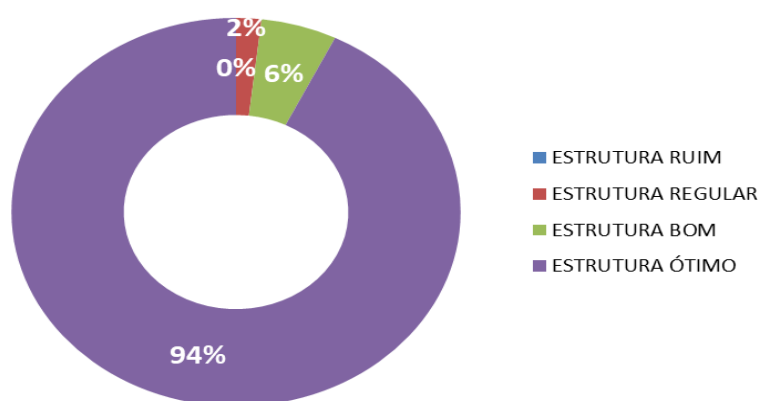
EMPRESA		
SENSO	TRADUÇÃO	MELHORIA
SEIRI	USO	Insumos de qualidade e renovação dos aparelhos
SEITON	ORGANIZAÇÃO	Criação nas normas (Apêndice D) de atendimento
SEISO	LIMPEZA	Limpeza interna e externa do estúdio mantido a todo momento.
SEIKETSU	PADRONIZAÇÃO	Estrutura e aparelhos sempre em manutenção preventiva, garantindo um padrão estrutural.
SHITSUKE	DISCIPLINA	Avaliação constante da empresa quanto, a estrutura, higiene e atendimento.

Fonte: Autores.

5.4.1 Avaliação dos clientes.

Após a aplicação do Programa 5S foi realizada uma nova pesquisa com os clientes, comprovando que os objetivos de melhorias da empresa, principalmente nos aspectos de atendimento, de higiene e de estrutura, foram atingidos, conforme mostram os gráficos 7,8 e 9.

Figura 7-Satisfação com a estrutura.

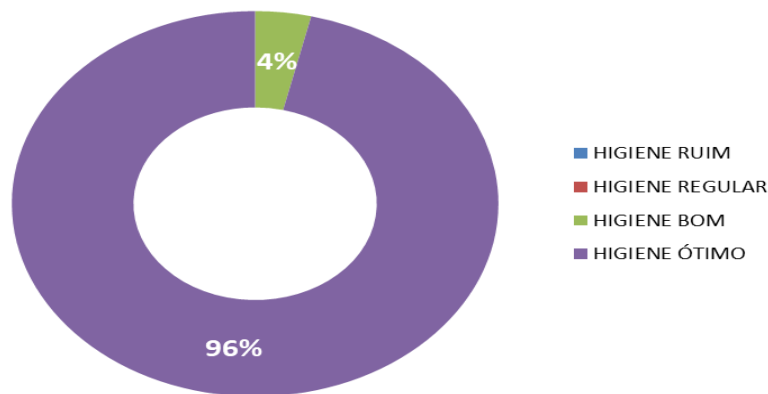


Fonte: Autores.

A nova pesquisa de satisfação realizada com os clientes mostrou uma melhoria bastante significativa no quesito estrutura, onde na primeira pesquisa apenas 57% dos clientes classificavam a estrutura como ótima, porém após a aplicação da

ferramenta 5S na qual ocorreram ações de melhoria de limpeza, ações de manutenção nos aparelhos e instrumentos, como também pintura e reformas estruturais, o percentual de classificação ótima subiu para 94%.

Figura 8: Satisfação com a higiene.

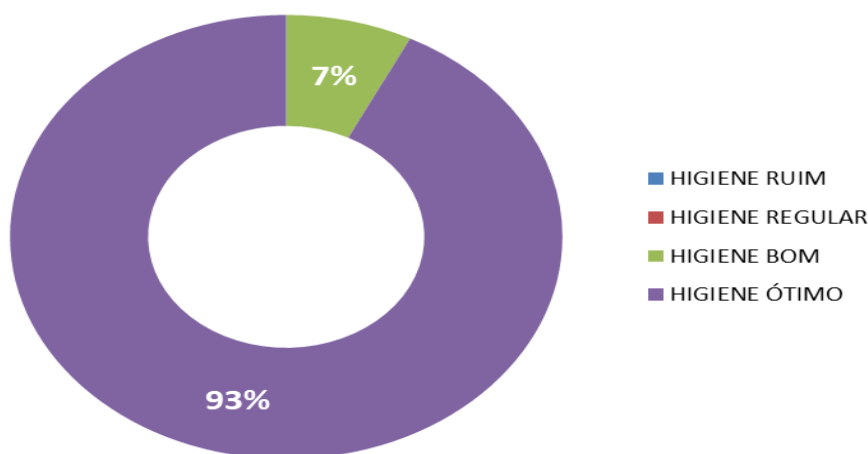


Fonte: Autores.

Como mostra o gráfico acima o nível de satisfação do cliente quanto à higiene do estúdio atingiu 96% de avaliação ótima, esse número antes era de 72%.

Essa crescente positiva na avaliação se deu pela implementação da cultura de cada um cuidar, limpar e organizar sua área, como também o preenchimento do Checklist de monitoramento da limpeza.

Figura 9- Satisfação com o atendimento.



Fonte: Autores.

Após o treinamento de padronização de atendimento e a implementação de uma cultura de trabalho em equipe e de busca por uma melhoria contínua, fez com

que se elevasse o nível de satisfação dos clientes, mostrando de forma clara a contribuição do Programa 5S para todas as conquistas de melhoria.

A manutenção do Programa 5S se deu por uma criação de um documento para o monitoramento da ferramenta 5S, através de um checklist (Apêndice E)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor de serviços no qual se encontra inserido o estúdio de Pilates apresenta cada vez mais um mercado exigente, tornando uma concorrência ainda mais acirrada, o que leva as empresas a buscarem maneiras de melhorar qualidade, racionalizar recursos, a fim de ganhar vantagens competitivas.

O Programa 5S é uma ferramenta capaz de auxiliar a qualquer tipo de empresa a atingir os objetivos citados, por ter como base ser uma filosofia de gestão.

Com isso, o estudo de caso realizado no estúdio de Pilates visou melhorar o ambiente de trabalho, contribuir para o crescimento da estrutura da empresa e elevar o nível de satisfação do cliente com o atendimento prestado.

A mudança de cultura e aplicação de novas metodologias muitas vezes sofrem resistências pela equipe ou por parte dela, porém, para o sucesso da aplicação do Programa 5S foi necessário o envolvimento e comprometimento de toda a equipe, que desde o início compreendeu o que era ferramenta 5S e quais os benefícios seriam trazidos com sua aplicação de forma correta. Com isso, este trabalho proporcionou um ganho intelectual a todos da equipe.

A aplicação do Programa 5S criou em todos os funcionários a cultura de uma melhoria contínua, uma busca por surpreender de forma positiva o cliente. Através desse sentimento criou-se uma garantia que a utilização da ferramenta será mantida como a filosofia de gestão da empresa.

Por fim, os objetivos do trabalho foram atingidos, pois o estúdio de Pilates racionalizou custos, reduziu os desperdícios, evoluiu em estrutura e o principal melhorou o seu atendimento garantindo a satisfação dos seus clientes.

REFERÊNCIAS

CALLIARI, P. E.; FABRIS, I. **A importância do 5S'S na organização**. UNISEDUC, dez. 2011. p. 1-14. Disponível em: [ttp://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/01/Ediany-Patricia-Calliari.pdf](http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/01/Ediany-Patricia-Calliari.pdf) . Acesso em: 15 abr. 2021.

CAMPOS, V.F. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês** – Nova LimaMG. INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica.** 3 ed. São Paula: Atlas, 2012.

CORTEZ, D. Pilates: Benefícios para todos os gostos. Veja Saúde. jul. 2019. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/fitness/pilates-beneficios-para-todos-os-gostos/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DELLA ROSA, F. **O setor de serviços e a produtividade no Brasil.** CONFECON. fev. 2020. Disponível em: <https://www.cofecon.org.br/2020/02/04/artigo-o-setor-de-servicos-e-a-produtividade-no-brasil/>. Acesso em: 03 mar. 2021.

FALCONI, C. V. **TQC – Controle da Qualidade Total.** 8. ed. Nova Lima: INDG Tec, 2004.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS Mona J.; **Administração de serviços: Operações, estratégias e tecnologia da informação.** 6. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GRONROOS, C. **Marketing: Gerenciamento e Serviços.** Rio de Janeiro: Campus, 1995.

HOFFMAN, K. D. e BATESON, J. E. G. **Princípios de marketing de serviços: conceitos, estratégias e casos.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

KON, Anita. **A produção terciária.** São Paulo: Nobel, 1992.

PILATES. J. **Your Health.** Nova Iorque: Presentation Dynamics, 1998.

RENA, P. V. **O setor de serviços no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Economia) Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista. Araraquara – SP, 2014.

RIBEIRO, H. **A bíblia do 5S, da implantação a excelência.** Salvador: Casa da Qualidade, 2006.

SILER, B. **O Corpo Pilates: um guia para o fortalecimento, alongamento e tonificação sem o uso de máquinas.** São Paulo: Summus, 2008.

SILVA, J. M. **5s: o ambiente da qualidade.** 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1994.

VALOTTO, G P. **“La expansión de las exportaciones brasileñas: la ruptura de políticas seculares.”** Observatorio de la Economía Latinoamericana 130 (2010).

VANTI, N. **Ambiente de qualidade em uma biblioteca universitária: aplicação do 5S e de um estilo participativo de administração.** Ci. Inf., Brasília, 1999.

APÊNCICE B – PESQUISA DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE

PESQUISA DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE					
Data:					
Turno:		NÃO É OBRIGATÓRIO SE IDENTIFICAR AO RESPONDER.			
ITEM	QUESTIONÁRIO(RESPONDA COM UM "X")	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
ESTRUTURA	COMO VOCÊ AVALIA OS APARELHOS E EQUIPAMENTOS DO ESTÚDIO?				
	COMO VOCÊ AVALIA AS INSTALAÇÕES DO ESTÚDIO? PINTURA? ILUMINAÇÃO?				
HIGIENE	COMO VOCE AVALIA A LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO DO ESTÚDIO? BANHEIRO? RECEPÇÃO? ÁREA EXTERNA?				
	COMO VOCÊ AVALIA A LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO DOS APARELHOS E INSTRUMENTOS DO ESTÚDIO?				
ATENDIMENTO	COMO VOCÊ AVALIA O ATENDIMENTO QUANTO A EDUCAÇÃO, CORDIALIDADE E PRESTAVIDADE?				
	COMO VOCÊ AVALIA A SEGURANÇA DE NOSSO ATENDIMENTO?				
OBSERVAÇÕES:					
AGRADECEMOS SUA COLABORAÇÃO E PARTICIPAÇÃO.					

Fonte: Autores.

APÊNDICE C – CHECKLIST DE LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO.

CONTROLE DE INSPEÇÃO DE LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO DO ESTÚDIO.										
Data:										
Turno:		Visto do Responsável:								
		Visto do Fisioterapeuta:								
ITEM	VALOR ASSEGURADO	FREQUENCIA MÍNIMA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA	HORA
1.1 Análise visual (recepção, estúdio e banheiro)	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
1.2 Análise visual (aparelhos, instrumentos e equipamentos)	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
1.3 Análise visual (organização do leiuote)	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
1.4 Limpeza da área externa.	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
1.5 Limpeza e organização da recepção	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
1.6 Limpeza e organização do Banheiro	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
1.7 Limpeza e organização do estúdio	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
1.7 Recolhimento e descarte do lixo.	OK	A CADA INTERVALO DE AULA								
OBSERVAÇÕES:										
Em caso de um item FORA DO PADRÃO DE LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO, deve-se, comunicar ao responsável.										

Fonte: Autores.

APÊNDICE D – NORMAS

NORMAS DO ESTÚDIO	
CUMPRIMENTO DE FORMA INTEGRAL E OBRIGATÓRIA.	
1 - DEVERES DO EMPREGADO	2 - DEVERES DA EMPRESA
1.1 Agir com honestidade.	2.1 Disponibilizar uma estrutura conforme.
1.2 Não praticar ofensas de qualquer modo.	2.2 Dar condições para os funcionários trabalharem com segurança.
1.3 Não praticar ato de disciplina.	2.3 Pagar remuneração nos dias corretos.
1.4 Respeitar toda equipe de trabalho.	2.4 Promover treinamentos de melhoria.
1.5 Cumprir seu horário regularmente.	2.5 Promover intervalos para descanso e alimentação.
1.6 Responsabilidade com uso da estrutura, aparelhos e materiais.	2.6 Investir no desenvolvimento intelectual do funcionário.
1.8 Responsabilidade com o atendimento ao cliente, sempre com cordialidade, prestatividade e educação.	2.7 Reconhecer as metas e objetivos atingidos por toda equipe.
1.8 Cumprir sua jornada de trabalho de forma integral.	2.8 Incentivar a metodologia de melhoria contínua.
1.9 Sigilo de informações	2.9 Exigir cumprimento das regras.

Fonte: Autores.

APÊNDICE E – MONITORAMENTO DO PROGRAMA 5S.

MONITORAMENTO DO PROGRAMA 5S			
Data:			
Turno:			
Setor:		Visto do Responsável:	
1ºS - SEIRI - UTILIZAÇÃO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
EXISTEM FERRAMENTAS, EQUIPAMENTOS E MATERIAS QUE NÃO ESTÃO SENDO UTILIZADOS NOS LOCAIS?			
EXISTEM OBJETOS PESSOAIS NO LOCAL DE TRABALHO?			
FUNCIONÁRIOS ESTÃO SEGUINDO AS IMPLEMENTAÇÕES DE MELHORIAS?			
2ºS - SEITON - ORGANIZAÇÃO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
OS LOCAIS ONDE OS MATERIAIS SÃO GURDADOS ESTÃO IDENTIFICADOS?			
OS LOCAIS ONDE ESTÃO GUARDADOS MATERIAIS, APARELHOS E FERRAMENTAS SÃO ADEQUADOS?			
DOCUMENTOS ESTÃO GUARDADOS DE FORMA ORGANIZADA E FUNCIONAL PARA O FÁCIL ACESSO?			
CADA FUNCIONÁRIO ESTÁ MANTENDO SEU AMBIENTE DE TRABALHO ORGANIZADO?			
3ºS - SEISO - LIMPEZA	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
OS EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS ESTÃO LIMPOS?			
CHÃO, PAREDES E BANHEIRO ESTÃO LIMPOS?			
ÁREA EXTERNA ESTÁ LIMPA?			
ÁREA INTERNA DE MODO GERAL ESTÁ LIMPA?			
4ºS - SEIKETSU - PADRONIZAÇÃO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
OS FUNCIONÁRIOS ESTÃO CONTRIBUINDO PARA A MANUTENÇÃO DO AMBIENTE LIMPO E ORGANIZADO?			
OS FUNCIONÁRIOS ESTÃO USANDO FARDA E EPI?			
OS APARELHOS ESTÃO EM BOAS CONDIÇÕES DE USO?			
O ATENDIMENTO AO PÚBLICO ESTÁ DENTRO DOS PADRÕES?			
5ºS - SHITSUKE - DISCIPLINA	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
OS MONITORAMENTOS E CHEKLISTS ESTÃO SENDO REALIZADOS?			
APÓS A UTILIZAÇÃO APARELHOS, FERRAMENTAS E MATERIAS ESTÃO SENDO GUARDADOS DE FORMA CORRETA?			
AS NORMAS ESTÃO SENDO SEGUIDAS POR TODOS?			

Fonte: Autores.

APÊNDICE F – TREINAMENTO DA FERRAMENTA 5S.

TREINAMENTO PROGRAMA 5S		
Data:		
Turno:		
REALIZADO POR RAUL VITOR BEZEERA CARVALHO.		
INTRODUÇÃO		
<p>O Programa 5S é uma metodologia de gestão da qualidade desenvolvida no Japão. Através de 5 sentidos : Seiri(utilização), Seiton(organização), Seisou(Limpeza), Seiketsu,(padronização) e Shitsuke(Disciplina). Tem como principais objetivos, melhorar a qualidade do ambiente de trabalho, eliminar desperdícios, reduzir custos e melhorar a qualidade de produtos e serviços.</p>		
DESCRIÇÃO DOS SENSOS		
SENSO (EM JAPONÊS)	SIGNIFICADO	OBJETIVO
SEIRI	UTILIZAÇÃO	Eliminar o que não é útil separando o necessário do desnecessário e descartando o que for supérfluo
SEITON	ORGANIZAÇÃO	Organizar o ambiente de trabalho arrumando as coisas nos seus lugares adequados para uso
SEISOU	LIMPEZA	Cuidar da limpeza e higiene do ambiente de trabalho
SEIKETSU	PADRONIZAÇÃO	Elaborar padrões e procedimentos a serem seguidos em relação ao definido nos 3S anteriores (utilização, organização e limpeza)
SHITSUKE	DISCIPLINA	Incorporar no dia a dia os padrões e procedimentos definidos se comprometendo em manter os sentidos na rotina de trabalho
ANOTAÇÕES		

Fonte: Autores.

ANEXOS

Anexo A: Estúdio limpo, organizado e com uma melhor iluminação.



Fonte: Autores.

Anexo B: Materiais e aparelhos em seu devido lugar.



Fonte: Autores.

APLICAÇÃO DO MÉTODO QFD NO SETOR DE SERVIÇOS: ESTUDO DE CASO NUMA MICROEMPRESA DO RAMO ALIMENTÍCIO EM PACAJUS-CE

Thiago de Castro Lima
Jefferson Pereira Ribeiro
Felipe Barreto Silva

RESUMO

Seja qual for o segmento, qualquer empresa deve oferecer um excelente serviço aos clientes, tornando assim um constante desafio e comprometimento para as organizações, seja qual for o porte, especialidade e ramo. De fato, em especial nestas últimas décadas onde observamos um cenário de acirrada competitividade, todos os níveis das organizações precisam ter a mentalidade que o cliente é o foco dos negócios, com efeito, o principal motivo da existência das empresas. A busca da excelência na qualidade da prestação de serviços potencializa a principal fidelidade do cliente, melhorando e superando a cada dia as expectativas e retenção do cliente ao negócio ofertado. As empresas manifestam neste cenário a busca por uma gestão voltada para qualidade visando alavancar e perpetuar esta imagem e reputação. Com base nesta exposição, é de vital importância as empresas compreenderem a voz do cliente, isto é, o que o consumidor almeja ou necessita. É neste contexto que este trabalho visa elucidar a relevância da melhoria na qualidade do fornecimento de serviços em uma microempresa no setor alimentício na cidade de Pacajus, estado do Ceará, por meio de um método que auxiliará no planejamento da qualidade, utilizando a ferramenta chamada Desdobramento da Função Qualidade (QFD), que traduzirá os dados da pesquisa aplicada aos clientes, ou seja, obter a voz do cliente e transformá-los em requisitos técnicos, alcançando ricas e estratégicas informações para potencializar vantagens diferenciadas e significativas em qualidade e competitividade.

Palavras-chave: Gestão da Qualidade. Gestão de Serviços. Desdobramento da Função da Qualidade. Voz do Cliente.

ABSTRACT

Whatever the segment, any company should seek to provide excellent service to customers, thus making it a constant challenge and commitment for associations, whatever the size, specialty and industry. In fact, especially in the last few decades where we have seen a related scenario, all levels of organizations need to have the mentality that the customer is the focus of business, in fact, the main reason for the existence of companies. The pursuit of excellence in the quality-of-service provision enhances the main customer loyalty, improving and exceeding each day as expectations and customer retention to the business offered. In this scenario, companies demonstrate the search for quality-oriented management to leverage and perpetuate this image and reputation. Based on this exposure, it is vitally important how companies understand the voice of customer, that's, what the consumer wants or needs. It's in this context that this work aims to elucidate the relevance of improving the quality of service provision in a microenterprise in the food sector in the city of Pacajus, state of Ceará, through a method that will assist in quality planning, using the tool called Unfolding of the Quality Function (QFD), which will translate the research data applied to customers, that is, obtain the voice of the customer and transform them into technical requirements, achieving rich and strategic information

to leverage differentiated and significant advantages in terms of quality and competitiveness.

Key words: Quality Management. *Quality Function Deployment*. Customer Voice.

1 INTRODUÇÃO

Em uma era de acirrada competitividade, é esperado que as empresas constantemente busquem melhorar, modificar e renovar a qualidade da prestação de serviços aos clientes. Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2010), a qualidade deveser melhorada em toda atividade de negócios, onde a qualidade percebida do serviço é altamente determinada pela experiência vivida pelo cliente.

O atributo que as empresas de quaisquer seguimentos ou setores, independentemente da categoria, porte ou nicho perseguem é a competitividade, adotando a função qualidade como uma poderosa ótica estratégica, no âmbito competitivo, pelo qual, a empresa que através da qualidade atua junto aos clientes, compreendendo suas necessidades e anseios, sejam elas óbvias ou latentes, decodificando os pontos fortes e fracos dos seus concorrentes e em si próprios, terá uma maior probabilidade de obter sucesso. Segundo Sam Walton, fundador do Wal- Mart (IBRAQA – Instituto Brasileiro de Qualidade no Atendimento), o que os clientes buscam é um bom atendimento, com cortesia e gentileza, de modo atender suas necessidades.

É neste contexto da voz do cliente, no tocante as suas necessidades e anseios, que será apresentado o método *Quality Function Deployment* (QFD), ou Desdobramento da Função Qualidade, elaborado através de um estudo de caso no setor de serviços alimentícios, que visa traduzir a voz do cliente em requisitos técnicos, obtendo vitais informações para tomada de decisões, com o objetivo de elidir falhas na canalização de recursos, de forma mais assertiva, em prol da melhoria da qualidade, organizando e aumentando consideravelmente as oportunidades de satisfação do cliente. Conforme ALBRECHT (1993), se não sabemos quais fatores são realmente importantes para o cliente, não saberemos avaliar com exatidão a qualidade do serviço oferecido.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: o Capítulo 1 apresenta o cenário competitivo no mercado atual, bem como a busca pela qualidade para satisfação dos clientes, demonstrando a necessidade de entender

os anseios e necessidades dos consumidores para superar a concorrência e se manter em solidez e evolução no mercado. O Capítulo 2 apresenta a metodologia empregada neste trabalho, demonstrando os passos da aplicação da matriz casa da qualidade em uma microempresa do setor de alimentos. O Capítulo 3 apresenta os resultados obtidos através da utilização do método QFD, utilizando a matriz casa da qualidade. O Capítulo 4 demonstra as conclusões extraídas do presente trabalho. Ao término, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Grande parte da sociedade atual vive em torno de agendas repletas de atividades e, neste cenário, as refeições prontas passaram a ser uma constante necessidade, de modo reduzir rotinas triviais como preparação de alimentação, direcionando o tempo para outras ocupações, tornando-se uma tendência cada vez mais abrangente, além da busca pela comodidade e participar de experiências no âmbito alimentar. Segundo Perullo (2010), a experiência é inerentemente pessoal, existindo apenas na mente do indivíduo, que é envolvido em um nível emocional, físico, intelectual e, às vezes, até espiritual.

E é nesse cenário que os setores de serviços de alimentação buscam que o consumidor “deixe” no seu estabelecimento, boa parte do orçamento destinado a este tipo de alimentação (SEBRAE, 2017). Haja visto um mercado em pleno crescimento e um dos principais geradores de empregabilidade em nosso país, onde cerca de 66% do PIB, e 70% dos empregos formais no Brasil, segundo o (IBGE, 2018) vem do setor de serviços, em especial alimentação.

Contudo, é necessário compreender os gostos, desejos e hábitos do público, para obter informações eficientes a fim de alcançar ou exceder a satisfação dos clientes, caso contrário poderá acarretar um colapso e até mesmo falência dos negócios. Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2010), há certa complacência na administração de serviços, descuido com a qualidade, negligência com as necessidades dos clientes e uma expectativa voltada à orientação financeira em curto prazo, fatores estes que potencializa para arruinar o negócio.

Conforme estudo (SEBRAE, 2017), de maneira geral, os serviços de alimentação fora do lar não levam em consideração a subjetividade do cliente, suas necessidades e seus desejos. Quando muito, incluem experiências em torno de

produtos tradicionais do cardápio para vendê-los melhor. Assim, o que é percebido, em sua maioria esmagadora, são estabelecimentos que oferecem serviços extremamente convencionais, feitos de maneira previsível e caracterizados, sobretudo, por uma relação impessoal e distante. Com base neste cenário de instabilidade e acirrada concorrência para as empresas, surge a necessidade de um amparo técnico e o uso de um aparato metodológico, com o intuito de nortear o micro empresário atinente o desenvolvimento e estabilidade nos negócios frente à concorrência. Albrecht (1993) relata que a principal causa para tornar o serviço a força motora da empresa é o de criar diante dos concorrentes um fator distinto difícil de equiparar.

Assim como as indústrias foram evoluindo e aprimorando suas metodologias organizacionais, buscando fatores distintos, ao longo dos anos, o setor de prestação de serviços, em especial no âmbito alimentar (que é objeto de estudo deste trabalho), poderá usufruir de métodos e ferramentas da Qualidade, já existentes e adaptáveis, visando robustecer sua atuação no mercado de trabalho, de modo viabilizar a satisfação do cliente, escutando e traduzindo a voz do consumidor no tocante as suas necessidades e desejos. Albrecht (1993) ressalta que toda a organização deve voltar a atenção para as reais prioridades dos clientes, significando que os sistemas e métodos são desenhados e desenvolvidos para a conveniência do cliente mais do que a conveniência da organização.

Justifica-se como uma boa oportunidade, para o empresário poder “traduzir” a voz do cliente, atinente suas exigências, entender seus anseios e aspirações através da aplicação e uso do QFD, devido ser um método acessível e claro, mas com grande potencial para enxergar por meio do desdobramento da função qualidade, um recurso para atender as necessidades dos clientes e sobrelevar seus concorrentes. Segundo Akao (1996), o desdobramento da qualidade oferece métodos concretos para a garantia da qualidade no desenvolvimento de novos produtos, métodos esses que asseguram a qualidade em todos os processos, desde o início das etapas de projeto e desenvolvimento.

Contudo, é possível fazer as seguintes perguntas de pesquisa: É possível fazer uma abordagem para coleta de informações dos clientes, sem altos investimentos para realização da pesquisa? É possível traduzir a voz do cliente em requisitos técnicos para aplicar no negócio?

3 METODOLOGIA

Este trabalho é moldado na exposição de Andrade (2005), que classifica as pesquisas científicas em dois conjuntos, onde o primeiro conjunto apresenta o objetivo de prover o saber, satisfação em adquirir conhecimento e tomar ciência de um determinado assunto; no segundo, a pesquisa visa aplicações práticas, com o objetivo de contribuir para tomada de decisões, orientações e pela busca de soluções de problemas concretos.

Na estrutura deste trabalho, a característica de pesquisa se apresenta na estrutura tanto descritiva como explicativa. Conforme Perovano (2016), descritiva devido expor identificação, registro e análise dos atributos, fatores e variáveis que se correlacionam com o processo ou fenômeno, embora que sem uso de técnicas estatísticas aprofundadas. E na característica de pesquisa explicativa, conforme Gil (2008), o foco é identificar fatores que determinam ou que contribuem para as ocorrências dos fenômenos.

Este trabalho também é compreendido como estudo de caso, porquanto após a captura de dados, é efetuada uma análise das relações das variáveis para uma posterior determinação dos efeitos resultantes em uma organização, produto ou serviço. Yin (2010) ressalta que um estudo de caso é uma análise prática de fenômenos contemporâneos dentro de uma vertente da realidade dos fatos, em particular quando a fronteira entre o fenômeno e as circunstâncias busca elucidar uma compreensão. A análise fundamenta-se em diversas fontes de variáveis e favorece o desenvolvimento de condições para guiar a captura e a investigação de dados.

3.1 LOCAL DA PESQUISA

Com base na consistência teórica aplicou-se uma pesquisa como público-alvo dos clientes de uma Galeteria situada no município de PACAJUS-CE, uma microempresa do ramo alimentício, atuando desde 2014, com funcionamento de domingo a domingo. A estrutura da empresa é composta do proprietário e cinco empregados, sendo um estabelecimento de imóvel próprio com 60m² próximo ao centro urbano. Os dois principais concorrentes da micro-empresa em estudo, ficam próximo do estabelecimento e tem estruturas similares.

3.2 PESQUISA E COLETA DA VOC

Uma reunião foi realizada com o proprietário do estabelecimento, para explicar o método do QFD, iniciando por conceitos e sistemáticas, assim como expor a metodologia de pesquisa, alinhar sobre os objetivos, abordagem ao envolver os clientes, assim como a maneira da condução com os mesmos. Finalizada a reunião, o proprietário do estabelecimento autorizou a realização do estudo, bem como se dispôs em colaborar no que fosse necessário.

A captura da VOC ocorreu através de pesquisa documental com a participação voluntária dos clientes. A elaboração do documento de pesquisa considerou o trabalho do pesquisador ao levantar dados referentes à microempresa e como os processos são conduzidos, por meio de perguntas e anotações. O tempo em que a pesquisa foi realizada abrangeu os meses de outubro a dezembro de 2020, abordando pessoas de diferentes sexos, idades e classes sociais.

A primeira etapa da pesquisa levantou de forma aleatória e voluntária, as principais características que os clientes consideram importante em relação ao tipo de estabelecimento sendo esta, conforme Marshall (2006), a primeira etapa do QFD onde é levantada a lista dos “quês”. Dos itens levantados foram consideradas as dez principais características mais relevantes para os clientes, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Características relevantes.

Item	Características
F	Saboroso
J	Limpeza do ambiente
A	Ter bom preço
C	Bem assado
I	Bom atendimento
E	Bom tamanho
B	Rápido atendimento
D	Bem quente
H	Ambiente de compra agradável (à sombra ou ar condicionado)
G	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)

Fonte: Autores.

Em um segundo momento, houve a participação voluntária de 30 clientes, que foram abordados após o atendimento, pelo qual, após explanação da pesquisa, era solicitado ao cliente para pontuar as características seguindo o formulário de importância de satisfação (Apêndice A), com os seguintes níveis:

- 1 - nenhuma importância
- 2 - pouca importância
- 3 – alguma importância
- 4 - importante
- 5 - muito importante

O cálculo do nível de importância para cada característica relacionada ao estabelecimento seguiu o conceito abordado por Cheng (1995), onde os clientes liam as dez características e marcavam com um “X” os itens de acordo com os níveis de importância, sendo: 5 - muito importante, 4 - importante, 3 - alguma importância, 2 - pouca importância e 1 - nenhuma importância.

Logo após, os clientes pontuavam o nível satisfação dos requisitos em relação à microempresa, bem como os dois principais concorrentes, marcando com um “X” os itens de acordo com o Apêndice A, com os seguintes níveis:

- 1 – muito insatisfeito
- 2 - pouco insatisfeito
- 3 - neutro
- 4 - satisfeito
- 5 - muito satisfeito

Após a pesquisa e captura da VOC, os dados foram tabulados em planilha usando software Microsoft Excel® 2010, conforme tabela 2 (Anexo 1).

Tabela 2: Tabulação da pesquisa de importância

Item	Características	Média	Total	% Unit	% Ac.							
						Thiago	Milena	Sephia	Michelo	Cicero	Rafael	D
F	Saboroso	4,10	123	14%	14%	5	5	5	5	4	3	
J	Limpeza do ambiente	3,97	119	13%	27%	1	5	3	4	5	5	
A	Ter bom preço	3,53	106	12%	39%	4	3	4	3	2	1	
C	Bem assado	3,47	104	12%	50%	4	4	2	4	2	2	
I	Bom atendimento	3,43	103	11%	62%	2	4	4	5	5	5	
E	Bom tamanho	2,97	89	10%	72%	5	3	2	3	4	3	
B	Rápido atendimento	2,50	75	8%	80%	2	2	3	2	3	1	
D	Bem quente	2,10	63	7%	87%	3	2	1	1	3	2	
H	Ambiente de compra agradável (à sombra ou ar condicionado)	2,13	64	7%	94%	1	1	5	2	1	4	
G	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	1,80	54	6%	100%	3	1	1	1	1	4	

Fonte: Autores.

3.3 APLICAÇÃO DA MATRIZ CASA DA QUALIDADE

Conforme mencionado anteriormente, este trabalho propõe aplicar a matriz “Casa da Qualidade” do método QFD, seguindo a estrutura de etapas da matriz apresentada por Marshall (2006), em harmonia com Fitzsimmons e Fitzsimmons

(2010). Para este trabalho será utilizado para preenchimento dos dados a planilha elaborada por Guedes (2019).

3.3.1 Definição do objetivo

Obter ações necessárias que possam conquistar vantagem competitiva frente os concorrentes A e B, bem como proporcionar a satisfação dos clientes.

3.3.2 Listar os “quês”

O primeiro dado de entrada na matriz “casa da qualidade” são os requisitos que o cliente classifica como relevantes para o tipo de estabelecimento e serviço ofertado, ou seja, o que o cliente quer ou o que ele espera. Estes requisitos foram obtidos através de *feedbacks* nas pesquisas realizadas, provenientes da tabulação de dados que foram capturados em campo conforme Tabela 3.

Tabela 3 Matriz da casa da Qualidade – “Quês”

		Voz do Cliente (VOC)	
Cliente	Item		
		A	1
A	2	Limpeza do ambiente	
A	3	Ter bom preço	
A	4	Bem assado	
A	5	Bom atendimento	
A	6	Bom tamanho	
A	7	Rápido atendimento	
A	8	Bem quente	
A	9	Ambiente de compra agradável (à sombra d	
A	10	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	

Fonte: Autores

3.3.3 Atribuir nível de importância

Foi inserido para cada requisito, o somatório das pontuações que os clientes atribuíram para cada “quês”, Estes valores provenientes do somatório (tabela 4, são indicados na coluna “Importância” da matriz casa da qualidade. Para facilitar a análise, os dados foram colocados em ordem decrescente, de modo prover agilidade e organização dos demais passos.

Tabela 4: Matriz Casa da Qualidade – “Quês” com importância.

Cliente	Item	Voz do Cliente (VOC)	Importância
A	1	Saboroso	123
A	2	Limpeza do ambiente	119
A	3	Ter bom preço	106
A	4	Bem assado	104
A	5	Bom atendimento	103
A	6	Bom tamanho	89
A	7	Rápido atendimento	75
A	8	Bem quente	63
A	9	Ambiente de compra agradável (à sombra)	64
A	10	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	54

Fonte: Autores.

3.3.4 Aplicar Benchmarking

Com base na pontuação da pesquisa de satisfação do serviço ofertado (Apêndice A), tanto da microempresa em estudo como pela concorrência, expedida pelos clientes, são inseridos os dados de avaliação na matriz, considerando conforme Bogan (1997) informações de *Benchmarking* com foco na análise do desempenho do serviço. Através da inserção desta informação na matriz é possível, conforme Fitzsimmons e Fitzsimmons (2010), comparar quais as oportunidades de melhoria que a microempresa em estudo tem frente seus concorrentes, ao olhar e percepção dos clientes (Tabela 5).

Tabela 5: Matriz Casa da Qualidade – Benchmarking (olhar do cliente).

Cliente	Item	Voz do Cliente (VOC)	Importância	Medições																	
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O			
				Avaliação pelo Cliente																	
A	1	Saboroso	123														1	2	3	4	5
A	2	Limpeza do ambiente	119														1	2	3	4	5
A	3	Ter bom preço	106														1	2	3	4	5
A	4	Bem assado	104														1	2	3	4	5
A	5	Bom atendimento	103														1	2	3	4	5
A	6	Bom tamanho	89														1	2	3	4	5
A	7	Rápido atendimento	75														1	2	3	4	5
A	8	Bem quente	63														1	2	3	4	5
A	9	Ambiente de compra agradável (à sombra)	64														1	2	3	4	5
A	10	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	54														1	2	3	4	5

Fonte: Autores.

3.3.5 Listar os “como”

Nesta etapa, foi envolvido o proprietário do estabelecimento e seus empregados para inserir na matriz quais seriam os requisitos técnicos que expressam a maneira de produzir ou atender os “quês”, isto é, parâmetros que traduzem os anseios dos clientes (Tabela 6). Nesta fase a organização volta os olhares para cada tópico que os clientes consideraram importantes, e conforme as fases de *Benchmarking* descritas por Fitzsimmons e Fitzsimmons (2010), as análises das descobertas propiciam a melhoria dos processos.

Tabela 6: Matriz Casa da Qualidade – “Como”

Cliente	Item	Voz do Cliente (VOC)	Requisitos Funcionais	Importância	Medições															Avaliação pelo Cliente						
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	1	2	3	4	5		
					Tempo de maninada (min.)	Frequência de limpeza	Precificação (R\$)	Tempo de assamento (min)	% satisfação em atendimento	Peso do galeto (kg)	Tempo de atendimento (min.)	Temperatura de entrega (°C)	Temperatura do ambiente (°C)	Qtde acompanhamento (unid)	Temperatura do forno (°C)	Tipo de embalagem										
A	1	Saboroso		123																						
A	2	Limpeza do ambiente		119																						
A	3	Ter bom preço		106																						
A	4	Bem assado		104																						
A	5	Bom atendimento		103																						
A	6	Bom tamanho		89																						
A	7	Rápido atendimento		75																						
A	8	Bem quente		63																						
A	9	Ambiente de compra agradável (à sombra c		64																						
A	10	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)		54																						

Fonte: Autores.

3.3.6 Direcionar a melhoria

Após inserir os requisitos funcionais, é inserido o ícone com a direção da melhoria para cada “como”. Na tabela 7 é possível observar que existem requisitos que quanto maior o nível melhor será para a satisfação do cliente, diferentemente existem requisitos que quanto menor o nível, a satisfação será maior. Entretanto existem itens indicados na matriz, que a especificação nominal é o ideal por ser um processo específico.

Tabela 7: Matriz Casa da Qualidade – Direção para melhoria

Cliente Item	Voz do Cliente (VOC)	Importância	Requisitos Funcionais														Avaliação pelo Cliente				
			Tempo de mamada (min.)	Frequência de limpeza	Precificação (R\$)	Tempo de assamento (min)	% satisfação em atendimento	Peso do galeto (kg)	Tempo de atendimento (min.)	Temperatura de entrega (°C)	Temperatura do ambiente (°C)	Qlde acompanhamento (unid)	Temperatura do forno (°C)	Tempo de embalagem	Medições						
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	1	2	3	4
A	1 Saboroso	123																			
A	2 Limpeza do ambiente	119																			
A	3 Ter bom preço	106																			
A	4 Bem assado	104																			
A	5 Bom atendimento	103																			
A	6 Bom tamanho	89																			
A	7 Rápido atendimento	75																			
A	8 Bem quente	63																			
A	9 Ambiente de compra agradável (à sombra d	64																			
A	10 Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	54																			

Fonte: Autores.

3.3.7 Correlacionar características técnicas

Nesta fase, também conhecida como “telhado da casa qualidade”, a matriz apresenta um formato triangular, onde é analisada a correlação entre os requisitos, ou “comos”. Conforme Rodrigues (2006), nessa etapa é classificada a correlação, que permite saber o quanto um determinado requisito pode afetar o outro. A classificação segue os níveis, sendo: Positiva forte, Positiva fraco, Inexistente, Negativa fraca e Negativa forte, conforme ícones na tabela 8.

Tabela 8: Matriz Casa da Qualidade – Telhado

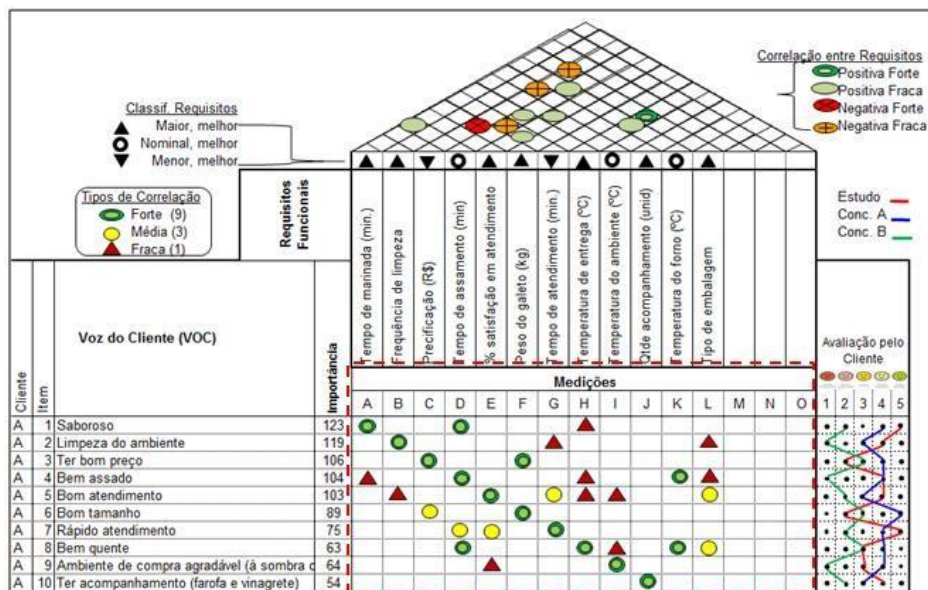
Cliente Item	Voz do Cliente (VOC)	Importância	Requisitos Funcionais														Avaliação pelo Cliente				
			Tempo de mamada (min.)	Frequência de limpeza	Precificação (R\$)	Tempo de assamento (min)	% satisfação em atendimento	Peso do galeto (kg)	Tempo de atendimento (min.)	Temperatura de entrega (°C)	Temperatura do ambiente (°C)	Qlde acompanhamento (unid)	Temperatura do forno (°C)	Tempo de embalagem	Medições						
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	1	2	3	4
A	1 Saboroso	123																			
A	2 Limpeza do ambiente	119																			
A	3 Ter bom preço	106																			
A	4 Bem assado	104																			
A	5 Bom atendimento	103																			
A	6 Bom tamanho	89																			
A	7 Rápido atendimento	75																			
A	8 Bem quente	63																			
A	9 Ambiente de compra agradável (à sombra d	64																			
A	10 Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	54																			

Fonte: Autores.

3.3.8 Quantificar o “como”

Na tabela 9 é pontuado, conforme Rodrigues (2006), a relação entre as expectativas dos clientes e requisitos técnicos do processo. Foi determinado para cada “como” um valor objetivo, que busca se correlacionar com os requisitos VOC indicados pelos clientes. A correlação pontua níveis: Forte (9), Média (3) e Fraca (1).

Tabela 9: Matriz Casa da Qualidade – Quantificação do “como”.

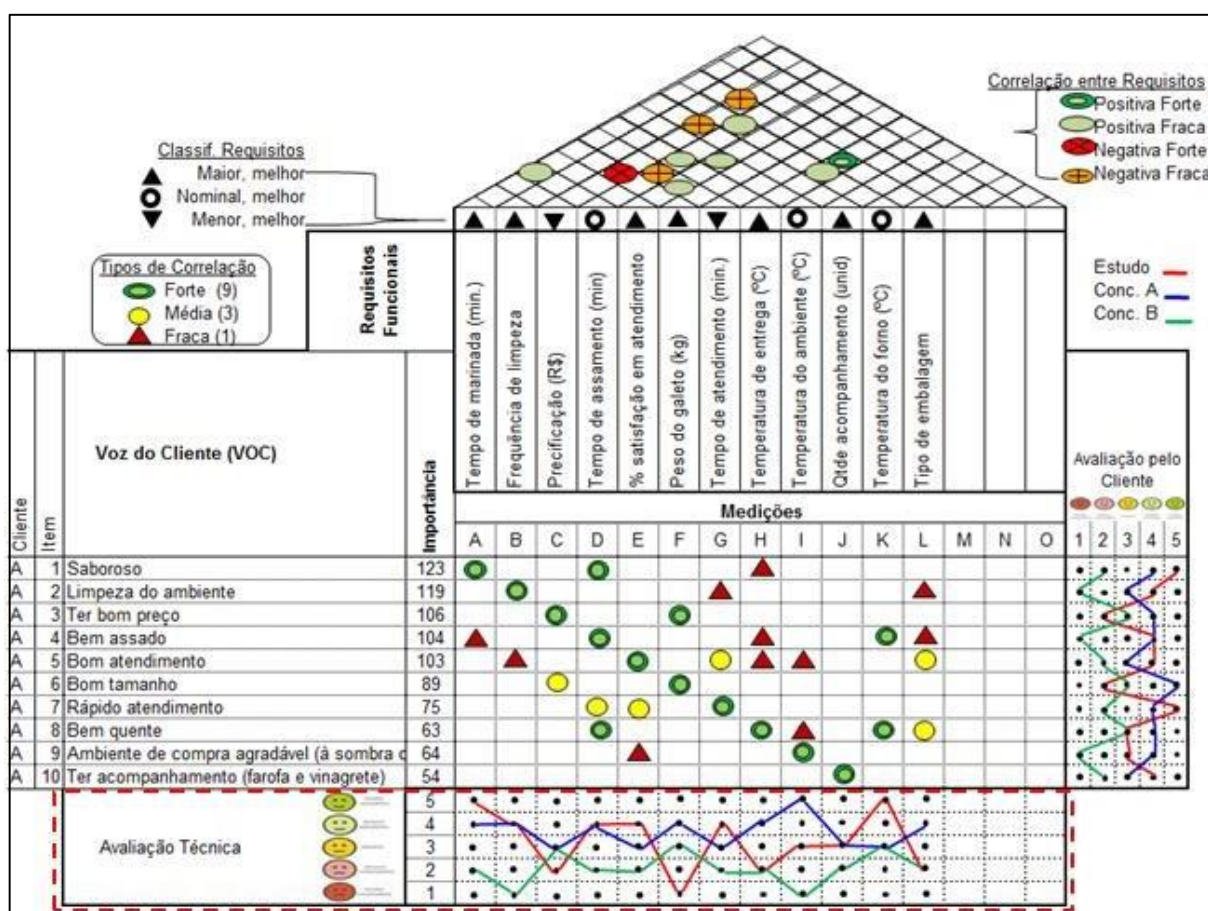


Fonte: Autores.

3.3.9 Avaliar a concorrência

Esta fase também é a aplicação de *Benchmarking*, porém com olhar da organização em relação aos concorrentes. Conforme Bogan (1997) é buscado decodificar quais estratégias obteve melhores desempenhos e sucesso. Houve novamente o envolvimento do proprietário do estabelecimento e seus empregados, contudo com o intuito técnico de avaliar os requisitos funcionais da microempresa em relação aos principais concorrentes. Atentando-se para as especificações, boas práticas e características técnicas que são adotadas pela concorrência, baseado na forma como eles executam a prestação do serviço, conforme Tabela 10.

Tabela 10: Matriz Casa da Qualidade – Avaliação da concorrência.

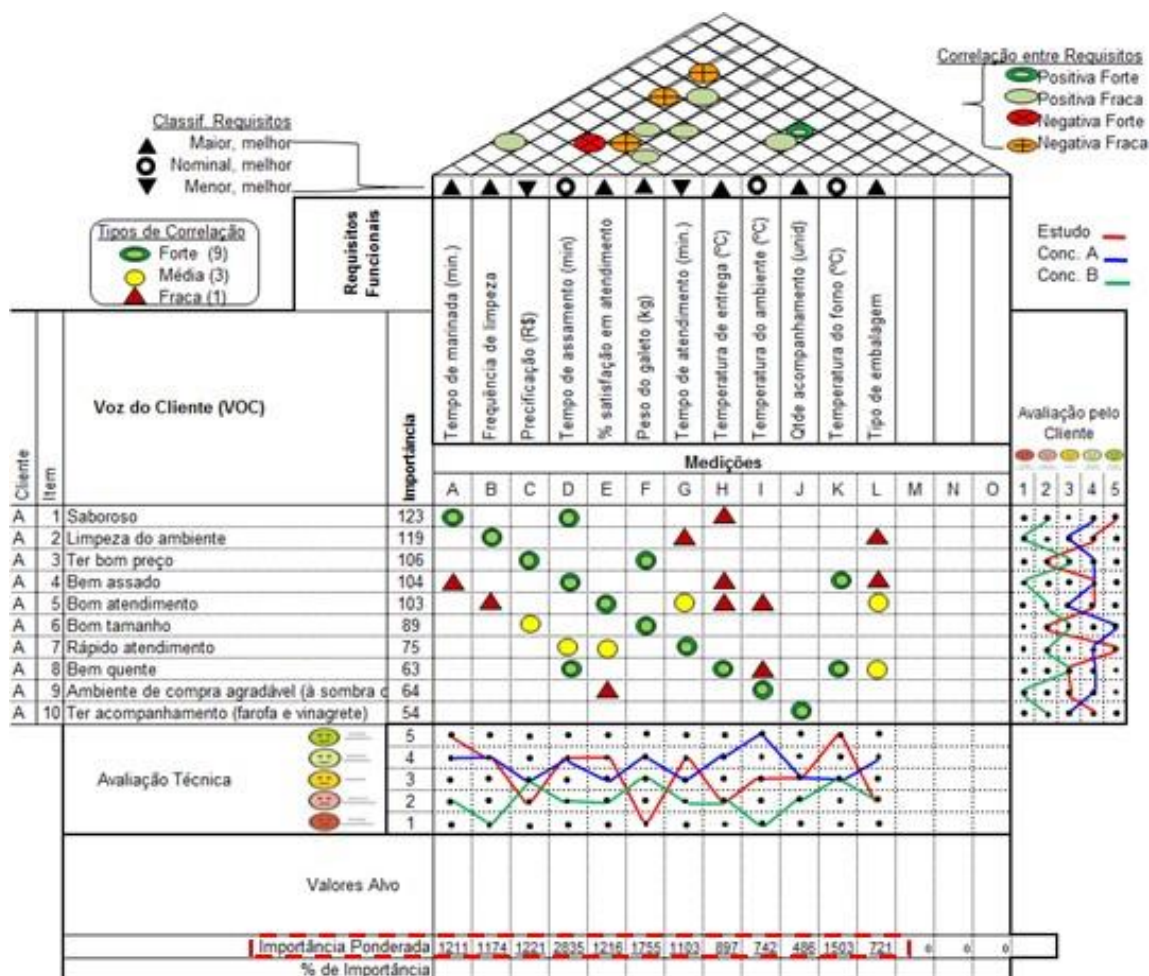


Fonte: Autores

3.3.10 Matriz de relações

Nesta etapa da matriz, conforme descrito na tabela 11, refere-se ao somatório do produto de todos os pesos de cada tipo de relacionamento com grau de importância relativa de cada necessidade do cliente, ou seja, o nível de relacionamento das características do produto ou serviço (“quês”) em relação a forma de obtê-lo (“como”). Esta relação é aplicada e observada com o intuito de obter o direcional para atuação.

Tabela 11: Matriz Casa da Qualidade – relações.

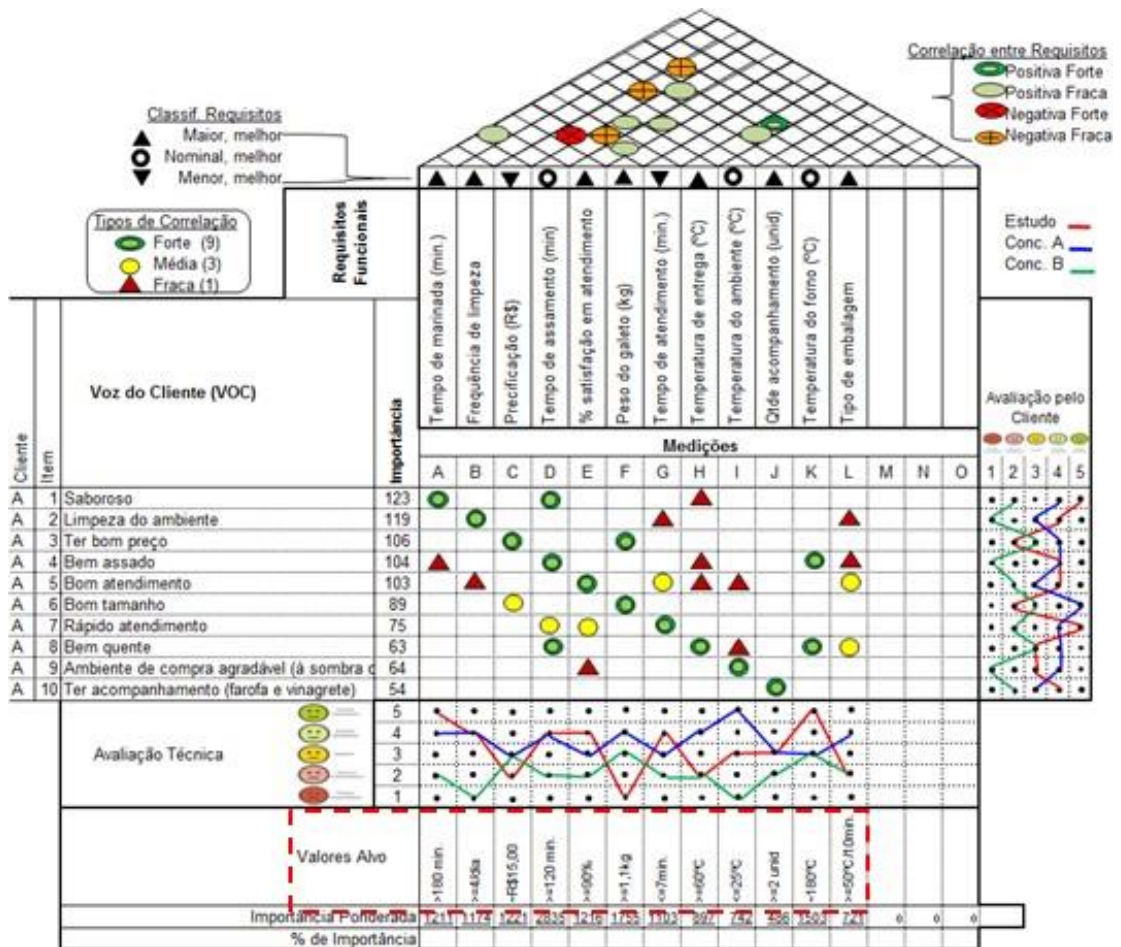


Fonte: Autores.

3.3.11 Avaliação dificuldade/probabilidade

Com base nos valores-alvo, expressos na análise da tabela 12, a microempresa avaliou o nível de dificuldade para atendimento de cada item, por meio deste fator de dificuldade auxilia a empresa na tomada de decisão, conforme Fitzsimmons e Fitzsimmons (2010), este tópico demonstra que, embora os clientes possam atribuir um alto grau de importância a um elemento do serviço, a empresa pode ser incapaz de atendê-lo. Contudo para a microempresa em questão, não consta itens impeditivos de atuação.

Tabela 12: Matriz Casa da Qualidade – Avaliação dificuldade

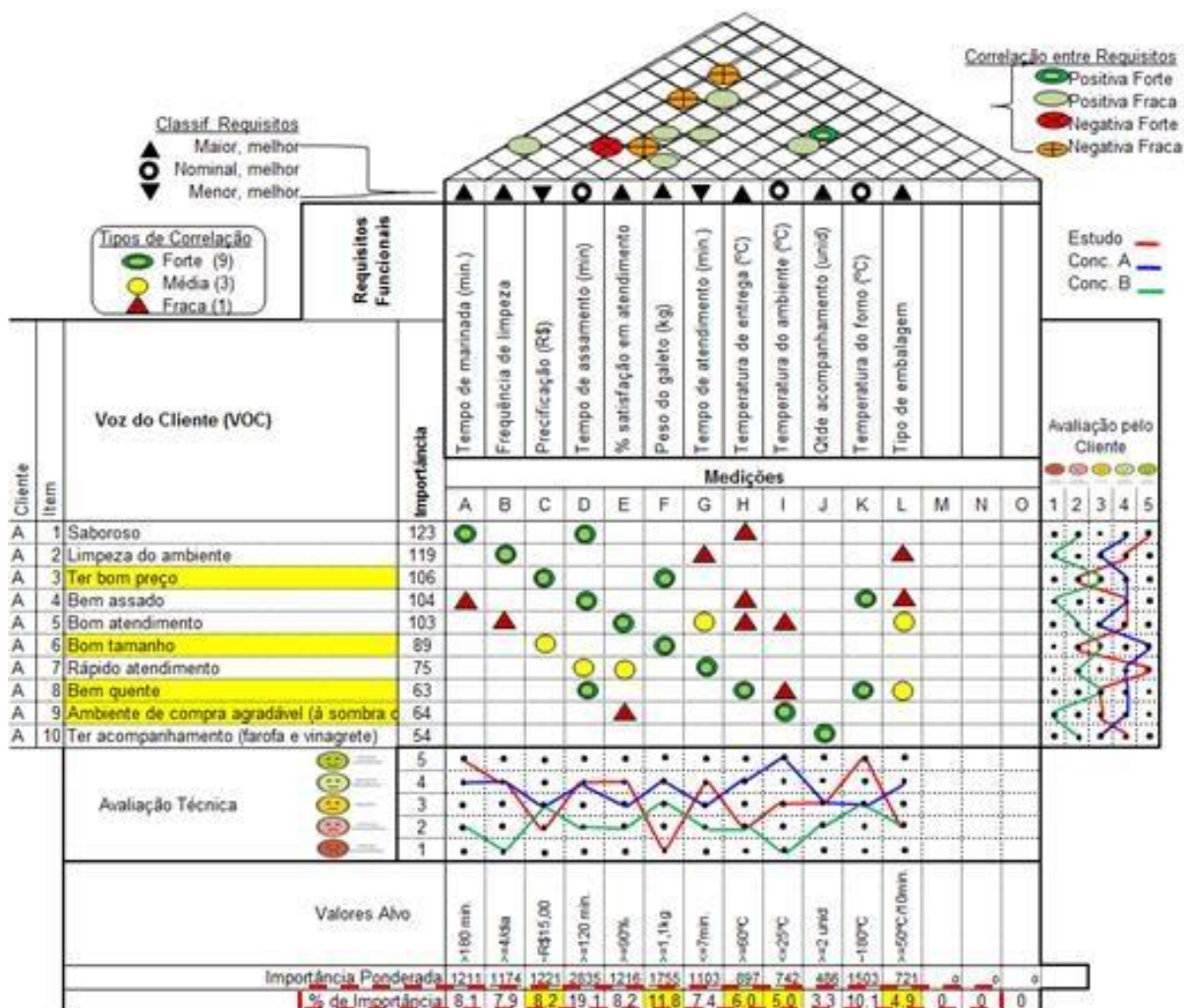


Fonte: Autores.

3.3.12 Avaliação de priorização

Os níveis de intensidade com base no percentual de importância obtidos na matriz auxiliarão para criar um planejamento pautado na priorização para aplicação dos esforços. O cálculo dos scores foi obtido multiplicando o grau de intensidade, pela ordem da importância, dados extraídos do cliente. A apuração dos scores absolutos (que é o somatório das colunas “como”) representa a importância relativa de cada “como” no atendimento dos itens “que”, conforme tabela 13.

Tabela 13: Matriz Casa da Qualidade – Avaliação de priorização



Fonte: Autores.

4 RESULTADOS

A pesquisa e aplicação do método QFD, com uso da matriz casa da qualidade, captou a Voz do Cliente (VOC) em relação os desejos e expectativas esperadas no tocante o tipo de estabelecimento.

De forma decrescente, como pode ser visto no Quadro 1 o principal requisito que os clientes expressam é o anseio pelo Sabor. Demonstrando, por conseguinte, preocupação acerca da qualidade na limpeza do ambiente, seguido de um preço acessível de aquisição, expressando também o desejo que o galeto esteja bem assado. Ainda na escala do grau de importância, o método também revelou que os clientes se importam com um bom atendimento. Nos itens finais do Quadro 1, os clientes demonstram também importância pelo tamanho do galeto e que o

atendimento para aquisição ocorra no breve espaço de tempo, desejando que o produto esteja bem quente para consumo. Os clientes demonstraram ainda certa importância com a temperatura do ambiente e alguns expressaram o interesse de receber acompanhamento (farofa e vinagrete).

Quadro 1: Levantamento da VOC

Cliente	Item	Voz do Cliente (VOC)	Importância
A	1	Saboroso	123
A	2	Limpeza do ambiente	119
A	3	Ter bom preço	106
A	4	Bem assado	104
A	5	Bom atendimento	103
A	6	Bom tamanho	89
A	7	Rápido atendimento	75
A	8	Bem quente	63
A	9	Ambiente de compra agradável (à sombra)	64
A	10	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	54

Fonte: Autores.

A partir dos resultados de captura da VOC, foi possível desdobrar os tópicos de satisfação do cliente em forma de requisitos técnicos na prestação de serviços, correlacionando os requisitos do cliente com parâmetros que atendam suas exigências e necessidades conforme apresentado no quadro 2

Quadro 2: Desdobramento em Parâmetros Técnicos

▲	▲	▼	○	▲	▲	▼	▲	○	▲	○	▲
Tempo de marinada (min.)	Frequência de limpeza	Precificação (R\$)	Tempo de assamento (min)	% satisfação em atendimento	Peso do galeto (kg)	Tempo de atendimento (min.)	Temperatura de entrega (°C)	Temperatura do ambiente (°C)	Qtde acompanhamento (unid)	Temperatura do forno (°C)	Tipo de embalagem
1211	1174	1221	2835	1216	1755	1103	897	742	486	1503	721
8.1	7.9	8.2	19.1	8.2	11.8	7.4	6.0	5.0	3.3	10.1	4.9

Fonte: Autores.

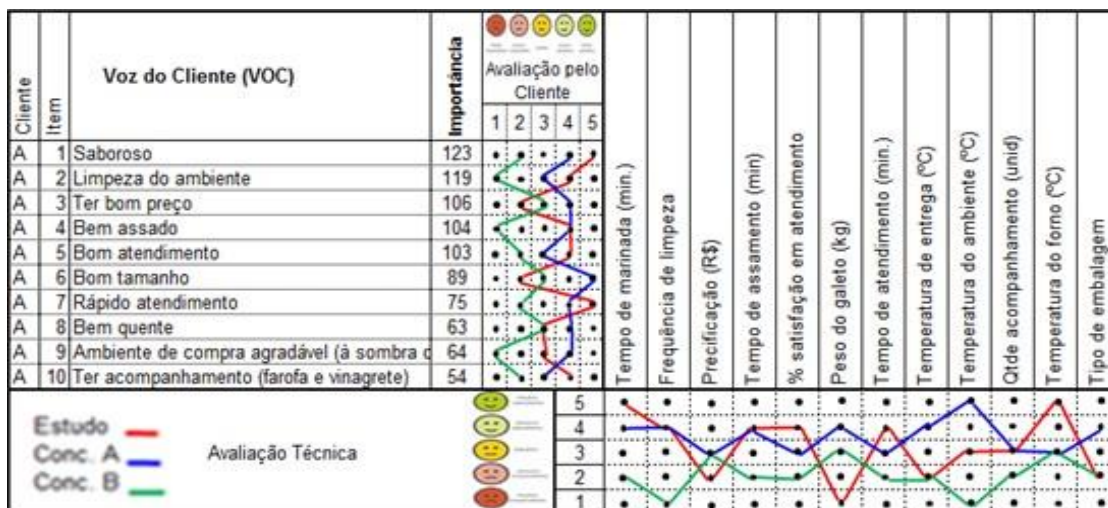
Este resultado foi possível com o envolvimento e participação do proprietário do estabelecimento e seus empregados, através de um trabalho em equipe de

caráter técnico. No quadro 2, também é apresentado o resultado das informações de sentido da melhoria no topo de cada parâmetro técnico, sendo possível compreender o nível de esforços que podem ser empregados para melhoria contínua dos processos e serviços. Exemplificando, o sentido de melhoria para o item “precificação” demonstra que a medida que houver possibilidade de redução é possível ampliar a satisfação, bem como o item “tempo de atendimento”.

Ainda no quadro 2, é exposto na parte inferior o resultado de importância relativa de cada “como” no atendimento dos itens “quês”, sendo esta relação aplicada para indicar o direcional para atuação e criação de planejamento pautado na priorização de aplicação dos esforços, como por exemplo o item “Peso do galeto” que atingiu 11,8 pontos percentuais de importância para atuação, assim como o item “Tempo de Marinada” atingiu 8,1 pontos percentuais e está fortemente relacionado com requisito “Sabor”, que havia sido considerado como a principal importância pelos clientes. Este planejamento deve ser observado com base nos resultados da realização do *Benchmarking*, compreendendo o desempenho do serviço frente os concorrentes na coluna de Avaliação Pelo Cliente. No quadro 3, temos o ranking de satisfação, demonstrando que a microempresa em estudo sobressai em 5 tópicos seus concorrentes.

A microempresa ocupa a posição mais elevada (Muito satisfeita) no requisito “Saboroso”, em que os clientes expressam maior importância. Sendo a melhor qualificada em termos de limpeza do ambiente e, bom e rápido atendimento na visão dos clientes. Os clientes também demonstram melhor preferência para o item 10 da microempresa em estudo.

Quadro 3: Benchmarking – Olhar do cliente vs Olhar da microempresa.

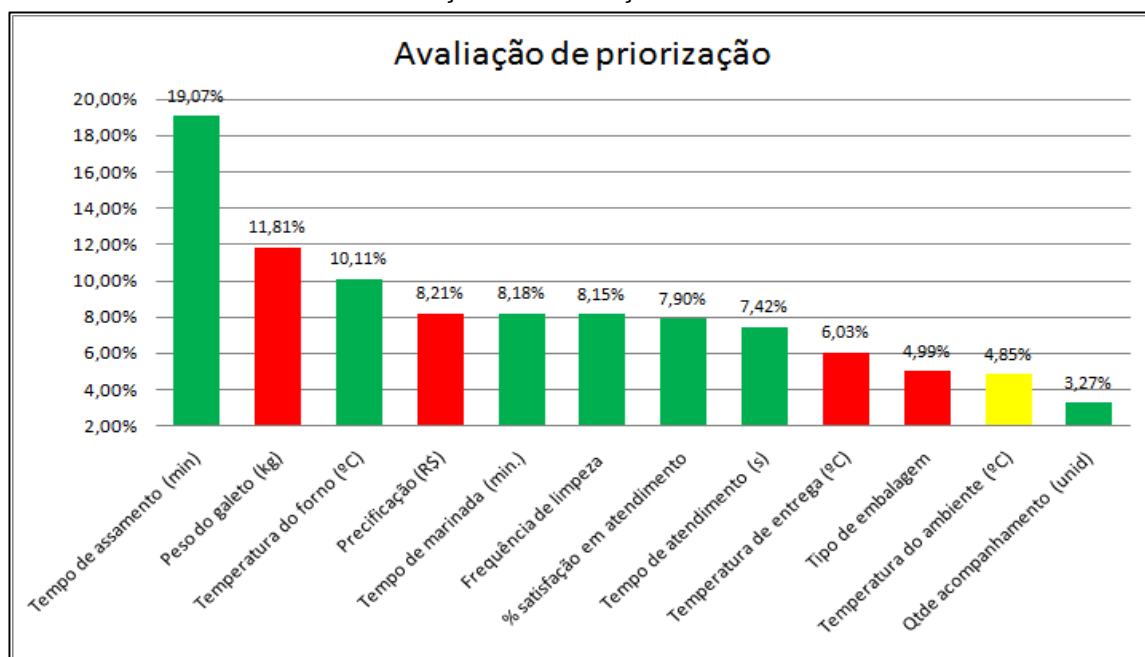


Fonte: Autores.

Contudo, é exposto que em 4 requisitos dos clientes, a microempresa em estudo não apresenta resultado satisfatório frente a concorrência. Por exemplo, O *benchmarking* revelou que no tópico “bem assado”, a microempresa está na faixa de satisfação (faixa 4) juntamente com o concorrente “A”, ambos a frente do concorrente “B”. Ainda analisando os resultados no quadro supracitado, é possível avaliar o *Benchmarking* realizado pela equipe técnica em relação aos concorrentes. Onde é demonstrado que os pontos que a equipe observou de oportunidades na microempresa em estudo, harmonizam, refletem e confirmam tecnicamente a insatisfação dos clientes.

A microempresa ocupa posição inferior os concorrentes “A” e “B” no item “Ter bom preço”, assim como os clientes demonstram insatisfação com a microempresa em relação o requisito “Bom tamanho” no tocante os seus concorrentes. Para os itens 8 e 9 a microempresa atingiu um nível neutro, porém inferior o concorrente “A”.O gráfico do quadro 4 demonstra o resultado de avaliação dos parâmetros técnicos. Esta priorização foi obtida com base nos requisitos da voz do cliente, correlacionados com os parâmetros técnicos analisados em conjunto com as análises de *Benchmarking* no tocante a satisfação dos clientes.

Quadro 4: Gráfico de Avaliação de Priorização.



Fonte: Autores.

Aqueles preenchidos “em verde” são itens que a microempresa já provê satisfação aos clientes e apresenta vantagem competitiva diante da concorrência. Deste modo, serão propostas ações que possibilitem controles, visando manter o nível de satisfação dos clientes. O parâmetro da coluna preenchida em amarelo, exposto no gráfico do quadro 4, apresentou resultado de satisfação abaixo do concorrente “A” pela visão dos clientes, contudo não será proposto ação neste primeiro momento, uma vez que a microempresa está na faixa neutra do nível de satisfação, e este requisito se encontra na penúltima posição do *ranking* de priorização de satisfação expostas pelos clientes, não justificando o alto investimento com climatização.

Os parâmetros das colunas em vermelho serão o foco das propostas de ações visando a satisfação dos clientes e vantagem frente a concorrência, indicando assim que nestes tópicos a microempresa deve empregar esforços visando promover ações para atuação. Com a obtenção dos resultados dos dados expostos e as análises que se seguiram em cada passo da matriz “casa da qualidade”, houve novamente o envolvimento do proprietário do estabelecimento e seus empregados, e ações foram indicadas no tocante as oportunidades de melhoria observadas, onde foram apresentadas tanto sugestões de melhoria com para controle, conforme demonstrado na tabela 14.

Tabela 14: Plano com sugestões de ações de melhoria e controle.

Item	Parâmetro técnico	O quê? (What?)	Porque? (Why?)	Como? (How?)
1	Peso do galeto (kg)	Estabelecer o fornecimento com o peso mínimo de 1,2kg por unidade de frango.	Atualmente é realizado a compra por unidade, não levando em consideração o peso do frango, permitindo assim a variação do peso de fornecimento. Entende-se que o custo possa aumentar, porém existe a expectativa de aumento no volume de fornecimento.	Desenvolver fornecedores de maior escala, firmando a condição de peso mínimo no pedido de compra e estabelecendo o pedido aberto com pagamento no ato, mas retirada programada.
2	Precificação (R\$)	Realizar a compra dos frangos com regime de pagamento com pedido aberto por 3 meses, porém retirando mercadoria semanal.	Atualmente é realizada a compra localmente com a quantidade mínima para atender a semana. Com esta ação, a compra será com volume, promovendo o poder de negociação para pleitear custos mais acessíveis.	Desenvolver cartaz internamente e folder apresentando os tipos de combos possíveis.
3	Precificação (R\$)	Criar estratégia de combo, prevendo um "preço-casado" na aquisição de outros itens do estabelecimento.	No estabelecimento é oferecido outros itens como refrigerante, lingüiça e derivados. Esta ação além de transparecer uma vantagem ao cliente, irá estimular a saída de outros itens.	Desenvolver cartaz internamente e folder apresentando as promoções.
4	Precificação (R\$)	Aplicar preço diferenciado às segundas e terças, com desconto de 10%.	Foi observado que nestes dias da semana o volume de venda é mais baixo. Com esta ação será possível estimular a venda nestes períodos de baixa saída.	Desenvolver cartaz internamente e inserir com o suporte da informática a informação de peso no
5	Peso do galeto (kg)	Expôr cartaz aos clientes que o galeto prevê o peso mínimo de 1,1kg, bem como registrar no cupom fiscal o peso entregue.	Para aplicar estratégia diferencial de marketing. Expondo a vantagem ao cliente de compra em função do peso.	

6	Temperatura de entrega (°C)	Introduzir a entrega do galeto envolto no papel alumínio, porém mantendo a sacola plástica.	Atualmente o galeto é entregue apenas em sacola plástica, o cliente reclama que já está frio chegando em sua residência. O concorrente utiliza forma de alumínio que tem um custo considerável, porém a proposta é envolver com papel alumínio que tem um custo mais acessível e provê o efeito de manter aquecido.	Realizar a compra do rolo de papel alumínio por atacado na quantidade bimestral, uma vez que não é um item perecível.
7	Tipo de embalagem			
8	Temperatura de entrega (°C)	Criar canal com motoboy para realizar as vendas por aplicativo via <i>Delivery</i>	Na pesquisa alguns clientes deram o feedback que estavam dispostos a pagar o serviço de <i>Delivery</i> , pois na rotina de outras atividades acabavam atrasando a chegada em casa e p galeto esfriava. Com a entrega em domicílio via motoboy a temperatura de entrega será mantida e promoverá flexibilidade para o cliente.	Afiliar motoboys para realização das demandas <i>Delivery</i> e expôr a configuração de entrega aos clientes via folder.
9	Itens que provê satisfação ao cliente	Realização de treinamento de "5S" e Padronização de Processos.	Manter a constância dos padrões dos serviços oferecidos, para não perder o nível de satisfação dos clientes.	Contratar o pacote de treinamento da consultoria.
10	Revisão de satisfação do cliente	Realização nova pesquisa de satisfação anualmente.	Para observar novas oportunidades e prover melhoria continua dos serviços.	Contratar novo pacote de consultoria.

Fonte: Autores.

As ações propostas na Tabela 14 permitirão uma vantagem competitiva à microempresa estudada frente a seus concorrentes, pois atuam diretamente no atendimento dos requisitos sinalizados pelos clientes, que demonstram baixa satisfação. Além disso, foram propostas ações que visam manter a satisfação dos clientes, de modo atuar em padronização de requisitos de satisfação já alcançados e identificados.

Vale ressaltar ainda que a tabela 14 apresenta ações referentes o que deve ser feito pela microempresa, demonstrando a razão de cada ação e as sugestões de caminhos para execução, contudo a decisão de realização e o tempo de efetivação dependerá do proprietário da microempresa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, foi possível constatar que há viabilidade em traduzir a voz do cliente em parâmetros técnicos, seguindo os passos da metodologia e com o envolvimento e trabalho em equipe dos integrantes do estabelecimento. A compreensão da VOC possibilitou canalizar recursos e esforços onde realmente importa ao cliente. Exemplificando, durante a elaboração deste trabalho, o proprietário do estabelecimento expôs que estava pesquisando centrais

de ar condicionado para climatizar o ambiente, destacou que seria necessário um investimento considerável para a implementação da climatização, contudo a matriz da casa da qualidade revelou que este requisito tem baixo grau de relevância para os clientes.

O proprietário da microempresa também revelou outro ponto que ele ansiava, que ilustrou a importância da tradução a voz, onde era estudado por ele a possibilidade de incrementar mais ingredientes nos acompanhamentos (vinagrete e farofa). Contudo, o método QFD demonstrou no *ranking* de importância na matriz casa da qualidade, que este era o último requisito expresso pelos clientes, e a microempresa já se destacava em preferência frente à concorrência.

Quanto a possibilidade de realizar a pesquisa e aplicação do método QFD sem altos investimentos, foi possível perceber boa disposição de participação voluntária dos clientes, uma vez que explicando que o objetivo principal é melhoria da satisfação nos serviços prestados, percebe-se uma motivação por parte dos entrevistados. Basicamente, o investimento é despendido exclusivamente para a aquisição do serviço de consultoria. Demonstrando um recurso viável para microempresas que desejam melhorar a satisfação dos clientes e compreender meios para sobrepor a concorrência frente uma era em que as empresas se tornam cada vez mais competitivas.

Acerca de limitações e restrições de aplicação, é importante citar a tomada de decisão para implementação das ações propostas, que depende exclusivamente da decisão do proprietário do estabelecimento. Outra limitação seria a ampliação do tempo para realizar revisão da pesquisa no tocante o acompanhamento das ações concluídas.

A aplicação do QFD no setor de serviços de alimentação indicou ser um forte aliado na utilização em diversos outros nichos de serviços que necessitem da compreensão da voz do cliente para estabelecer melhorias visando satisfação do cliente. Exemplificando, visualiza-se possibilidade de aplicação no setor de higiene pessoal e estética, serviços de pet, transporte, serviços de internet, *etc.*

É proposto sugestão de estudo para trabalhos futuros com ampliação de amostras, com o intuito de avaliar comparações e resultados com diferentes grupos de pessoas e sazonalidades, bem como análise da VOC na comparação deste tipo de estabelecimento com outros ramos similares.

A aplicação do QFD, com uso da Casa da Qualidade demonstrou um método prático e direto para atingir os objetivos propostos no trabalho, apesar do caráter subjetivo. Com base na aplicação do método é possível concluir que é imensamente útil propor melhorias nos parâmetros de serviços de qualidade com foco na voz do cliente.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, K. **A única coisa que importa: Trazendo o poder do cliente para dentro da empresa.** São Paulo. Livraria Pioneira Editora. 1993.

AKAO, Y., **Introdução ao Desdobramento da Qualidade.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico.** 7 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

BOGAN C. E., ENGLISH M. J., **Benchmarking aplicações práticas e melhoria contínua.** MakronBooks, São Paulo, 1997.

CHENG, Lin Chih et al. **QFD Planejamento da Qualidade.** Belo Horizonte: Editora Littera Maciel Ltda., 1995. 262 p.

FITZSIMMONS, James A. e FITZSIMMONS, Mona J. **Administração de Serviços.** Porto Alegre: Bookman, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual de Serviços.** Disponível em <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=servi%C3%A7os> Acesso em 28 nov 2020.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da Qualidade.** 8. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 195 p.

PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de metodologia da pesquisa científica.** Curitiba: Ed. Intersaberes, 2016.

PERULLO, N. **Filosofia della gastronomia laica: il gusto come esperienza.** Roma: Meltemi, 2010.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo, desenvolvendo qualidade padrão seis sigmas.** 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, **Experiência gastronômica – Uma ferramenta de fidelização e competitividade para bares e restaurantes.** Brasília, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICE A

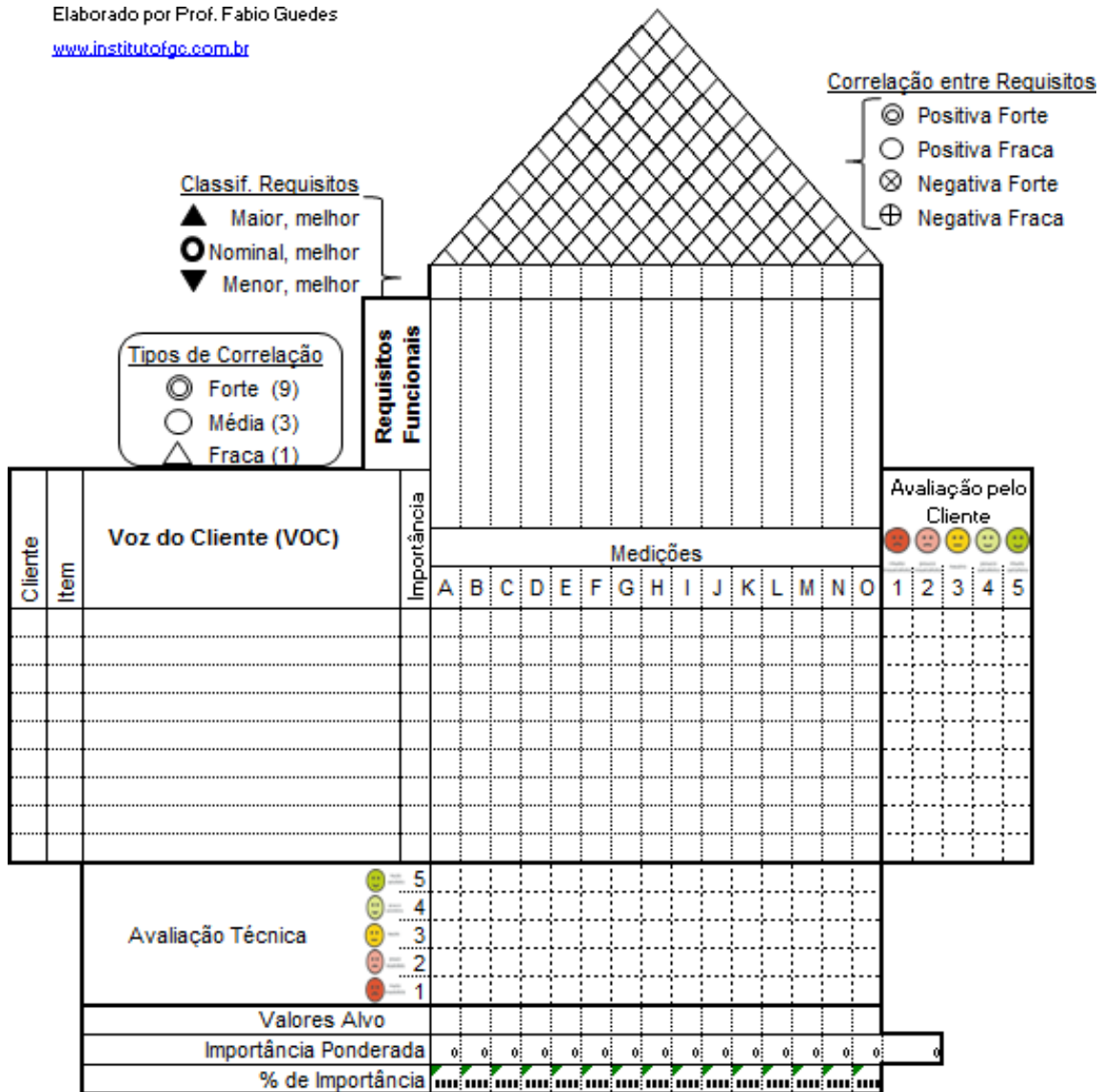
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO - ENGENHARIA DE PRODUÇÃO					
PESQUISA DE SATISFAÇÃO - GALETERIA					
Nome:			Bairro:		
Idade:		Sexo:		Profissão:	
Data da pesquisa: ___/___/___			Horário: ___:___		
Item	Requisito	Nível de importância 1 - nenhuma importância, 2 - pouca importância 3 - alguma importância, 4 - importante 5 - muito importante	Nível de satisfação 1 - muito insatisfeito, 2 - pouco insatisfeito 3 - neutro, 4 - satisfeito 5 - muito satisfeito		
			Microempresa	Concorrente A	Concorrente B
A	Ter bom preço				
B	Rápido atendimento				
C	Bem assado				
D	Bem quente				
E	Bom tamanho				
F	Saboroso				
G	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)				
H	Ambiente de compra agradável (à sombra ou ar condicionado)				
I	Bom atendimento				
J	Limpeza do ambiente				

Anexo I - Dados tabulados em planilha usando software Microsoft Excel® 2010.

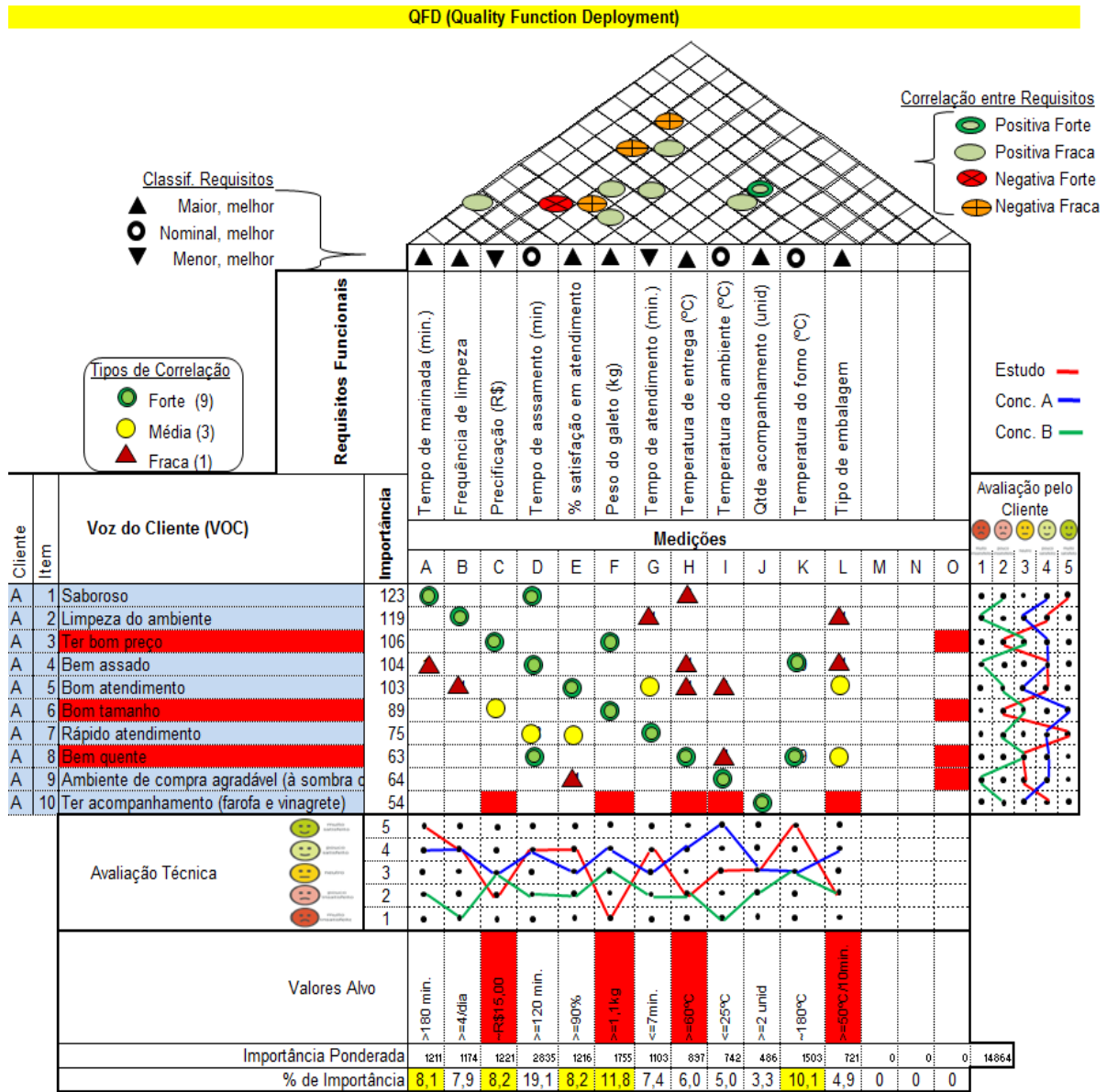
		TCC																																
		PESQUISA SOBRE A VOZ DO CLIENTE																																
		GALETERIA																																
Item	Características	Média	Total	% Unit	% Ac.	Clientes																												
						Thiago	Milena	Sophia	Michale	Cicero	Bisnaguel	Daniel	Carla	Vania	Jalison	Eugenio	Henrique	Larino	Paulinho	Davi	Edinho	Laurinha	Jessé	Kabique	Paulo	Jefferson	Vanderlan	Isaias	Gabriel	Santos	Valdiana	Andy	Ge	Erickley
F	Saboroso	4,10	123	14%	14%	5	5	5	4	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	4	5	5	2	4	5	4	4	4	5	3	4	4	3	
J	Limpeza do ambiente	3,97	119	13%	27%	1	5	3	4	5	5	5	4	5	2	4	4	5	5	5	4	4	1	5	5	5	5	2	1	5	3	2		
A	Ter bom preço	3,53	106	12%	39%	4	3	4	3	2	1	4	3	5	2	5	4	5	4	3	4	5	4	3	5	3	4	4	1	1	5	2	4	5
C	Bem assado	3,47	104	12%	50%	4	4	2	4	2	4	4	1	4	4	1	1	3	3	5	4	2	5	5	2	4	3	5	3	5	5	3	5	5
I	Bom atendimento	3,43	103	11%	62%	2	4	4	5	5	5	2	3	5	1	3	3	5	4	2	2	4	3	1	4	5	3	5	3	2	4	2	3	
E	Bom tamanho	2,97	89	10%	72%	5	3	2	3	4	3	3	1	4	2	3	5	4	2	1	4	2	1	3	5	3	1	3	4	4	3	5	2	
B	Rápido atendimento	2,50	75	8%	80%	2	2	3	2	3	1	1	3	3	5	2	3	1	5	3	3	3	2	3	3	2	2	1	1	4	2	2	4	
D	Bem quente	2,10	63	7%	87%	3	2	1	1	3	2	1	2	1	4	2	1	1	2	2	3	1	2	4	2	1	3	1	3	4	4	1	4	
H	Ambiente de compra agradável (a sombra ou ar condicionado)	2,13	64	7%	94%	1	1	5	2	1	4	2	1	2	4	1	1	2	4	2	1	1	2	1	4	1	3	1	2	2	3	5	1	
G	Ter acompanhamento (farofa e vinagrete)	1,80	54	6%	100%	3	1	1	1	1	4	2	4	2	1	2	3	2	2	1	1	3	1	2	1	2	2	2	3	1	1	1	1	
						900																												

Anexo II - Casa da Qualidade Guedes

Elaborado por Prof. Fabio Guedes
www.institutofgc.com.br



Anexo III - Tabela casa da qualidade preenchida





9

790558

251019