

Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira
Daniel Facciolo Pires
Marinês Santana Justo Smith
Sílvia Regina Viel
Welton Roberto Silvia (Orgs.)

ENGENHARIA: inovação, produtividade e sustentabilidade

ISBN VOLUME



ISBN COLEÇÃO



DOI

10.29327/531523



IC Uni-FACEF

Uni-FACEF
Centro Universitário Municipal de Franca

**Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira
Daniel Facciolo Pires
Marinês Santana Justo Smith
Sílvia Regina Viel
Welton Roberto Silva (Orgs.)**

ENGENHARIA: inovação, produtividade e sustentabilidade

ISBN 978-65-88771-09-9

**FRANCA
Uni-FACEF
2020**

Corpo Diretivo

REITOR

Prof. Dr. José Alfredo de Pádua Guerra

VICE-REITOR

Prof. Dr. Alfredo José Machado Neto

PRÓ-REITORA DE ADMINISTRAÇÃO

Prof^a. Dr^a. Melissa Franchini Cavalcanti Bandos

PRÓ-REITORA ACADÊMICA

Prof^a Dr^a Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira

PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO, CULTURA E DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO

Prof^a. Ma. Flávia Haddad França

PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO e COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

Prof. Dr. Sílvio Carvalho Neto

COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*

Prof. Dr. Paulo de Tarso Oliveira

COORDENADORA PEDAGÓGICA

Prof^a Dr^a Edna Maria Campanhol

COORDENADORA DE MARKETING

Prof^a Ma. Alba V. Penteadó Orsolini

ASSESSOR JURÍDICO

Prof. Me. Paulo Sérgio Moreira Guedine

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

Prof. Me. Cyro de Almeida Durigan

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS

Prof. Me. Orivaldo Donzelli

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Prof^a. Ma. Ana Tereza Jacinto Teixeira

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL – Publicidade e Propaganda

Prof. Ma. Fúlvia Nassif Jorge Facuri

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE ENFERMAGEM

Prof^a. Dr^a. Lívia Maria Lopes Gazaffi

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Prof. Me. Anderson Fabrício Mendes

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Prof. Dr. Flávio Henrique de Oliveira Costa

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE LETRAS

Prof^a Dr^a Ana Lúcia Furquim de Campos-Toscano

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE MATEMÁTICA

Prof. Dr^a Sílvia Regina Viel

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE MEDICINA

Prof^a Dr. Frederico Alonso Sabino de Freitas

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE PSICOLOGIA

Prof^a Dr^a Maria de Fátima Aveiro Colares

CHEFE DE DEPARTAMENTOS DOS CURSOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, ENGENHARIA DE SOFTWARE e CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Prof. Dr. Daniel F. Pires

Comissão Científica

Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira (Uni-FACEF)
Daniela de Figueiredo Ribeiro (Uni-FACEF)
Melissa F. Cavalcanti Bandos (Uni-FACEF)
Bárbara Fadel (Uni-FACEF)
Sílvia Regina Viel (Uni-FACEF)
Marinês Santana Justo Smith (Uni-FACEF)
Ana Lúcia Furquim Campos-Toscano (Uni-FACEF)
Daniel F. Pires (Uni-FACEF)
Sílvio Carvalho Neto (Uni-FACEF)
Emerson Rasera (UFU)
Renato Garcia de Castro (UNICAMP)
Pedro Geraldo Tosi (UNESP)
Vânia de Fátima Martino (UNESP)

Comissão Organizadora

José Alfredo de Pádua Guerra
Alfredo José Machado Neto
Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira
Melissa Franchini Cavalcanti Bandos
Sílvio Carvalho Neto
Marinês Santana Justo Smith
Sílvia Regina Viel
Welton Roberto Silva
Noemia Lopes Toledo
Lucas Antônio Santos
Alexandre Manoel Pereira
Édney Wésley Antunes

© 2020 dos autores
Direitos de publicação Uni-FACEF
www.unifacef.com.br

Coleção: Ciência e Desenvolvimento, v. 9.

O51g	Oliveira, Sheila Fernandes Pimenta e (Orgs.) Engenharia: inovação, produtividade e sustentabilidade. / Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira; Silvia Regina Viel; Daniel Facciolo Pires; Marinês Santana Justo Smith; Welton Roberto Silva (Orgs.). – Franca: Uni-FACEF; 2020. 118p.; il.
	ISBN Coleção 978-85-5453-017-4 ISBN Volume 978-65-88771-09-9 DOI
	1.Multidisciplinar - Fórum. 2. Iniciação Científica. 3.Pesquisa. 4.Metodologia. I.T.
	CDD 658

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos de autor (lei no. 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do código Penal. **Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade exclusiva de seus autores.**

Editora Uni-FACEF Centro Universitário Municipal de Franca
Associada à ABEC - Associação Brasileira de Editores Científicos

PREFÁCIO

O ponto central da engenharia é a resolução de problemas e o desenvolvimento de novas tecnologias, materiais e processos produtivos, buscando maximizar a eficiência das empresas e o bem-estar da população.

Neste contexto, as pesquisas científicas em Engenharia têm papel fundamental, para vencer os desafios impostos pela atualidade, pois a alta competitividade do mercado faz com que a busca por soluções inovadoras, sustentáveis e que minimizem custos, ampliando a produtividade nos mais diversos setores, sejam de grande relevância, principalmente quando aproximam a ciência da realidade prática.

Neste cenário, as perspectivas agregadas pela presente publicação são amplas, tanto para engenheiros que buscam atualizar e ampliar seus conhecimentos práticos e teóricos, quanto para leitores com formações distintas, que visem aprender mais a respeito de: drenagem urbana, sondagem de solos, concreto com utilização de restos de mármore e granitos, patologias construtivas, resposta eficiente ao consumidor (ECR) e gestão de projetos.

Nesse e-book, você encontrará pesquisas que contribuem diretamente para o desenvolvimento da sociedade, por analisarem questões de Engenharia de Produção e Engenharia Civil, importantes para a região de Franca - SP.

Sentimo-nos honrados pelo convite, para escrever o Prefácio deste e-book, e desejamos a todos uma boa leitura.

Prof. Me. Anderson Fabrício Mendes
Docente
Uni-FACEF Centro Universitário Municipal de Franca

Prof. Dr. Flávio Henrique de Oliveira Costa
Docente
Uni-FACEF Centro Universitário Municipal de Franca

SUMÁRIO

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO <i>EFFICIENT CONSUMER RESPONSE</i> (ECR) A SERVIÇO DA GESTÃO COLABORATIVA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: estudo de caso de aplicação em uma empresa de varejo supermercadista	8
DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: a introdução da combinatória de calçadas ecológicas e bueiros inteligentes em zonas de baixo relevo para redução de danos em alagamentos	26
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS DE SONDAÇÃO DE SOLOS E OS PARÂMETROS DE ESTACAS DO TIPO HÉLICE CONTÍNUA.....	41
ESTUDOS DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO UTILIZANDO COMO AGREGADO GRAÚDO RESTOS DE MÁRMORE E GRANITOS.....	65
GESTÃO DE PROJETOS: Análise da utilização do gerenciamento de projetos com dois gestores	84
PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS: estudo no Centro Universitário Municipal de Franca	103
ÍNDICE	118

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO *EFFICIENT CONSUMER RESPONSE* (ECR) A SERVIÇO DA GESTÃO COLABORATIVA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: estudo de caso de aplicação em uma empresa de varejo supermercadista

Danilo Garcia Castelani
danilogcastelani@hotmail.com

Géssica Karoline Pires
gessicakaroline12@gmail.com

Jéssica Silva Rodrigues
jessicarodrigues345@hotmail.com

Maria Júlia Ferreira Bizarro
mariajuliabizarro@outlook.com

Aletéia Cordero Leal Oliveira
aleteiacordero@facef.br

1. INTRODUÇÃO

No início da década de 1990, as organizações do canal de distribuição de produtos de mercearia básica começaram a sentir a perda de competitividade frente a outros canais. Esse período foi marcado por uma “transformação do cliente, que passou a ser mais exigente ao que compra. Essa mudança passa pela procura por produtos, preços e estabelecimentos alternativos, além da valorização do serviço prestado com qualidade” (SOUZA, 2018).

Desta forma, os varejistas e seus fornecedores tomaram consciência da necessidade de incorporarem novos modelos e ferramentas de gestão que focassem no maior controle dos custos internos e na melhoria dos serviços oferecidos ao longo da cadeia, buscando operar de forma eficiente diante de um mercado consumidor cada vez mais segmentado e complexo. Em consequência disso, em 1993, nos Estados Unidos da América, surgiu o ECR (*Efficient Consumer Response* – Resposta Rápida ao Consumidor), uma prática estratégica de gestão do canal de distribuição que visa melhorar o atendimento ao cliente final através da construção de uma cadeia de suprimentos mais ágil e barata entre fabricantes, distribuidores e varejistas.

Em continuidade, os estudos indicam que o ECR é uma versão aperfeiçoada de dois conceitos: o *Just in Time* (JIT), introduzido, inicialmente, em meados dos anos 70, na indústria automobilística japonesa, e o *Quick Response* (QR), incorporado, em grande parte, pelas indústrias têxteis. Considera-se, ainda, mencionar que, em atividade desde 1997, as iniciativas voltadas ao ECR no Brasil enfocam, prioritariamente, na área supermercadista, mas a sua aplicabilidade é muito mais abrangente, podendo ser utilizado em inúmeros outros setores (GHISI; SILVA, 2001; PORTOGENTE, 2016).

Em virtude do que foi apresentado nos parágrafos anteriores, o presente artigo tem como objetivo analisar a aplicabilidade do ECR em uma empresa de varejo supermercadista. Para tanto, os procedimentos metodológicos empregados são referencial teórico feito por meio de levantamento bibliográfico e estudo de caso de implantação de ferramentas e tecnologias do ECR realizado em uma empresa do setor de varejo supermercadista localizada no município de Franca, interior do estado de São Paulo, que foi fonte direta para coleta de dados realizada através de entrevista não-estruturada.

O desenvolvimento está segmentado em duas partes. A primeira parte aborda a revisão bibliográfica, nas quais são apresentados os conceitos referentes ao ECR, sendo eles: a perspectiva histórica; as definições e objetivos; o funcionamento e os processos e ferramentas utilizadas pela prática; e os impactos do ECR para a SCM (*Supply Chain Management* – Gestão da Cadeia de Suprimentos). Em seguida, na segunda parte, buscou-se fazer uma análise crítica da aplicabilidade do ECR, discutindo-se um caso de aplicação da prática em supermercado de médio porte.

2. ECR (EFFICIENT CONSUMER RESPONSE – RESPOSTA RÁPIDA AO CONSUMIDOR)

Nesta seção, são apresentados os conceitos sobre o ECR (*Efficient Consumer Response* – Resposta Rápida ao Consumidor). A primeira parte aponta a evolução e a perspectiva histórica referente ao tema. Posteriormente, a segunda parte discorre sobre as definições, os objetivos e os conceitos básicos do ECR. A terceira parte tem foco no funcionamento e nos processos e ferramentas utilizadas pela prática em estudo. Finalmente, a quarta e última parte traz uma discussão sobre os impactos do ECR para a SCM (*Supply Chain Management* – Gestão da Cadeia de Suprimentos).

2.1. Perspectiva Histórica do Ecr

De acordo com um estudo realizado por Ghisi e Silva (2006), no final da década de 80 e início da década de 90, as organizações americanas que participavam do canal de distribuição de produtos de mercearia básica começaram a sentir a perda de competitividade e eficiência. Entre os fatores que contribuíram para esse processo estão: o aparecimento de formatos alternativos de varejo, como os clubes atacadistas, os *supercenters*, as superlojas e as lojas de desconto; a ascensão das redes de *fast-food*; o tempo disponível para o preparo das refeições em casa. Essas perdas e ineficiências culminaram na queda das vendas, o que motivou os varejistas e as indústrias a buscarem formas alternativas para reduzir o nível elevado dos estoques ao longo da cadeia.

Ching (2001 apud MELOTO et al., 2006) discorre que o ECR foi desenvolvido nos EUA a partir de 1993, visando, principalmente, obter eficiência na cadeia logística através da redução de tempos e custos envolvidos no processo, de

forma a gerar um maior valor agregado ao consumidor. Do mesmo modo, Barratt e Oliveira (2001 apud PIRES, 2007, p. 167-168) relatam que a primeira iniciativa significativa tomada para garantir a integração em uma rede de suprimentos ocorreu em 1992, quando 14 associações de negócios na Europa e nos EUA fundaram um grupo chamado “Movimento ECR” com o propósito de “liderar uma transformação sem precedentes nas práticas de negócios”. Outrossim, o documento inicial publicado por esse grupo realçava quatro processos básicos a serem introduzidos nas organizações, viabilizando a maior eficiência na SCM (*Supply Chain Management* - Gestão da Cadeia de Suprimentos), sendo eles: promoções, reposições de estoques, sortimento (mix) e introdução de novos produtos.

Segundo Kurnia et al. (1998 apud GHISI; SILVA, 2001), os varejistas americanos eram especialistas em oferecer serviços orientados para o consumidor, e por meio do ECR buscavam alternativas estratégicas de gerenciamento para combater a concorrência dos novos formatos de varejo que surgiam. Entretanto, as empresas europeias, conhecidas pela alta eficiência, engajaram ao movimento ECR com o objetivo de oferecer produtos e serviços de melhor qualidade.

Meloto et al. (2006) afirmam que o ECR, sigla para *Efficient Consumer Response* ou Resposta Eficiente ao Consumidor, surgiu a partir da evolução de um conceito resultante de um relacionamento entre as empresas estadunidenses Procter & Gamble e WalMart denominado *Quinck Response (QR)*, ou seja, resposta rápida. Pires (2007, p. 169), acrescenta que, a partir das informações recebidas diretamente das caixas registradoras, essas empresas puderam “programar todo o processo de atendimento (produção e entrega) de uma forma muito mais dinâmica e precisa”. Consequentemente, a adoção dessa prática no período de 1995 a 2001 possibilitou que o giro anual dos estoques do WalMart nos EUA crescesse de 5,23 para 8,34.

Ainda sobre a origem da prática em estudo, pode-se afirmar que o *Quinck Response* se baseia na antiga lógica do ponto de reposição (*reorder point*) e no *Just in Time*¹, preocupando-se, assim, não apenas com a questão da velocidade de entrega, mas também com um conjunto de requisitos que visam ao atendimento rápido somado aos padrões satisfatórios de qualidade e preço (PIRES, 2007).

Embora a prática tenha se expandido para setores industriais, a grande maioria dos casos de implementação do ECR advém da área de varejo, como os supermercados. Isso acontece, porque as grandes redes de supermercados trabalham com produtos de alta demanda, como alimentos, materiais de higiene e limpeza. Todos esses produtos são consumidos em grande escala e, por isso, necessitam de reposição rápida. Além disso, em alguns casos da categoria alimentícia, é necessário atender-se em ofertar produtos frescos, devido ao curto prazo de validade, como queijos e derivados, confeitaria e padaria, entre outros.

¹ **Notas dos autores:** a filosofia do *Just in Time* está pautada em: fazer bem as coisas simples; fazê-las cada vez melhor; eliminar todos os desperdícios do processo; agregar valor e diminuir os custos; aproximar clientes e fornecedores (internos e externos). **Fonte:** CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2006.

Dessa forma, como discutido anteriormente no funcionamento do ECR, uma das características mais marcantes dessa prática é a adoção da chamada gestão por categorias, termo usado para indicar que os produtos nas lojas são divididos e administrados por grupos, como por exemplo, refrigerantes, bolachas, laticínios, eletrônicos, entre outros. Essa prática permite que os varejistas gerenciem “a lucratividade e os giros dos estoques de cada categoria buscando otimizar seu sortimento e suas promoções” (PIRES, 2007, p. 168-169).

Em seus estudos, Milaneze e Batalha (2003, p. 2) discorrem que, “no Brasil, as iniciativas de aplicação do ECR estão concentradas em indústrias, atacadistas e varejistas ligadas ao setor de autosserviço, mas sua aplicabilidade é muito mais abrangente, podendo ser utilizado em inúmeros outros setores”. Analogamente, Pires (2007) diz que, em âmbito nacional, as iniciativas enfocam, prioritariamente, no elo supermercadista, destacando a experiência positiva com o ECR de grandes grupos varejistas, como o WalMart, Pão de Açúcar, Ponto Frio, Carrefour, entre outros.

As leituras mostram que, no Brasil, a ECR possui um programa direcionado às empresas nacionais chamado Associação ECR Brasil, atuando desde 1997. Com sede em São Paulo, a associação opera nas regiões brasileiras, com um núcleo ECR Regional sediado em Fortaleza. Além disso, em seu site, a Associação ECR Brasil (2020) pontua que a “Resposta Eficiente ao Consumidor visa disponibilizar o produto desejado, sempre que seja buscado no ponto de venda, com a maior validade possível, por preço justo e com a melhor experiência de compra e de uso”. A proposta é assegurar a informação e inovação, uma vez que o perfil do consumidor vem passando por uma mudança drástica, no qual muitos deles têm buscado soluções e funcionalidades em produtos e serviços.

Em sua apresentação, a Associação ECR Brasil (2020) destaca que a implementação da prática pelas principais indústrias e redes de supermercados na década de 1980, nos Estados Unidos, permitiu a redução rápida de mais de 10% dos custos das cadeias em que essas empresas operavam. Entre os objetivos da associação estão: aumentar conhecimento e utilização destas melhores práticas na região; estimular crescimento da colaboração entre empresas, buscando maior eficiência / menores perdas; medir os resultados das atividades geradas. Outrossim, é sugerido três frentes de atuação para uma adequada implementação do ECR em uma SC (*Supply Chain*):

- criação de um ambiente de mudança nas empresas envolvidas, trabalhando principalmente a mudança em termos educacionais e comportamentais;
- começar a implementação por um número pequeno (de duas a quatro) empresas e usar essa experiência para a eventual expansão do sistema para outras empresas;
- desenvolvimento de uma infraestrutura adequada em termos de TIC para suportar o sistema (PIRES, 2007, p. 167).

Pires (2007, p. 170), ainda, apresenta uma curiosidade referente ao crescimento da prática ECR no setor químico brasileiro, “onde o monitoramento dos

níveis de estoque mantidos pelos fornecedores junto aos seus clientes chaves é, de certa forma, facilitado pelas características dos produtos e suas formas de armazenagem”. Ou seja, em âmbito nacional, nota-se que essas empresas monitoram e controlam (com um eficiente sistema operacional via *Internet*) os estoques de um produto químico junto a alguns de seus clientes no país. Alinhado a isso, destaca-se o atendimento (reposição) eficiente feito por sistemas integrados e modais rodoviários.

2.2. Definição, Objetivos e Conceitos Básicos do ECR

Segundo o levantamento bibliográfico e estudos realizados por Ghisi e Silva (2006, p. 114), existem diversas definições para o termo ECR (*Efficient Consumer Response*). De maneira geral, a maioria dos autores partem da premissa de que o ECR pode ser compreendido “como sendo uma inovação gerencial: estratégia de gestão ou de negócio, processo, ferramenta, prática ou filosofia de gestão”. Além disso, estudando a definição apresentada por nove diferentes publicações entre os anos de 1993 e 2000, as autoras analisadas elaboraram uma definição abrangente para o ECR, sendo ela:

Estratégia de gestão do canal de distribuição em que os fornecedores, atacadistas e varejistas trabalham de forma integrada para eliminar ineficiências e reduzir custos excessivos, com o objetivo de atender às necessidades e expectativas dos consumidores e maximizar a eficiência dos negócios para as partes envolvidas em uma negociação (GHISI; SILVA, 2006, p. 115).

De maneira similar, Lavratti, Colossi e Deluca (2002) afirmam que o ECR é uma estratégia utilizada, principalmente, na indústria de supermercados, na qual distribuidores e fornecedores trabalham em conjunto para proporcionar maior satisfação e valor ao consumidor final, assegurando-se, assim, a vida longa dos negócios. “Esse movimento é totalmente voluntário e se caracteriza principalmente pela mudança de processos e melhoria contínua dentro da cadeia de suprimento” (SOUZA, 2018). Pode-se dizer que as principais características do ECR são:

- uso da tecnologia e a orientação ao atendimento das necessidades do consumidor;
- troca de informações e a coordenação da cadeia de suprimentos, através da padronização e racionalização do processo de distribuição de produtos e serviços;
- foco na otimização da eficiência nos processos da cadeia como um todo e maior agregação de valor para o consumidor (GHISI; SILVA, 2001, p. 7).

Em sua teoria apontada em seu livro *Gestão de Estoques na Cadeia Logística Integrada*, Ching (2001 apud MELOTO et al., 2006, p. 2) enfatiza que o ECR é um conceito inovador no relacionamento entre o cliente e o fornecedor. Essa prática tem a finalidade de sincronizar a cadeia de valor, desde o produtor da matéria-prima até o consumidor final, proporcionado a este “a oportunidade de comprar o produto/ serviço certo, no local que lhe é mais conveniente, no momento que precisar, na quantidade necessária e pagando um preço justo”. Para tanto, salienta-se, ainda, a importância do conhecimento dos hábitos e comportamentos do

consumidor, de modo que as iniciativas do ECR estejam direcionadas à satisfação do mesmo.

De acordo com Pires (2007, p. 167), de forma sucinta, o principal objetivo do ECR é atender melhor as reais demandas dos clientes, por meio de “um sistema de reposição automática dos estoques consumidos nos pontos-de-venda”. Como exemplo, pode-se imaginar uma situação comum de um consumidor fazendo uma compra em um supermercado. Ao passar com o produto pelo caixa e efetuar o pagamento, a informação da venda é contabilizada para efeito de faturamento do supermercado e de baixa no seu estoque. Em seguida, através de um sistema eletrônico de troca de dados, a informação é repassada ao fornecedor do produto, de modo que ele possa planejar e providenciar a reposição do produto consumido no supermercado. Além disso, o autor acrescenta que a implementação do ECR requer investimentos adicionais em TIC, tais como: sistemas de código de barras, *scanners*, EDI (*Electronic Data Interchange* - Troca Eletrônica de Dados), entre outros.

Em continuidade, vale dizer que o SCM (*Supply Chain Management* – Gerenciamento da cadeia de suprimentos) corresponde a um dos pilares da filosofia do ECR. Da mesma forma apresentada pelo ECR, o propósito do SCM é a redução da quantidade total de recursos necessários associado à entrega precisa dos produtos, no lugar certo, no tempo certo, e na quantidade certa. Para atingir este objetivo é necessário sincronizar as necessidades do cliente com o fluxo de materiais dos fornecedores, de modo a reduzir os custos e investimentos de estoques na cadeia como um todo, aumentar o serviço ao cliente, criar vantagem competitiva e agregar valor à cadeia de abastecimento (MELOTO et al., 2006).

2.3. Configuração, funcionamento, processos e ferramentas do ECR

Concordante à perspectiva histórica apresentada, pode-se afirmar que o ECR abrange uma série de tecnologias, processos e métodos, e sua viabilização é verificada por meio da aplicação de quatro importantes estratégias, que lhe dão sustentação: Reposição Eficiente de Produtos, Sortimento Eficiente de Produtos, Promoção Eficiente de Produtos e Introdução Eficiente de Produtos (GHISI; SILVA, 2006). A definição dessas estratégias, bem como os seus principais pontos relevantes estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – As Estratégias do ECR, Definições e Principais Aspectos

Estratégias do ECR	Definições	Principais aspectos
---------------------------	-------------------	----------------------------

Reposição Eficiente de Produtos	Redução de tempo e custos na reposição de produtos: repor o produto certo, no local certo, na hora certa, da maneira mais eficiente possível	<ul style="list-style-type: none"> • pedidos automatizados; • intercâmbio de informações (EDI); • ligação de todo o canal em um único fluxo, desde a produção até o ponto de venda do varejista; • estima-se a redução em 4,1% nos preços finais dos produtos com a adoção dessa estratégia.
Sortimento Eficiente de Produtos	Melhoria no mix de produtos e gerenciamento dos níveis de estoque nas lojas: melhor gerenciamento dos estoques e espaços da loja na interface com o consumidor	<ul style="list-style-type: none"> • melhor utilização do espaço em loja; • aumento do giro de estoque; • definição da categoria de produtos de acordo com o comportamento de compras dos consumidores; • estima-se a redução em 1,5% nos preços finais dos produtos com a adoção dessa estratégia.
Promoção Eficiente de Produtos	Melhor planejamento e gerenciamento das promoções: melhorar a alocação dos recursos direcionados à promoção	<ul style="list-style-type: none"> • desconto contínuo estabelecidos entre ambas as partes de uma negociação; • compartilhamento dos ganhos com as promoções entre os elos do canal; • estima-se a redução em 4,3% nos preços finais dos produtos com a adoção dessa estratégia.
Introdução Eficiente de Produtos	Melhoria no desenvolvimento e introdução de novos produtos: identificar oportunidades de mercado com base na visão do cliente final	<ul style="list-style-type: none"> • redução da taxa de insucesso dos novos produtos introduzidos, melhorando a performance destes; • identificação de oportunidades de mercado com base na visão do cliente; • estima-se a redução em 0,9% nos preços finais dos produtos com a adoção dessa estratégia.

Fonte: GHISI; SILVA, 2006, p. 116.

Em continuidade, vale enaltecer que essas estratégias do ECR contam com o apoio de dois processos-chave imprescindíveis: o gerenciamento por categorias e a reposição contínua de produtos.

- **Gerenciamento por categorias:** trata-se de uma ferramenta do ECR que tem por objetivo administrar cada categoria de produto que o supermercado dispõe como unidade de negócio;
- **Reposição contínua de mercadorias:** é uma ferramenta que tem por objetivo disponibilizar rapidamente na gôndola produtos frescos e com qualidade (MILANEZE; BATALHA, 2003, p. 3, grifo nosso).

Além disso, Meloto et al. (2006, p. 3) enfatiza que a reposição contínua é um dos fatores mais importantes no abastecimento eficiente, pois visa um fluxo mais frequente em lotes menores, possibilitando a redução dos estoques do varejo. O SCM compreende três estágios: 1. determinar o pedido baseado nos dados de venda das caixas registradoras; 2. processar tais pedidos nos centros de distribuição; 3. movimentar os produtos até o ponto de consumo. Esses estágios, quando bem coordenados, reduzem erros e criam um processo contínuo. O objetivo da reposição contínua é integrar os três roteiros do fluxo logístico (da fábrica até o armazém, do armazém até o varejo, e do varejo até o consumidor) em um processo que crie uma trajetória mais eficiente.

Além disso, o ECR utiliza como suporte diversas outras tecnologias e métodos. Tendo em vista as abordagens trazidas por Milaneze e Batalha (2003), o Quadro 2 indica e explica algumas dessas ferramentas direcionadas ao suporte técnico: Código de Barras/ *Scanners*, *Activity Based Costing* (ABC - Custeio

baseado em atividades), EDI Mercantil, EDI Financeiro, Benchmarking das melhores práticas, pedido acompanhado por computador, *cross-docking* e padronização.

Quadro 2 – Ferramentas do ECR

Ferramenta	Definição
Código de barras/ <i>scanners</i>	É uma representação gráfica de dados numéricos ou alfanuméricos. A decodificação dos dados é realizada por um tipo de <i>scanner</i> (leitor), que emite um raio vermelho que percorre todas as barras. Trabalham na identificação dos produtos no sistema de Ponto de Vendas dos lojistas, permitindo agilidade, automação, diminuição de erros e o aumento da rastreabilidade e visibilidade dos produtos e processos.
<i>Activity Based Costing</i> (ABC - Custeio baseado em atividades)	O custeio baseado em atividades é uma ferramenta que permite a análise minuciosa dos custos de cada operação, não apenas os internos, mas também os de interface com os fornecedores. O conceito 80-20, com sua classificação de produtos, proporciona um esquema, baseado na atividade de vendas, para determinar quais produtos receberão os variados níveis de tratamentos logísticos.
EDI Mercantil (<i>Eletronic Data Interchange</i> ou Troca Eletrônica de Dados)	Informações precisas e no tempo certo devem ser utilizadas para dar apoio as decisões efetivas de <i>marketing</i> , produção e logística. As informações de compras dos consumidores, identificados através das leitoras óticas no <i>check-out</i> (padrões EAN), transitarão externamente entre os parceiros através de EDI e, internamente, influenciarão o mais produtivo e eficiente uso da informação em um sistema informatizado.
EDI Financeiro (<i>Eletronic Data Interchange</i> ou Troca Eletrônica de Dados)	É um mecanismo de troca eletrônica capaz de agilizar e baratear os processos financeiros entre produtores, distribuidores e instituições financeiras.
<i>Benchmarking</i> das melhores práticas	É a forma de comparar a prática da empresa com a dos concorrentes
Pedido acompanhado por computador	Automação do processo de pedido, movimentação e recebimento de mercadorias
<i>Cross-docking</i>	É um método de distribuição, no qual a mercadoria recebida num armazém ou centro de distribuição, não é estocada como seria a prática comum, mas é preparada para o carregamento e distribuição ou expedição a fim de ser entregue ao cliente ou consumidor imediatamente, ou, pelo menos, o mais rapidamente possível.
Padronização	Tem como objetivo definir e implementar padrões necessários que garantem maior eficiência e produtividade à cadeia logística. Os produtos devem fluir com a maximização dos processos de adição de valor desde a produção/embalagem até a sacola do consumidor, bem como assegurar que o produto certo esteja disponível na hora certa.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Milaneze e Batalha (2003, p. 3).

2.4. Impactos do ECR para o SCM: benefícios e dificuldades

Segundo Mitchell (2001 apud MILANEZE; BATALHA, 2003), a aplicação prática das ferramentas proporciona maior interação entre os membros do canal, motivando relações estratégicas satisfatórias, em que os benefícios dessa interação se estendem até o consumidor final.

Em seus estudos, Meloto et al. (2006) evidenciam que a sincronização das necessidades dos clientes, alinhada ao fluxo de materiais dos fornecedores, proporciona a redução dos estoques na cadeia, aumenta o nível de serviço, agrega valor à cadeia de abastecimento e cria vantagem competitiva frente à concorrência. Além disso, a utilização do EDI padroniza as informações e o processo, permitindo maior velocidade na emissão de pedidos, a diminuição dos erros de processamento, a redução de tempos de ciclo de entregas e dos custos operacionais.

De acordo com Athie (1998), conforme citado por Milaneze e Batalha (2003), apesar das dificuldades para se implantar o ECR, os benefícios trazidos por ele tendem a compensar o esforço. Entre os benefícios estão: aumento da receita (em função do aumento do nível de serviços, melhores sortimentos, aumento da presença e margens superiores); redução de custos (através da diminuição dos custos de estoque, de capital, de logística e de promoção e lançamento de novos produtos). Em acréscimo, as estratégias do ECR indicam a existência de benefícios para todos os agentes primários do canal de distribuição (consumidores, varejistas, atacadistas e indústrias), conforme listados no Quadro 3.

Quadro 3 – Benefícios do ECR para os Agentes do Canal de Distribuição

Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • maior sortimento de produtos e maior conveniência; • facilidade em encontrar todos os produtos que deseje; • produtos mais frescos e de melhor qualidade; • produtos a preços mais justos e serviços mais eficientes.
Varejistas	<ul style="list-style-type: none"> • consumidores mais leais; • melhor mix de produtos nas gôndolas; • redução dos níveis de estoque e itens em falta; • melhor conhecimento do consumidor; • redução do tempo de reabastecimento; • aumento das vendas; • melhor relacionamento com o fornecedor; • redução dos custos operacionais e administrativos; • redução dos custos de transação; • redução do tempo de recebimento de mercadorias.
Atacadistas e Indústrias	<ul style="list-style-type: none"> • redução dos níveis de estoque; • melhor conhecimento do consumidor; • maior eficiência no reabastecimento de mercadorias; • maior eficiência nos lançamentos de produtos e promoções; • aumento da integridade da marca; • melhor relacionamento com o varejista; • redução dos custos operacionais e administrativos; • redução dos custos de transação; • aumento das vendas.

Fonte: GHISI; SILVA, 2006, p. 118.

O ECR está relacionado à quebra de *trade-offs* entre o nível de serviço prestado ao cliente e os custos logísticos, uma vez que proporciona claramente uma

série de vantagens tanto para o fornecedor como para o cliente final, geralmente, representados por uma empresa industrial e por um varejista, respectivamente. No âmbito dos fornecedores, têm-se: a notória melhora na gestão da demanda e na precisão das entregas; a redução de custos operacionais, assim como de burocracias, de atividades improdutivas e de estoques; a diminuição da depreciação e obsolescência dos estoques; a melhora da marca. Já para os clientes, pode-se citar: o aumento da exposição e opções de produtos; a redução das faltas de estoques (*stockouts*), assim como dos preços em geral; o maior giro dos estoques; a diminuição das perdas por prazos de validade vencidos; melhor atendimento ao cliente final (PIRES, 2007).

Na abordagem de Pires (2007), nos últimos anos, é evidente que a expansão das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação), aliada ao processo de reestruturação e de consolidação da base de fornecedores e de clientes nas cadeias de suprimentos, tem permitido a redução significativa no nível de burocracia e dos custos de transações entre as empresas. Nesse sentido, os estudos complementam que:

A prática do ECR (*Efficient Consumer Response* - Resposta Eficiente ao Consumidor), somada à tecnologia do EDI, tem-se convertido em grande ferramenta a serviço da gestão da demanda ao longo da SC, proporcionando melhor entendimento do comportamento do mercado e subsidiando as decisões de marketing e produção (PIRES, 2007, p. 167).

Analogamente, Milaneze e Batalha (2003, p. 2) afirmam que ao focar na eficiência da cadeia de suprimentos como um todo, ao invés de priorizar a eficiência individual dos elos do canal, “pode-se reduzir os custos totais do sistema, dos estoques e bens físicos, ao mesmo tempo em que o consumidor tem a possibilidade de escolher produtos recém fabricados e com qualidade”. Pires (2007) aponta que a prática do ECR propicia um trabalho integrado entre várias empresas, a partir da análise e entendimento conjunto da demanda dos clientes e, posteriormente, a administração dos produtos e dos estoques. Esse raciocínio engloba fabricantes, fornecedores, distribuidores e varejistas.

Em contrapartida, para que tais benefícios sejam alcançados, algumas barreiras devem ser superadas. Entre elas, pode-se citar: falta de entendimento dos agentes, assim como a resistência às mudanças; não comprometimento do conjunto da empresa com a mudança; ausência de planejamento e persistência; insuficiência de dados e acuracidade dos mesmos; receio quanto ao funcionamento do algoritmo e sistemas de remuneração não compatíveis entre os membros do canal - vendedores e compradores (ATHIE, 1998 apud MILANEZE; BATALHA, 2003).

Ghisi e Silva (2006, p. 118-119) explicam algumas dessas dificuldades. Primeiramente, as autoras evidenciam que a dificuldade em promover a mudança na cultura da empresa e na forma de gerir negócios está relacionada ao despreparo dos agentes do canal para “trocar informações relevantes, abrir dados para os parceiros comerciais e ter visão de todo o processo”. Além disso, constata-se que, em certas organizações, as tecnologias e os processos, ainda, são inadequados e

incapazes de fornecer informações relevantes para a tomada de decisões, assim como, não estabelecem conexões satisfatórias com os parceiros. No entanto, a dificuldade em se adequar à essas novas tecnologias, a escassez de verba e a insegurança em assumir os custos de investimentos em novos sistemas informacionais são tidas como entraves que impedem o avanço do ECR em algumas empresas.

Da mesma forma, os estudos indicam que, nem sempre, as empresas envolvidas compartilham os mesmos interesses relacionados aos investimentos no ECR, uma vez que há conflitos e diferenças entre as prioridades para a indústria, atacado e varejo. “Outro problema evidenciado é a inadequação da previsão de vendas, aspecto não abordado pelo ECR e elemento crítico no gerenciamento do canal de distribuição” (GHISI; SILVA, 2006, p. 118).

Outrossim, uma das adversidades a ser superada é a resistência interna, uma vez que “alguns funcionários, principalmente dos departamentos de compras e vendas, acreditam que adotar o ECR implica demissões de pessoal” (GHISI; SILVA, 2006, p. 119). Nesse sentido, torna-se imprescindível que os gerentes dessas empresas preparem os colaboradores, realizando treinamentos, e, se possível, alocando-os para outras funções que agreguem mais valor ao consumidor final.

Em relação ao comprometimento interno, todos os membros da organização devem estar dispostos e aptos a receber e a trabalhar as novas informações, motivados pelo trabalho conjunto e participativo. Para tanto, é preciso considerar a área da tecnologia de informação como unidade estratégica de negócio, direcionando projetos de mudanças a todos os departamentos da empresa. Sabe-se, ainda, que para evitar o esforço unilateral e insuficiente, é fundamental que haja empenho e envolvimento dos agentes do canal externo (GHISI; SILVA, 2006).

Face ao exposto, pode-se concluir que, atualmente, o ECR é considerado uma ferramenta promissora que visa atender as contingências do mercado, proporcionando, ainda, benefícios operacionais, financeiros e serviços para àqueles que conseguem a sua implantação (MILANEZE; BATALHA, 2003).

3. ESTUDO DE CASO DE APLICAÇÃO DA PRÁTICA ECR

Concordante à revisão bibliográfica levantada previamente, essa seção apresenta um caso de implantação de ferramentas e tecnologias do ECR em uma empresa do setor de varejo supermercadista localizada no município de Franca, interior do estado de São Paulo.

Inicialmente, foi realizada uma visita ao estabelecimento e uma entrevista com o seu proprietário, com a finalidade de coletar os dados para o estudo e conhecer o espaço, a organização e os processos envolvidos. Fundada em 1992, a empresa estudada é um supermercado de médio porte que conta com 26 funcionários e atende aproximadamente 1.100 pessoas por dia em um bairro popular.

Em continuidade, é válido ressaltar que o supermercado tem parceria com a Rede Valor, uma empresa privada, fundada em 2001, responsável pela administração de 42 lojas do setor supermercadista localizadas entre Campinas e Ribeirão Preto. Os principais serviços prestados por esse grupo são: consultoria, *marketing*, compras, políticas de fidelização de clientes, entre outros. A partir dessa parceria, em 2016, a loja incorporou um *software* de sistema chamado GoVarejo, um programa que possibilita a integração da cadeia de suprimentos e auxilia a troca eletrônica de dados entre os componentes da rede para a reposição contínua dos produtos.

Nesse sentido, é pertinente informar que esse sistema implantado se baseia sobretudo no EDI e na automação do processo do pedido, recebendo as informações de entradas e saídas de mercadorias e de fluxo de caixa. Portanto, a quantidade vendida é contabilizada para efeito de faturamento do supermercado e de baixa no estoque. Em seguida, por meio do sistema de troca eletrônica de dados, a informação é repassada ao grupo, a Rede Valor. Por sua vez, esse grupo tem a função de transferir a informação ao fornecedor, de modo que ele possa planejar e providenciar a reposição do produto vendido o mais rápido possível.

Em complemento, a empresa utiliza o *benchmarking* para estabelecer análises comparativas com as demais inseridas nesse setor. Inclusive, as reuniões com a Rede Valor possibilitam o debate entre os representantes das lojas parceiras, com o intuito de propor novos métodos e aperfeiçoar os empreendimentos. Concomitantemente, o sistema computacional viabiliza a padronização e a automação do processo, assim como a incorporação de métodos de avaliação de demanda e comportamento do consumidor. Portanto, a partir da identificação de oportunidades de mercado, a empresa pode estudar a introdução de novos produtos na loja com base na visão do cliente.

Paralelamente, o supermercado conta com o apoio de outro processo-chave imprescindível para o ECR, o gerenciamento por categorias. A finalidade desse processo é organizar a estrutura de localização dos produtos dentro do ponto de venda, com base na categoria de cada produto. Sendo assim, os itens estão distribuídos nas gôndolas por seções. Essas seções apresentam placas indicativas de sinalização, a fim de facilitar a visualização dos clientes, agilizar o processo e melhorar a supervisão da equipe. As Figuras 1 e 2 indicam esse gerenciamento por categorias de acordo com a distribuição dos produtos nas gôndolas por seções.

Figura 1 – Gôndolas e gerenciamento por categorias



Fonte: fotografada pelo autores.

Figura 2 – Seções e gerenciamento por categorias



Fonte: fotografada pelo autores.

Além disso, o sistema avalia as finanças em uma dimensão mercadológica, segmentando os produtos vendidos em: açougue, bazar, bebidas, hortifrutti, limpeza, materiais para uso, mercearia doce, mercearia salgada, mercearia seca, padaria, perecíveis, perfumaria e têxtil. Nessa perspectiva, é evidente que o arranjo físico (*layout*) permite o funcionamento eficiente das atividades da empresa. As instalações estão segmentadas em: área de recebimento de mercadorias, depósitos e armazéns, câmaras de congelamento e refrigeração, escritório administrativo e loja.

Entre outras informações relevantes, o sistema indica: código, descrição e família do produto; o tipo de pagamento (dinheiro, cartão, convênio, transferência, crédito rotativo, transferência ou troca cupom); movimentação financeira; venda bruta e líquida; quantidade em estoque; quantidade cancelada; percentual de participação nas vendas dos produtos ou categorias; e margem de contribuição líquida de cada item.

Conforme indicado na Figura 3, um ponto interessante observado é o fato dos refrigeradores de bebidas serem reabastecidos por trás, uma vez que eles estão embutidos em uma câmara de refrigeração. Esse tipo de reabastecimento evita que os funcionários tenham que abrir a porta do refrigerador para colocar novas bebidas em exposição e permite que o sequenciamento de retirada seja feito pelo método FIFO (*first in, first out*), ou seja, os primeiros a entrarem serão sempre os primeiros a serem retirados pelos clientes, impedindo, assim, que as bebidas ao fundo fiquem por um longo período nas geladeiras.

Figura 3 – Câmara de refrigeração do supermercado



Fonte: fotografada pelo autores.

Outra ferramenta que o sistema dispõe e que é muito utilizada pela empresa é análise dos custos pela Curva ABC. A partir da classificação ABC é possível identificar os itens que mais necessitam de atenção e o seu tratamento adequado. Conforme mostra as planilhas, tabelas e gráficos do sistema, existem itens com grande quantidade física, porém com baixa importância financeira, por serem de pequeno valor dentro do estoque. Em contrapartida, outros itens possuem pequena quantidade física, porém com alta importância financeira, por serem de grande valor dentro do conjunto do estoque.

Dessa forma, são fornecidos os custos de cada item, os percentuais sobre o valor das vendas e as suas respectivas margens de contribuição. Por conseguinte, percebe-se que esse método é uma ferramenta bastante simples e eficaz para a gestão de mercadorias em uma vertente financeira, pois atribui classes de importância (A, B e C) a partir do resultado financeiro das vendas de cada produto da loja. Em síntese, os produtos da classe A possuem alto valor, ou seja,

uma maior porcentagem de dinheiro. Na sequência, os produtos da classe B e classe C possuem importância intermediária e pequena, respectivamente.

Para tanto, interligado à rede de dados, o supermercado conta com algumas tecnologias, métodos e ferramentas de apoio, como o sistema de código de barras/*scanners* apontado na Figura 4. Esse sistema é responsável por tornar o processo ágil e automático, diminuir os erros e aumentar a rastreabilidade e visibilidade dos produtos e processos.

Figura 4 – Sistema de código de barras/*scanners* do supermercado



Fonte: fotografada pelo autores.

Segundo o relato do proprietário, não houve dificuldades quanto a transição, o processo de implementação das tecnologias do ECR e a adaptação dos colaboradores à prática. O único obstáculo verificado foi que a grande maioria dos fornecedores vendem as mercadorias em lotes com grandes quantidades, o que não é a melhor opção quando necessita-se repor apenas algumas unidades de determinado produto.

Concluindo, todos esses métodos e ferramentas mencionados têm como objetivo principal organizar e agilizar o processo de abastecimento, garantindo que haja produtos frescos e evitando possíveis rupturas, ou seja, a falta de produtos nas gôndolas. A prática ainda proporciona redução dos custos e economia de recursos. Outrossim, destaca-se que essa parceria entre a loja e a Rede Valor possibilita que o supermercado tenha foco na sua atividade-fim, as vendas e, ainda, na gestão interna, aumentando a qualidade e diminuindo a burocracia e a complexidade da gestão da cadeia de suprimentos.

Por fim, o estudo indicou algumas vantagens relevantes relacionadas a implantação do ECR na empresa, como: melhoria do mix de produtos nas gôndolas;

redução dos níveis de estoque e itens em falta; melhor conhecimento do consumidor; serviços mais eficientes; otimização do *layout*; redução do tempo de reabastecimento; redução do tempo de recebimento de mercadorias; melhoria na relação com os funcionários. De acordo com as análises, todos esses benefícios convergem para a melhoria do atendimento ao cliente final junto à redução do preço de venda.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo, verificou-se que o ECR é uma prática colaborativa que se baseia na integração e reunião de esforços da Indústria, Fornecedor e Varejo, com o propósito de aprimorar as relações comerciais e estudar novos formatos para otimizar e melhorar a organização da Cadeia de Suprimentos, visando a satisfação do consumidor final. Além disso, o ECR pode ser visto como uma extensão estratégica das corporações, impulsionada pela necessidade de tornar as empresas mais competitivas frente à ampla concorrência e às mudanças tecnológicas, sociais e econômicas.

Conforme abordado neste estudo, a maioria dos autores enfatizam que o ECR é considerado uma inovação gerencial, tendo um valor significativo, principalmente, no setor supermercadista. Isso acontece, porque as grandes redes de supermercados trabalham com produtos de alta demanda, como alimentos, materiais de higiene e limpeza. Todos esses produtos são consumidos em grande escala e, por isso, necessitam de reposição rápida. Além disso, em alguns casos da categoria alimentícia, é necessário atentar-se em ofertar produtos frescos, devido ao curto prazo de validade, como queijos e derivados, confeitaria e padaria, entre outros. No entanto, isso não significa que a ferramenta se delimite apenas a esse ramo do mercado. O funcionamento do ECR está pautado em dois processos-chave: o gerenciamento por categorias de produtos e a reposição contínua. Para a aplicação desses processos, o ECR utiliza algumas ferramentas de suporte, tais como: Código de barras/ *scanners*; EDI – Troca Eletrônica de Dados; Pedido ordenado por computador; *cross-docking*; ABC – Custeio Baseado em Atividades; Benchmarking; e Padronização. Todas essas ferramentas e métodos estão voltadas ao ganho de eficiência.

Outrossim, o ECR pode proporcionar vantagens como: redução de custos operacionais e de logística; maior colaboração entre os membros da cadeia; otimização e automação de processos; redução de retrabalhos; melhoria no controle de estoque; e aumento da lucratividade, da confiabilidade dos clientes e da participação nas vendas (quota de mercado). Em contrapartida, na maioria dos casos, existem algumas dificuldades de implantação a serem superadas, como: a resistência à mudança; dificuldade em se adaptar com as novas tecnologias; alto custo em investimento em sistemas de informação; e ausência de planejamento e persistência. Além disso, acrescenta-se que para se atingir o sucesso na implantação da ferramenta, é imprescindível que haja o estabelecimento de uma

relação de confiança entre os componentes da cadeia, viabilizando a troca de informações precisa e satisfatória.

Vale, ainda, ressaltar que o estudo obteve êxito ao explorar e analisar a aplicação de ferramentas do ECR na cadeia logística, em especial no supermercado selecionado. Conclui-se, portanto, que a prática do ECR é relevante no contexto em que o mercado se encontra, pois permite o maior controle dos processos compreendidos pela SCM (*Supply Chain Management*), possibilitando o aumento da eficiência e da produtividade das organizações.

REFERÊNCIAS

ATIHE, Eduardo. Conceitos de ECR – **Uma visão geral das técnicas e benefícios**. 1998. Disponível em: <<http://www.ecrbrasil.com.br/publicações/index.htm>>. Acesso em: 6 de jun. de 2020.

BARRATT, M.; OLIVEIRA, A. **Exploring the experiences of collaborative planning initiatives**. International Journal of Physical Distribution & Logistics, v. 31, nº 4, p. 266-289, 2001.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada**. São Paulo: Atlas, 2001.

ECRBrasil. **Associação ECR Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://ecrbrasil.com/>>. Acesso em: 4 de jun. de 2020.

GHISI, F. A.; SILVA, A. L. DA. **Implantação do Efficient Consumer Response (ECR): um estudo multicaso com indústrias, atacadistas e varejistas**. Revista de Administração Contemporânea, 2006, v. 10, n. 3, p. 111-132. Disponível em: <<file:///C:/Users/user/Documents/a07v10n3.pdf>>. Acesso em: 4 de jun. de 2020.

GHISI, F. A.; SILVA, A. L. DA. **O Surgimento e a difusão do Efficient Consumer Response (ECR) na cadeia de suprimentos**. São Carlos, SP: UFScar (Universidade Federal de São Carlos - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção), 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267923878_O_SURGIMENTO_E_A_DIFUSAO_DO_EFFICIENT_CONSUMER_RESPONSE_ECR_NA_CADEIA_DE_SUPRIMENTOS>. Acesso em: 6 de jun. de 2020.

KURNIA, S. & SWATMAN, P.M.C & SCHAUDER, D. **Efficient Consumer Response: a preliminary comparison of US and European experiences**. The 11th International Bled Electronic Commerce conference, Bled, Slovenia, p.126-143, jun.8-10, 1998.

LAVRATTI, Fábio Beylouni; Colossi, Nelson; DELUCA, Marcelo. **Considerações conceituais sobre Efficient Consumer Response (ECR) no contexto supermercadista**. Revista de Ciências da Administração, 2002, v.4, n.08. Disponível em: <[http://www.cad.ufsc.br/revista/08/Revista%208%20-%206%20-%20ARTIGO%2017\(site\).pdf](http://www.cad.ufsc.br/revista/08/Revista%208%20-%206%20-%20ARTIGO%2017(site).pdf)>. Acesso em: 6 de jun. de 2020.

MELOTO; Daniele et al. **Aplicabilidade do ECR como fator competitivo**. Ponta Grossa, PR: 19º Congresso Internacional de Administração, 2006. Disponível em: <http://ri.uepg.br/riuepg/bitstream/handle/123456789/729/EVENTO_Aplicabilidade%20do%20ECR%20como%20fator%20competitivo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 3 de jun. de 2020.

MILANEZE, Kleber Luiz Nardoto; BATALHA, Mário Otávio. **A aplicação da ferramenta de gerenciamento por categorias em uma empresa de atacado**. Ouro Preto, MG: XXIII Encontro Nac. de Eng. De Produção, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0707_0115.pdf>. Acesso em: 3 de jun. de 2020.

MITCHELL, Alan. **Extending ECR to the Consumer**. 2001. Disponível em: <<http://www.ecr-journal.org/journal/current>>. Acesso em: 6 de jun. de 2020.

PIRES, Sílvio I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos**. São Paulo: Atlas, 2007.

PORTOGENTE. **Resposta Eficiente do Consumidor**. 2016. Disponível em: <<https://portogente.com.br/portopedia/74573-resposta-eficiente-ao-consumidor>>. Acesso em: 6 de jun. de 2020.

SOUZA, Wilson. **[ECR] Efficient Consumer Response – Resposta Eficiente ao Consumidor**. 2018. Disponível em: <[https://blog.bluesoft.com.br/ecr-efficient-consumerresponse/#:~:text=O%20Efficient%20Consumer%20Response%20\(ECR,consumidor%20final%20seja%20melhor%20atendido.](https://blog.bluesoft.com.br/ecr-efficient-consumerresponse/#:~:text=O%20Efficient%20Consumer%20Response%20(ECR,consumidor%20final%20seja%20melhor%20atendido.)> Acesso em: 6 de jun. de 2020.

DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: a introdução da combinatória de calçadas ecológicas e bueiros inteligentes em zonas de baixo relevo para redução de danos em alagamentos

Ana Júlia da Silva Júlio

Maximiliano Engler Lemos

1. INTRODUÇÃO

Dentro do contexto urbano em que vivemos, após o crescimento da mancha urbana em decorrência do crescimento demográfico em áreas urbanas, tende a tornar-se solo permeável em impermeável, para a introdução de edificações que atendam a nova demanda de cidadãos. Com a diminuição da taxa de permeabilidade presente nas cidades, geram problemas urbanos como alagamentos em locais de baixo relevo e alto índice de taxa de ocupação; enchentes em nas proximidades de canais de drenagem; inundação em cursos d'água ou enxurradas podendo causar danos às construções que fiquem perto de regiões que apresentem estas questões.

2. DESENVOLVIMENTO URBANO

O crescimento e desenvolvimento urbano ocorrem de forma desordenada, gerando atritos com a política de desenvolvimento urbano que implica a introdução de dois objetivos constitucionais essenciais dispostos no CF, art. 182, caput: adoção de um pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e um plano diretor, a fim de garantir bem-estar de seus habitantes. Atualmente, existem várias tentativas de adequar a política de desenvolvimento urbano para política de desenvolvimento urbano sustentável que visa promover mudanças de hábitos de transporte, para que assim, ampliem acesso aos transportes públicos, incrementem áreas verdes, colocando dúvida novamente nas funções sociais da cidade, adequando o modelo de uso e ocupação do solo, gerando cuidados para melhoria da água de córregos e rios presentes na malha urbana.

As cidades devem oferecer funções sociais urbanísticas à seus moradores, sendo elas: habitação, trabalho, lazer e mobilidade; funções de cidadania: saúde, educação, segurança e proteção e também, as funções de gestão: sustentabilidade urbana, prestação de serviços, planejamento, preservação do patrimônio cultural e natural.

Dentro das diretrizes estabelecidas por leis, cabe ao setor de desenvolvimento e planejamento urbano adequar a cidade aos novos problemas enfrentados no decorrer do processo de modernização, muitas vezes, resultado do crescimento indisciplinado da cidade.

3. HIERARQUIA VIÁRIA

O sistema de hierarquia viária utilizado nas cidades, é composto por 2 (duas) tipologias principais de caracterização de vias e 2 (duas) subcategorias dentro de cada uma das principais tipologias, totalizando 6 (seis) diferentes tipologias. A definição feita por Pientratônio resume-se em:

- Vias estruturais: predominam fluxos de passagem e atendem grandes deslocamentos;
- Expressas: controle de acesso que segrega fluxo que entra e sai da via
- Arteriais: privilegia deslocamento ao longo da via, sem controle de acesso;
- Vias complementares: demais funções
- Coletoras: ligam vias locais às vias arteriais
- Locais: restringe fluxo de passagem

Na classificação básica são três tipos e a via expressa é vista como tipo físico de via com função arterial.

Figura 1 – Características Típicas de Vias na Hierarquia Funcional

	VIAS LOCAIS	VIAS COLETORAS	VIAS ARTERIAIS	VIAS EXPRESSAS
ATIVIDADES PREDOMINANTES	caminhada a pé, acesso de veículos, entrega de mercadorias, serviços aos domicílios, veículos lentos em movimento	movimentos veiculares no início e final das viagens, paradas de coletivos	tráfego para vias expressas, operação de coletivos, trajetos de média/curta distância	veículos em movimento rápido, trajetos de longa distância
TRÁFEGO LOCAL	comum (função essencial)	grande	pequeno	quase inexistente
TRÁFEGO ATRAVÉS	quase inexistente	quase inexistente	comum (de média distância)	comum (de longa distância)
ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS	permitido (exceto em locais inseguros)	permitido e muito utilizado	restrito (em função das condições de tráfego)	proibido (proporcionado em vias locais paralelas)
MOVIMENTO DE VEÍCULOS PESADOS	permitido para entregas e serviços	regulamentação de atividades de entregas e serviços e de percurso	regulamentação por percurso	permitido (função importante para distribuição e tráfego através)
ACESSO VEICULAR AO USO DO SOLO	permitido (função essencial) intersecções frequentes	disciplinado (locais seguros), intersecções frequentes com movimentos permitidos	restrito e protegido (para pólos geradores) intersecções espaçadas ou com proibição de movimentos (vias divididas)	proibido (proporcionado em vias locais paralelas), acesso controlado por ramais bem espaçados
MOVIMENTO DE PEDESTRES	livre com cruzamentos aleatórios	controlado em faixas de pedestres	protegido e canalizado (interferência mínima no tráfego)	segregação total (com separação de níveis)
REGULAMENTAÇÃO DE VELOCIDADES	limite de 20 a 30km/h (pequenos raios de curvatura e obstáculos eventuais)	limite de 40 a 50 km/h (raios de curvatura moderados e obstáculos em situações extremas)	limite de 60km/h (sem raios de curvatura reduzidos e obstáculos para controle de velocidades)	limite superior a 80km/h (exceto onde a geometria for desconfortável)
CARACTERÍSTICAS DA VIA	pistas simples sem divisão, com faixas de rolamento estreitas ou estacionamento permitido.	pistas simples ou separadores simples, faixas comuns (>3m), estacionamento permitido (2m a 2,5m).	pistas separadas com canteiro largo, faixas largas e baias de conversão (função na maior velocidade).	múltiplas pistas, separadas por canteiros, faixas largas (3,6m), acostamentos ou baias laterais, vias auxiliares de transição e ramais de acesso/egresso.

Fonte: PIETRANTÔNIO, Hugo

Figura 2 – Características Típicas de Cruzamento na Hierarquia Funcional

	LOCAL	COLETORA	ARTERIAL	EXPRESSA
LOCAL	Intersecções sem controle de tráfego			
COLETORA	Intersecções com sinalização de prioridade	Intersecções semaforizadas (todos os movimentos permitidos)		
ARTERIAL	Não deve ocorrer	Intersecções semaforizadas (alguns movimentos proibidos)	Intersecções semaforizadas (alguns movimentos proibidos)	
EXPRESSA	Não deve ocorrer	Não deve ocorrer	Cruzamentos em desnível (ou conexão por ramais de acesso)	Cruzamento em desnível Seções de entrelaçamento

Fonte: PIETRANTÔNIO, Hugo

Em território nacional, são adotadas as terminologias apresentadas no Código de Trânsito (1997):

- Via local: caracterizada por intersecções em níveis não semaforizadas, destinadas apenas ao acesso local ou a área restrita;
- Via coletora: destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.
- Via arterial: caracterizada por intersecções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade;
- Via de trânsito rápido: caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem intersecções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

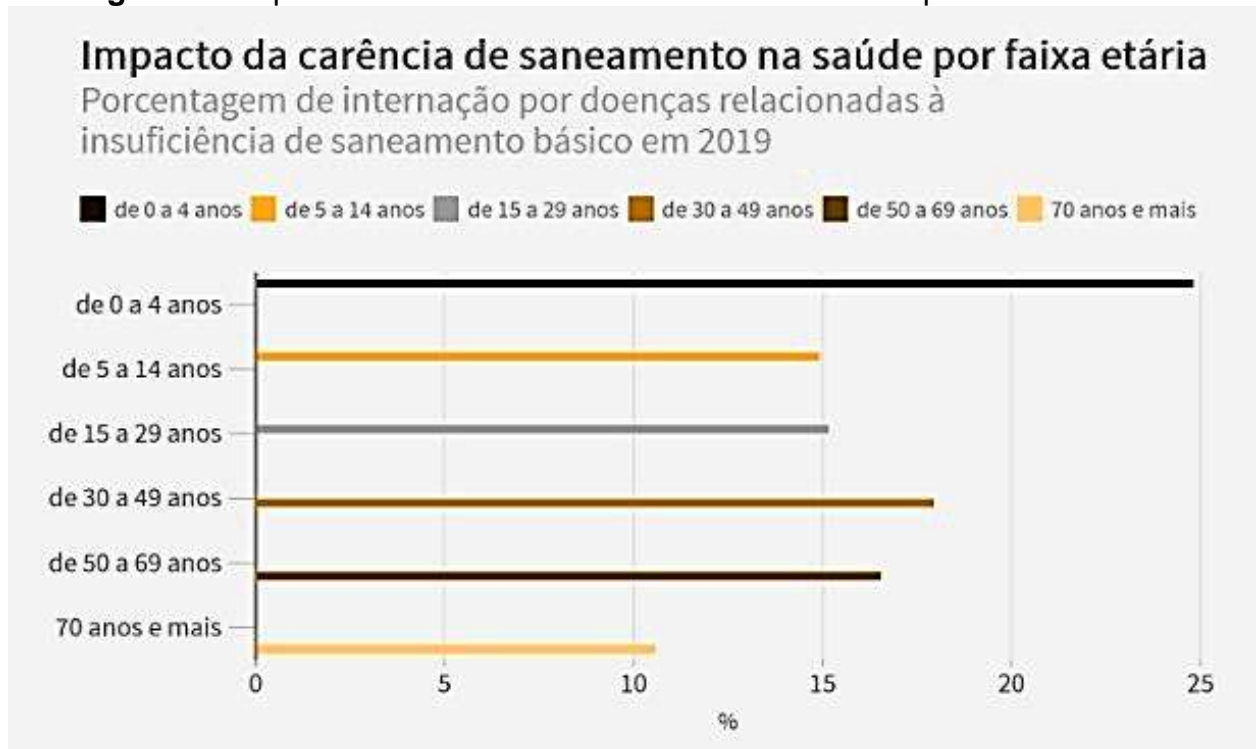
Levando em considerações as afirmativas anteriores, as avenidas em questão são consideradas vias arteriais, podendo comportar veículos de qualquer, em velocidade de até 60 km/h em perímetros urbanos.

4. DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

A evolução da urbanização trouxe consigo a introdução do saneamento básico (conjunto de esgotamento sanitário, infraestrutura, instalações operacionais de abastecimento de água potável, limpeza urbana, manejo de águas pluviais urbanas, manejo de resíduos sólidos e serviços) é considerada uma condição de saúde pública por sua relação direta à água potável. Em 2017, o SNIS afirmou que 35 milhões de brasileiros não tinham acesso a água tratada. Em 2019, o Senado

Federal constatou que 48% da população brasileira ainda não possuía coleta de esgoto.

Figura 3 – Impacto da Carência de Saneamento na Saúde por Faixa Etária



O saneamento básico é questão de saúde pública, composto por 4 etapas: abastecimento de água, tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. A drenagem urbana antigamente, tinha como principal objetivo a remoção de águas pluviais para execução de obras e projetos. Atualmente, pode ser descrita com a junção de medidas que visa minimizar riscos causados por inundações, possibilitando o desenvolvimento urbano, gerenciando a água da chuva que escoar na superfície urbana.

5. CAUSAS

O processo de urbanização do Brasil teve como prioridade a produção agrícola para importação e exportação de produtos manufaturados, desde então, nos primórdios do país, não foram feitos grandes planejamentos urbanos erro que se apresenta até os dias atuais, principalmente nas grandes cidades brasileiras como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e outras que sofrem frequentemente com congestionamentos, deslizamentos de terra, enchentes, epidemias, falta de água para abastecimento, inundações, violência e etc.

A escassez desse planejamento, gera um crescimento desordenado das cidades que acabam se concentrando em pontos estratégicos e ainda, agressões ao meio ambiente principalmente, tornando áreas permeáveis,

impermeáveis. A introdução tardia da legislação ambiental, contribuiu para a não proteção de áreas sensíveis.

Mesmo que feita de modo correto, a implantação de assentamentos urbanos em qualquer que seja a área acarreta na alteração do aspecto natural especialmente do solo, sendo um dos principais problemas desastres como enchentes, enxurradas e alagamentos.

6. TERMINOLOGIA

A principal problemática para regiões com baixo índice de permeabilidade em zonas urbanas são os alagamentos, podendo ser reconhecidos por situações momentâneas geradas em locais com sistema de drenagem incapazes de suportar o volume de precipitações ao longo do ano, que difere de enchentes (processos naturais que ocorrem quando um canal de drenagem atinge um nível máximo) ou inundações (transbordamento de curso de água): fluviais, marítimas e artificiais.

7. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Boff, acredita que conceitos como sustentabilidade e desenvolvimento não podem coexistir, de acordo com o autor, a primeira demanda concorrência e o segundo se solidariza, causando condições de contradição ao praticar uma concorrência solidária (RIBAS, 2003).

A sustentabilidade urbana se relaciona com a capacidade de a cidade prover aos residentes da cidade, um ambiente em que as dinâmicas socioambientais coexistam, as mesmas, são destacadas e correlacionadas por Roberto Guimarães:

- a) **Sustentabilidade ecológica:** relaciona-se à base física do processo de crescimento e à conservação e uso racional dos recursos naturais.
- b) **Sustentabilidade ambiental:** refere-se à capacidade de suporte dos ecossistemas em absorver os impactos gerados pelas atividades humanas.
- c) **Sustentabilidade demográfica:** diz respeito à capacidade de suporte que um determinado território possui para atender a população ali alocada.
- d) **Sustentabilidade cultural:** necessidade de manter a diversidade cultural no globo, mantendo-se uma identidade de povos diversos.
- e) **Sustentabilidade social:** promove a melhoria da qualidade de vida, por meio da redução da exclusão social.
- f) **Sustentabilidade política:** fortalecimento da cidadania plena dos indivíduos e da governabilidade em escala local e global.

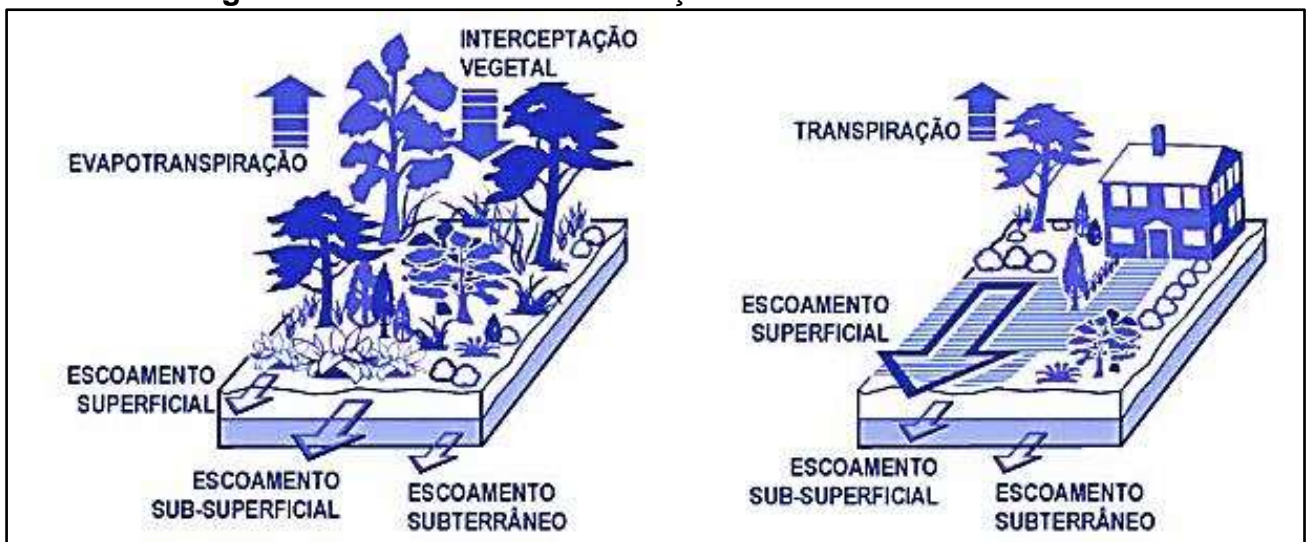
- g) Sustentabilidade institucional:** relaciona-se à criação e ao fortalecimento de instituições cujo aparato e operação promovam a sustentabilidade.

Os sistemas de drenagem urbana sustentáveis também conhecidos como SUDS, se adequam ao conceito de sustentabilidade ecológica, foram desenvolvidos em países do Reino Unido e são considerados semelhantes as BMP (*Best Management Practices*) por sua vez, desenvolvidos nos Estados Unidos. Estes sistemas, vem substituindo os clássicos sistemas de drenagem, países como a Suécia e a Austrália já utilizam esses métodos desde meados de 1980. Tais complexos, são projetados com funcionamento discreto no terreno desejando manter a forma do terreno o mais original possível.

Os SUDS têm como objetivo reduzir volumes adicionais resultantes da urbanização, a concentração de poluentes, vazões e taxas de escoamento; promover a reposição de água natural dos aquíferos; aumentar a quantidade de habitats para os animais e abranger a questão do valor estético para as áreas urbanas.

Os mesmos, compostos por um conjunto de infraestrutura que introduzem elementos que visam respeitar a dinâmica natural da água, priorizando principalmente a infiltração ao invés do escoamento. O resultado esperado dimana de alguns princípios como: infiltração; retenção, transporte e captação de águas pluviais.

Figura 4 – Influência da Urbanização no Escoamento



Fonte: Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba

7. Calçadas Ecológicas

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro, Lei nº 9.503/97 Anexo I, a calçada é definida como:

Parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins. A utilização das calçadas deve ser assegurada para circulação de pedestres e parte da utilização da calçada para outros fins, desde que não prejudique o fluxo de pedestre (CTB 2009,p.34, 105).

De acordo com Canholi (2005, p.21), no decorrer da história era possível observar que engenheiros com trabalhos da área de drenagem urbana, procuravam solucionar problemas de perda de armazenamento natural da água, aumentando assim, a velocidade do escoamento pela canalização. Mas, segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo ou CETESB (1986), o sistema de drenagem é capaz de proporcionar benefícios de forma indireta que contribuem de forma positiva se bem implantados. Deve-se considerar o menor custo de implantação de núcleos habitacionais, redução do custo e manutenção na construção de ruas, rebaixamento do lençol freático, benefícios à saúde e a segurança pública.

Canholi (2005) ainda afirmava que pavimentos porosos podiam ser construídos sobre camadas permeáveis, usualmente sob bases de uma variação de concreto ou material granular, sobre base granular.

As calçadas seguindo o padrão imposto pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) devem ter faixa de circulação livre de minimamente, 1,20 metros de largura podendo ser necessário a utilização de leis municipais, como por exemplo, no caso da cidade de Franca, é exigida no mínimo 2 metros. Com este espaço, deve-se converter a calçada comum para calçada ecológica.

Figura 5 – Calçada Ecológica



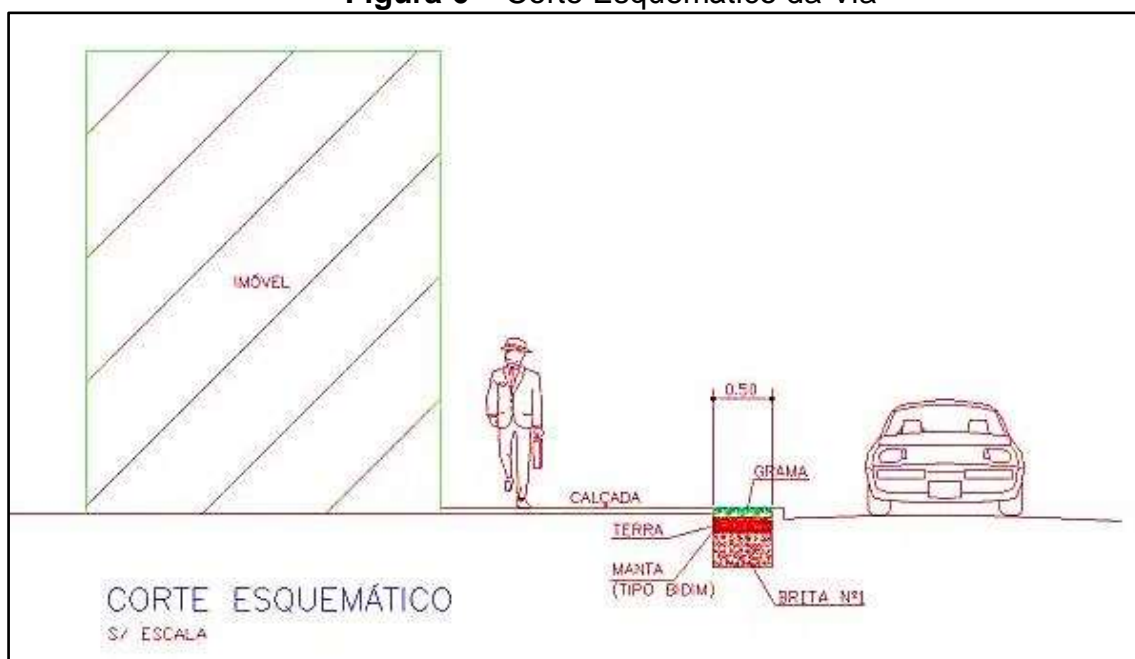
Fonte: Pinterest

Calçadas com até 2 metros, devem conter 2 faixas de paralelas com diferenciação em cor ou textura. Em casos de largura superior à 2 metros, devem conter 3 faixas:

- **Faixa de serviço:** mínimo de 0,70 metros que devem se estabelecer na norma de acessibilidade, adequando para espaço mínimo de 0,80m.
 - **Faixa livre:** circulação, deve conter minimamente 1,20m por lei e 0,80m em adequação para casos de introdução de calçadas ecológicas, se não for possível o alargamento da mesma;
 - A composição da calçada verde pode ser dada em 2 formas diferentes com diferente vegetação.
 - **Faixa de acesso:** dispensável caso não haja espaço, responsável por receber vegetação, rampas, toldos, propagandas, mobiliários urbanos e etc.
- a) **Faixa dupla:** faixa de vegetação nas duas laterais;
- b) **Faixa única:** faixa de vegetação apenas de um lado, seja ele rente aos muros ou rente ao leito carroçável;

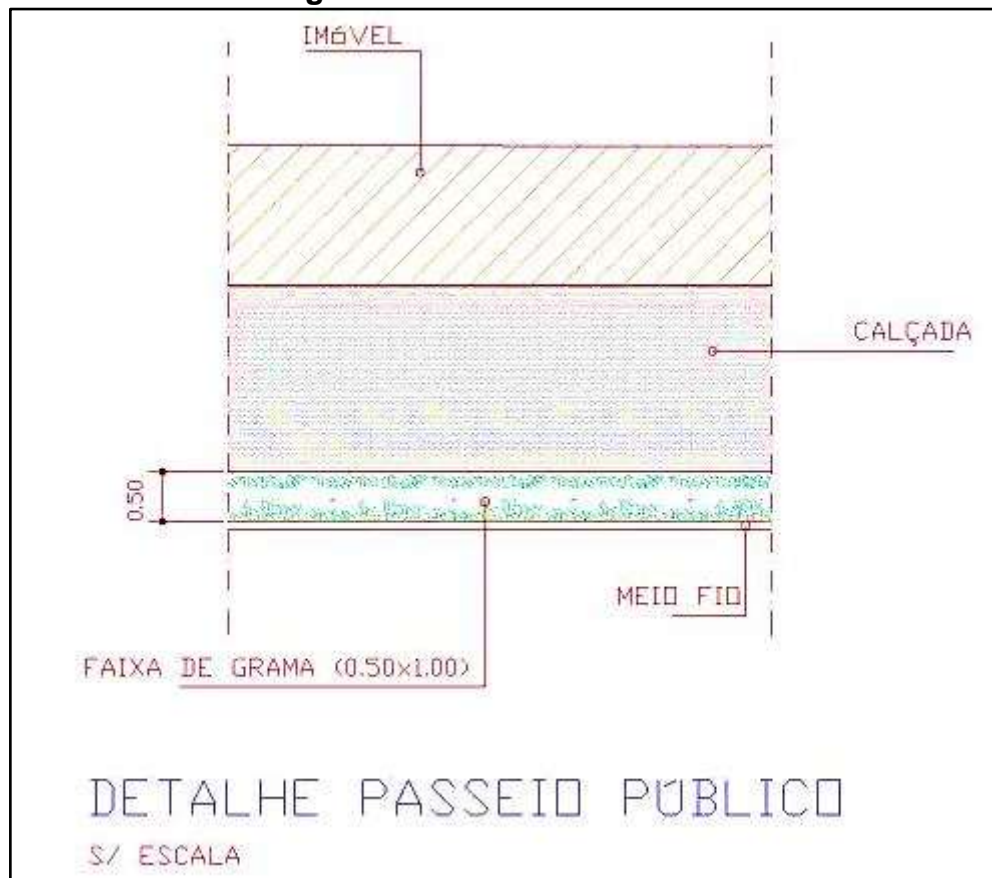
É necessário manter uma faixa livre de no mínimo 0,80m para circulação de pedestres correspondendo ao modelo de referência para uma pessoa com mobilidade reduzida permanente ou temporária, seguindo os padrões impostos pela norma de acessibilidade correspondente a ABNT NBR 9050/2015.

Figura 6 – Corte Esquemático da Via



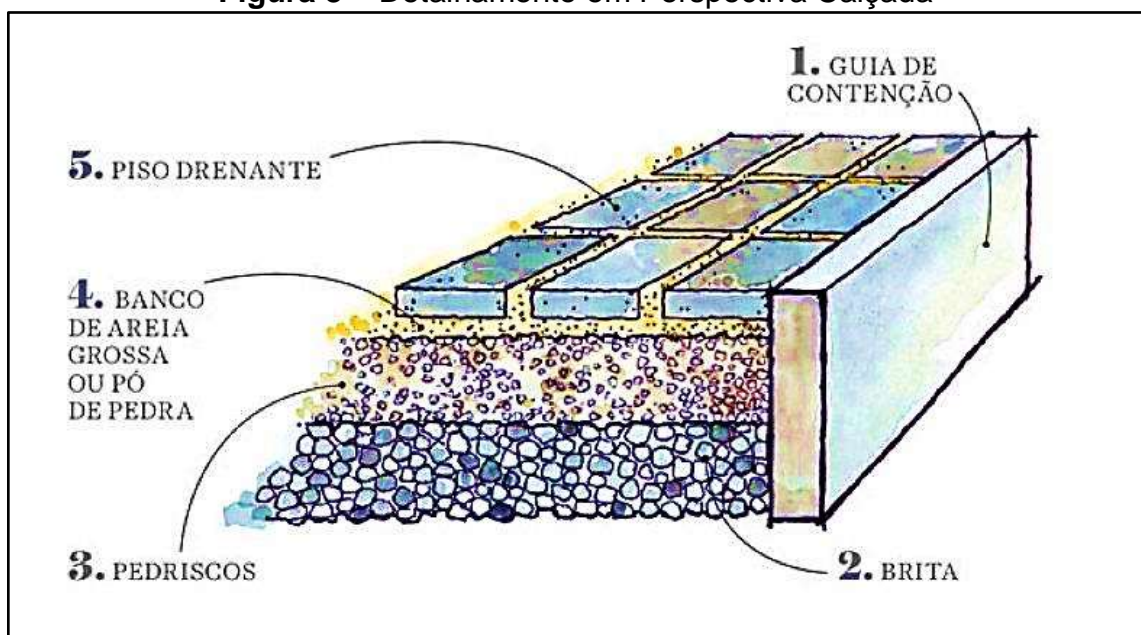
Fonte: Eng. Urbano Vagner Landi

Figura 7 – Detalhamento da Via



Fonte: Eng. Urbano Vagner Landi

Figura 8 – Detalhamento em Perspectiva Calçada

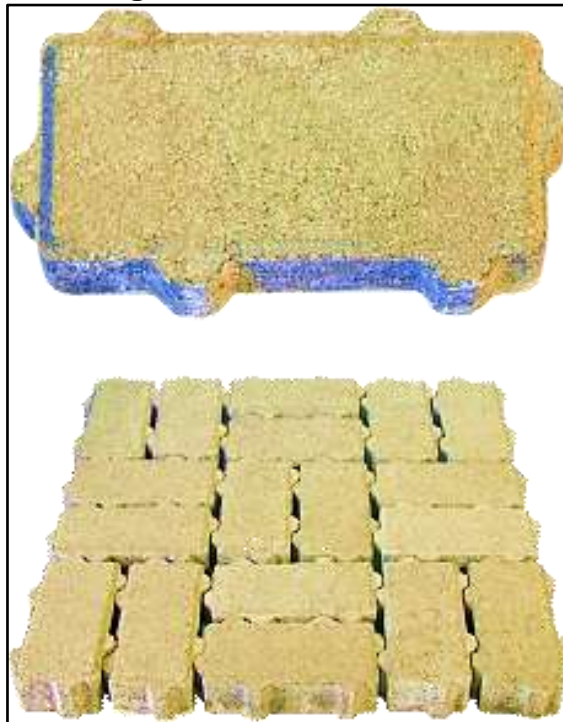


Fonte: Casa Abril

7.1. Calçada Permeável

Em zonas onde não será possível a inserção de calçadas ecológicas por portar calçadas estreitas, com a metragem inferior mínima a necessária, pode-se substituir o concreto impermeável pelo piso permeável drenante que permite a passagem e escoamento da água entre os vãos, auxilia na drenagem e na redução de riscos de alagamento ou a concregrama que tem contém áreas permeáveis na vegetação.

Figura 9 – Piso Permeável



Fonte: EOS

Figura 10 – Concregrama



Fonte: EOS

8. BUEIROS INTELIGENTES

Diante do crescimento urbano e consequentemente, a impermeabilização de solo para edificações, as cidades tendem a se alagar em dias de chuva, visando uma solução que auxiliasse em um dos fatores para o alagamento, deixando as cidades mais resilientes foram criados como proposta alternativa de complemento ao sistema de captação pluvial, os bueiros inteligentes: dispositivos que consistem em uma coletor (filtro ou peneira) de resíduos sólidos, feito de polímero com alças laterais de metal feitos de diversas medidas e encaixados na entrada de galerias de escoamento de água já existente, com tampa em aço para melhor fixação e prevenção de danos e acidentes. Sendo responsáveis por segurar o lixo evitando o entupimento da tubulação e em épocas chuva, transborde, algumas cidades brasileiras como São Paulo, Balneário Camboriú e Rio de Janeiro, já adotaram sua utilização.

Ainda é comum ver pessoas descartando lixo pelas ruas de qualquer cidade, o bueiro inteligente consegue filtrar garrafinhas, sacos plásticos, copos descartáveis e embalagens de isopor comumente vistas no fundo de bueiros comuns, evitando que estes, cheguem até os rios.

Algumas destas propostas alternativas, possuem um dispositivo detector acoplado que faz leitura e emite um sinal para avisar a prefeitura quando sua capacidade está sendo atingida, em São Paulo, no ano de 2019 de acordo com o blog Socialismo Criativo, haviam apenas 110 unidades com essa variação. O volume de um coletor desses varia entre 280 e 300 litros de lixo, ao atingir 50% de sua capacidade, um sinal alerta a necessidade de limpeza.

Um projeto de estudo feito na cidade de São Paulo, contou com inicialmente com a instalação e monitoração de 500 bueiros inteligentes na Zona Norte e implicou efetiva gestão dos bueiros, diminuindo a quantidade de incidência de pontos de alagamento.

Figura 11 – Bueiro Inteligente



Fonte: Canal Tech

9. ANÁLISE DE CASO PARA INTRODUÇÃO

Franca é um município brasileiro localizado no interior do estado de São Paulo, a 401 km da capital estadual, tendo mais de 353.187 habitantes, segundo o censo IBGE 2019. Também no mesmo ano, foi eleita a cidade brasileira com melhor rede de saneamento básico e tratamento de água dentre os municípios brasileiros com 300 mil habitantes.

Fator exorbitante que não excede a cidade de ter pontos de alagamento, principalmente em vias arteriais vitais para a cidade. Para a inserção do estudo, foi selecionado um local de grande tráfego viário, onde o alagamento tem grande interferência na fluidez dos veículos.

Figura 12 – Local Selecionado Alagado



Fonte: GCN

Figura 13 – Local Selecionado Alagado



Fonte: Minuto Policial

O trecho é constituído de duas vias arteriais duplas (Avenida Major Nicácio e Avenida Alonso y Alonso) sendo a Alonso y Alonso, não apresentando inclinações drásticas e acompanhada em toda sua extensão pelo córrego Cubatão. Estão dispostas de forma linear contando ainda com um viaduto que suspende parte da Avenida Major Nicácio. Ao redor, vias coletoras.

O município é formado por três colinas, podendo ser localizados nos bairros Estação, Centro e Santa Cruz. Entre essas áreas, encontram duas regiões com relevos mais baixos por onde passam os córregos dos Bagres e Cubatão. A introdução de calçadas permeáveis e diversos bueiros inteligentes auxiliaria na rápida drenagem, resultando em uma magnitude mais baixa de concentração de água pluvial, causando menos estragos.

Figura 14 – Mapa da Hierarquia Viária e Local de Principal Alagamento Devido ao Relevo do Local



10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Tucci (2015) o termo de “drenagem urbana” é compreendido em sua definição mais ampla, como o conjunto de diretrizes impostas para diminuir ameaças a população vulnerável, minimiza prejuízos e danos ocasionados por falta de captação e canalização de precipitações, tornando o meio urbano o o mais estruturado e sustentável possível. A falta da introdução dessas diretrizes acarreta nas principais problemas encontradas no cotidiano de diversas cidade, principalmente as que tiveram o crescimento desordenado, como: redução da infiltração do solo, sendo responsável pelo rebaixo no nível do lençol freático por falta de alimentação, aumento das vazões máximas, redução da evapotranspiração devido a substituição da cobertura natural.

Os prejuízos causados por inundações, alagamentos, enchentes e enxurradas por falta de capacidade na drenagem urbana durante as chuvas nas cidades brasileiras, tem ampliado de grade forma. Na maioria das vezes, reduzindo a qualidade de vida e o valor das propriedades. Está problemática, é um dos principais problemas causados pela urbanização juntamente com a canalização do escoamento pluvial e a impermeabilização.

Com a pesquisa realizada para o desenvolvimento deste artigo visando a resiliência e modernização de cidades, o principal resultado esperado é a diminuição dos danos causados por alagamentos, melhorando o cotidiano das usualmente em dias de chuva. Aumentando a quantidade de áreas permeáveis nas cidades com a introdução de calçadas ecológicas, contando com o acréscimo no índice vegetativo da cidade, aumentando a qualidade do ar, oferecendo novos habitats para espécies de animais e contribuindo para maximização da absorção de precipitações. E também, com bueiros inteligentes, reduzindo a quantidade de lixo responsável por causar entupimento nas tubulações, amparando o início de alagamentos.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileiras de Normas Técnicas. **Norma 9050/2015 Acessibilidade**. 2015.

BRASIL, Trata. **Novo Ranking do Saneamento Básico evidencia: melhores cidades em saneamento investem 4 vezes mais que as piores cidades no Brasil**. 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2019/PRESS_RELEASE___Ranking_do_Saneamento___NOVO.pdf>. Acesso em 23/09/2020.

FÁVERO, Bruno, CUNHA, Ana Rita. **O Saneamento Básico no Brasil em 6 gráficos**. 2019. Disponível em: <<https://www.aosfatos.org/noticias/o-saneamento-basico-no-brasil-em-6-graficos/>>. Acesso em 23/09/2020.

FRANCA, Prefeitura de. **Lei Complementar 266**. Franca, 2016. Disponível em: <<https://franca.sp.leg.br/pt-br/legislacao/lei-complementar-no-266-de-26-de-abril-de-2016>>. Acesso em 23/09/2020.

LIBÓRIO, Daniela Campos, SAULE JÚNIOR, Nelson. **Princípios e instrumentos de política urbana**. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. 2017. Disponível em: <<https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/76/edicao-1/principios-e-instrumentos-de-politica-urbana>>. Acesso em 23/09/2020.

PARANÁ, Governo do Estado. **Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba**. 2002. Disponível em:

<http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versao01.pdf>. Acesso em 23/09/2020.

PIETRANTONIO, Hugo. Organização do Sistema Viário, Notas de Aula – **Capítulo 2, Departamento de Engenharia de Transportes**. Universidade de São Paulo, Brasil, 21 p., s/d. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/ptr2377/Capitulo2a.pdf>>. Acesso em: 23/09/2020.

REDAÇÃO, Da. **Brasil tem 48% da população sem coleta de esgoto, diz Instituto Trata Brasil**. 2019. Disponível em: <[TEXTOS, Oficina do. **Sistema de Drenagem Urbana Sustentável \(SUDS\)**. Disponível em: <\[---

JÚLIO, Ana Julia da Silva; LEMOS, Maximiliano Engler;\]\(https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/sistemas-de-drenagem-urbana-sustentavel-suds/#:~:text=Os%20sistemas%20de%20drenagem%20urbana,ser%20alcan%C3%A7adas%20de%20maneira%20equilibrada.>>. Acesso em 23/09/2020.</p></div><div data-bbox=\)](https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/09/25/brasil-tem-48-da-populacao-sem-coleta-de-esgoto-diz-instituto-trata-brasil#:~:text=Comiss%C3%B5es%20Infraestrutura-,Brasil%20tem%2048%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20sem%20coleta,esgoto%2C%20diz%20Instituto%20Trata%20Brasil&text=A%20Comiss%C3%A3o%20de%20Servi%C3%A7os%20de,do%20saneamento%20b%C3%A1sico%20no%20Brasil.>>. Acesso em 23/09/2020.</p></div><div data-bbox=)

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS DE SONDAÇÃO DE SOLOS E OS PARÂMETROS DE ESTACAS DO TIPO HÉLICE CONTÍNUA

Pedro Mantovani Ribeiro

Thales Jati Gilberto

Lucinda Maria de Fátima Rodrigues Coelho

1. INTRODUÇÃO

É de suma importância para o engenheiro civil conhecer o solo em que está trabalhando. É dessa forma que ele projeta as fundações e determina se o solo será capaz de receber todos os esforços da futura construção.

Para identificar as características do solo, é feita uma sondagem de simples reconhecimento conhecida como SPT ou *Standard Penetration Test* que extrai informações como tipo de solo, capacidade de carga através do número de batidas do martelo (NSPT) e nível de água, com todas essas informações discriminadas metro a metro.

Silva, et al (2018) considera o ensaio tipo SPT satisfatório quando executado como preconizado na NBR: 6418. Um dos problemas deste ensaio no Brasil são adaptações e modificações do procedimento que tornam, em muitos casos, a comparação impossível entre os ensaios de duas empresas diferentes. Interessante se considerar que o SPT também é utilizado em outros países como os EUA, mas no Brasil a eficiência de energia transmitida pelo golpe é somente 72% do mesmo teste realizado pela norma norte americana.

Existem vários fatores que podem influenciar negativamente na precisão do N_{SPT} , por exemplo, se o equipamento não estiver de acordo com a norma os golpes transferirão uma quantidade de energia para o solo diferente da prevista, o que torna praticamente inviável para o projetista calcular de forma precisa a capacidade de carga do solo.

Outro problema é quanto à limpeza do furo que pode contaminar as amostras de solo, levando à uma interpretação equivocada nos testes de laboratório podendo alterar a classificação do solo. Um mesmo valor N_{SPT} pode significar uma boa capacidade de carga para um tipo de solo e pode significar uma capacidade ruim para outro.

A previsão de comportamento e o controle da execução das fundações na engenharia geotécnica são, muitas vezes, exercidos com parcelas de empirismo e intuição. A essas peculiaridades, somam, com frequência, as incertezas, oriundas da natureza do próprio maciço, e as limitações nos estudos preliminares que servem de suporte à elaboração do projeto.

Entretanto, o resultado, ou seja, o desempenho da fundação, apesar das incertezas das ações, da variabilidade geotécnica e dos modelos adotados, entre outras, e independentemente do critério, do método e da filosofia assumida no projeto e na execução, deve ser satisfatório, objetivo que nem sempre é atingido. Entende-se como ideal a fundação que ofereça o mínimo de risco quanto à segurança e o máximo de economia quanto aos custos. Mas, para satisfazer a este binômio, fazem-se necessários estudos preliminares amplos e consistentes para o entendimento do comportamento geológico-geotécnico do maciço e da sua interação com a fundação e a superestrutura. Nesse contexto, a segurança é atingida apenas se a execução das fundações for contemplada com qualidade e um rígido controle. Hoje, a espacialização das informações geológico-geotécnicas e do controle da execução conjugados a análises por meio de métodos probabilísticos ao longo de todo o processo, do projeto à execução, são elementos essenciais à satisfação do binômio apresentado, segurança e economia. Mitigar o risco, concebendo projetos seguros e econômicos é o maior desafio da engenharia geotécnica. (SILVA, novembro de 2011, p.1)

2. JUSTIFICATIVA

O tipo de fundação Estaca Hélice Contínua Monitorada (EHC) é uma tecnologia recente no Brasil, por isso poucos estudos sobre a sua relação de torque monitorado com laudos de sondagem foram desenvolvidos. Atualmente, não há muitos estudos científicos sobre este tipo de fundação na região de Franca-SP. Além disso, segundo Neto (2002, pg.27) o sobre consumo de concreto na EHC é de 20 a 25%, diante disso fica evidente a necessidade de novos estudos para diminuir o desperdício excessivo de material, dinheiro e para dar uma maior segurança na sua execução.

3. OBJETIVOS

Estudar o tipo de fundação hélice contínua monitorada e o tipo de sondagem do solo; analisar o gráfico da hélice em relação ao da sondagem para obter um parâmetro que relacione o torque da hélice contínua com a resistência obtida pela sondagem SPT.

4. SOLO

O solo é definido de formas diferentes dependendo do ponto de vista do profissional que o está olhando. Por exemplo, o agricultor vê o solo como um ambiente que acomoda as raízes das plantas ao lhes fornecer água e nutrientes, para ele, um bom solo é aquele que fornece todos os recursos necessários para que o que foi plantado cresça da melhor forma possível. Os garimpeiros veem o solo como solo rico ou pobre em metais preciosos. O engenheiro, por sua vez, vê o solo como aquilo que pode ser escavado, seja de forma manual ou mecanizada e,

segundo Silva, et al (2013), pode ser classificado em cinco principais tipos: rochoso, siltoso; arenoso; argiloso e orgânico, descritos a seguir.

4.1. Rochoso

O solo rochoso é aquele que predominantemente é composto por rochas, mas que também possui uma certa quantidade de outros materiais. É um solo com granulometria elevada que varia de 2 a 60 milímetros, possui uma capacidade de carga considerável, mas que é facilmente perfurado pelo trado da hélice contínua.

Porém, é possível que o trado apresente desgastes e fique defeituoso de forma prematura; é muito importante realizar periodicamente todos os processos de manutenção e conferir o diâmetro do trado para garantir a qualidade das estacas.

4.2. Siltoso

É um solo de granulometria bem pequena que não pode ser retido por peneiras, muito parecido com a argila. Porém, é considerado um solo de qualidade ruim para a engenharia devido à baixa capacidade de carga e outras características que interferem negativamente no projeto de fundações. É considerado um solo plástico, ou seja, possui uma capacidade de modelagem elevada e esta propriedade pode ser observada quando, após a chuva, ficam gravados grandes sulcos por onde passaram os carros, ou quando se pega uma amostra do material ele não volta ao estado natural quando deformado pela mão.

4.3. Arenoso

O solo arenoso é um solo granular; isto significa que suas partículas podem ser vistas a olho nu. É um solo não coesivo, o que restringe alguns tipos de fundação como por exemplo os tubulões de base alargada. É um tipo de solo em que precisa ser considerado o ângulo de atrito (ângulo máximo que o solo se sustenta de forma independente, pode ser observado em um monte de areia; é o ângulo formado entre o chão e a extremidade do monte) para executar os cálculos de capacidade de carga.

A areia pode ser dividida em três tipos: areia fina (0,06-0,2mm); areia média (0,2-0,6mm); areia grossa (0,6-2,0mm).

4.4. Argiloso

O solo argiloso é conhecido por ser um solo de alta plasticidade e em geral possui uma boa capacidade de carga. É de granulometria menor que o silte e, portanto, não é possível observar seus grãos a olho nu.

Para saber se o solo que se está analisando é siltoso ou arenoso, é feito uma bolinha de aproximadamente 2 cm de diâmetro com o material e é agitada na mão e depois esmagada. Se enquanto a bolinha estava sendo agitada ficou brilhante e, quando foi esmagada apresentou rachaduras, o solo analisado é siltoso.

A argila não apresenta rachaduras e por ter uma alta impermeabilidade não expulsa a água a ponto de ficar brilhante. O solo argiloso possui alguns recalques diferentes do imediato (recalque presente em todos os tipos de solo e que ocorre quando as cargas são depositadas nos mesmos), que são:

- O recalque por adensamento primário, que ocorre por desidratação do solo de forma natural (quando a água sai do solo sem interferência humana) ou de forma forçada (quando há interferência humana);
- O recalque por adensamento secundário, que é um movimento que ocorre principalmente neste tipo de solo e só pode ser visto ao longo dos anos, o que requer uma atenção redobrada.

4.5. Orgânico

Os solos orgânicos são solos com uma quantidade muito grande de matéria orgânica decomposta, pode ocorrer de forma natural, como por exemplo perto de florestas ou brejos, ou de forma não natural como solos onde foi depositada uma grande quantidade de lixo.

A matéria orgânica em geral é mole mesmo quando compactada (processo em que o ar é expulso do solo para diminuir o espaço entre os grãos ou partículas por meio de máquinas que exercem uma força contra o solo), além disso, este material é conhecido por ter grandes recalques e admitem uma carga muito baixa, sendo assim, o solo orgânico é considerado um péssimo solo para obras. São facilmente identificados pela cor escura e pelo odor.

5. ONDAGENS

As sondagens são ensaios de solo que fornecem dados importantes quanto ao terreno que se deseja conhecer por meio da coleta de amostras em uma perfuração ou informações acerca das propriedades físicas dessas. Tais amostragens ou coletas de dados podem visar a determinação das propriedades físicas do solo, análise do testemunho obtido, elaboração de perfis de solo, localização de corpos hídricos, entre outras aplicações. Na construção civil, o projeto só começa depois de conhecer o tipo de solo, quais suas características quanto a resistência e nível d'água, que são informações indispensáveis para qualquer projeto de fundações.

5.1. Trado

Esta sondagem pode ser executada para diferentes finalidades dependendo do tipo de trado. O trado helicoidal, por exemplo, é muito utilizado apenas no avanço dos furos de sondagem, pois ele não é capaz de coletar amostras e não possui diâmetro suficiente para possibilitar a visualização das camadas de solo, segundo Silva (2013).

5.2. CPT - *Cone Penetration Test*

A sondagem CPT ou ensaio de penetração de cone (do inglês *Cone Penetration Test*), fornece dados como a resistência de ponta e a resistência de atrito lateral, mas não é possível retirar amostras de solo e, portanto, não é possível classificar as camadas de solo através deste método. É considerado um ensaio estático devido a sua velocidade de 2cm/s e é indicado para solos moles de acordo com Odebrecht (2018).

5.3. SPT - *Standard Penetration Test*

O *Standard Penetration Test*, também conhecido como ensaio a percussão, é o ensaio mais utilizado atualmente devido ao custo baixo dos equipamentos, execução relativamente simples e a existência de muitas empresas especializadas. Basicamente, um peso de 65kg é erguido a uma altura de 75cm para golpear uma haste que afunda no solo com um amostrador na ponta (que recolhe amostras do solo), dessa forma é possível calcular quantas vezes o martelo precisou golpear o solo para atingir uma determinada profundidade, segundo Silva (2013).

Por convenção, é cavado com um trado (equipamento em formato de hélice que ajuda a furar o solo) até encontrar um solo diferente ou até atingir o primeiro metro de perfuração. Então, é cavado mais 55cm de profundidade para iniciar o processo de contagem dos golpes.

A contagem é feita de 15 em 15 centímetros, porém o valor conhecido como N_{SPT} é a soma dos últimos dois intervalos de 15cm, sendo o primeiro intervalo registrado no relatório, porém é desconsiderado na contagem do N_{SPT} .

Após o primeiro metro, é comum que o avanço do furo seja realizado por lavagem, que é um processo de circulação de água.

Depois de perfurado o metro completo, a haste é retirada para recolher a amostra de solo da ponta, para poder definir qual o tipo de solo que receberá os esforços da obra. O processo é repetido metro a metro até a cota definida no projeto, dessa forma, é possível definir a capacidade de carga e o tipo de solo em cada metro.

O Standard Penetration Test (SPT) é reconhecidamente, a mais popular, rotineira e econômica ferramenta de investigação geotécnica em praticamente todo o mundo. Ele serve como indicativo da densidade de solos granulares e é aplicado também na identificação da consistência de solos coesivos, e mesmo de rochas brandas. Métodos rotineiros de projeto de fundações diretas e profundas usam sistematicamente os resultados de SPT, especialmente no Brasil. (SCHNAID, ODEBRECHT, Ensaios de Campo e Suas Aplicações à Engenharia de Fundações. 2018, p.11.)

6. FUNDAÇÕES

Segundo PEREIRA, (2013) “Fundações são elementos que têm por finalidade transmitir as cargas de uma edificação para as camadas resistentes do solo sem provocar ruptura do terreno de fundação”.

6.1. Fundações Rasas

As fundações rasas são aquelas que estão mais próximas da superfície e transmitem as cargas predominantemente por meio de sua base. Em geral são as mais vantajosas economicamente, mas necessitam de um solo resistente nos primeiros metros de profundidade.

6.1.1. Sapatas

As sapatas, que são elementos de fundações de concreto ou concreto armado e que, na maioria dos casos, possuem a base quadrada ou retangular, podendo ser dividida em simples, excêntrica e corrida. A sapata corrida é aquela que recebe duas ou mais cargas alinhadas da estrutura.

Sapata é um elemento de fundação rasa ou superficial de concreto armado que geralmente tem a sua base em planta quadrada, retangular ou trapezoidal. As sapatas de fundação são dimensionadas para que as tensões de tração que atuam sobre a fundação sejam resistidas pela armadura e não pelo concreto. (PEREIRA, 2016). Sapatas de fundação. Escola Engenharia, 2016.

6.1.2. Bloco

O bloco, que é um elemento de fundação constituído apenas de concreto pode ser simples, ciclópico ou usinado. Este tipo de fundação geralmente possui base quadrada ou retangular e não necessita de armação, pois todas as tensões de tração atuantes são admitidas pelo concreto devido à forma como o elemento é projetado, de acordo com a NBR 6122:2019, item 3.3.

6.1.3. Radier

O Radier pode ser considerado uma sapata corrida, porém recebe cargas de forma não linear. Esta técnica é muito utilizada em obras residenciais de pequeno porte, tem como característica a facilidade de execução pois o processo é similar ao de uma laje e custo baixo devido à pouca necessidade de mão de obra. Também é utilizado quando se quer ganhar tempo no cronograma da obra. Segundo PEREIRA, Caio (2013) “Os radiers são lajes de concreto armado em contato direto com o terreno que recebe as cargas oriundas dos pilares e paredes da superestrutura e descarregam sobre uma grande área do solo.”

6.2. Fundações Profundas

O solo nem sempre apresenta resistência suficiente na superfície para se realizar uma fundação do tipo rasa, o que gera a necessidade de buscar camadas cada vez mais profundas para transmitir as cargas da estrutura e é nestes cenários que as fundações profundas se tornam interessantes. Segundo PEREIRA (2013), as fundações profundas ou estacas tem como característica a transmissão das cargas por meio do atrito lateral, da resistência de ponta ou ambas.

6.2.1. Estacas Franki

As Estacas Franki são estacas moldadas in loco muito reconhecidas pela sua metodologia de execução, pelos grandes benefícios de ter uma boa capacidade de ponta devido ao bulbo e ainda possuir bastante atrito lateral por ser uma estaca cravada de acordo com Pereira (2017).

Para executar uma estaca Franki são necessários equipamentos robustos como uma boa camisa metálica, um bate-estacas e um guindaste. O processo consiste em golpear o fundo da camisa metálica onde se encontra a bucha, que é um material composto por areia e brita com a função de gerar atrito lateral no momento do golpe para empurrar a camisa metálica no solo.

No momento da concretagem a bucha também é importante, pois ela é empurrada para fora da camisa metálica formando uma ponta alargada (bulbo) que é preenchida com o concreto. A retirada da camisa ocorre simultaneamente à concretagem e à inserção da armadura metálica.

A estaca Franki é um tipo de fundação profunda que apresenta grande capacidade de carga e pode alcançar grandes profundidades. São executadas enchendo-se de concreto as perfurações executadas por meio da cravação de um tubo de ponta fechada com o auxílio de um bate-estacas. A armadura e o concreto são inseridos na estaca à medida que o tubo vai sendo retirado do solo. (PEREIRA, Caio. Estaca Franki: Processo Executivo, Vantagens e Desvantagens. Escola Engenharia, 2017.

6.2.2. Estacas Strauss

As Estacas Strauss que são estacas moldadas *in loco* e escavadas. São de fácil execução necessitando de poucos operários, de uma camisa metálica e de um equipamento semelhante ao de sondagem.

A estaca Strauss é executada mecanicamente com furo geralmente revestido. Sua escavação é efetuada com um equipamento denominado Balde Strauss. Sua perfuração é executada através da queda livre da piteira com a utilização de água. Atingida a profundidade do projeto, o furo é limpo e concretado um pouco acima da cota de projeto, para permitir o arrasamento. (REBELLO, 2011, p. 73 apud MAGALHÃES, Rafael, 2018, p.40).

6.2.3. Estacas Raiz

As Estacas Raiz são caracterizadas pela utilização de um equipamento especial que além de aplicar uma rotação, ainda produz uma circulação de água, lama bentonítica ou ar comprimido para avançar o furo e pode penetrar qualquer tipo de solo, inclusive o rochoso.

É uma estaca argamassada "*in loco*", ou seja, é produzida no canteiro de obras, diretamente no local designado no projeto de fundações. Caracteriza-se por perfuração rotativa ou rotopercussiva e por apresentar elevada tensão de trabalho ao longo do fuste (coluna que liga a base e o topo) que é inteiramente armado em todo seu comprimento. (PEREIRA, Caio. Estaca Raiz: Características, Processo Executivo, Vantagens e Desvantagens. Escola Engenharia, 2018.

6.2.4. Estacas Pré-Moldadas

As Estacas Pré-Moldadas são estacas cravadas e podem ser metálicas, de madeira, de concreto armado ou de concreto protendido.

As estacas de madeira são comumente utilizadas em fundações provisórias devido ao custo relativamente baixo e pela facilidade de manutenção, já que estas estacas podem ser facilmente reparadas. Devido às características do material, as estacas de madeira são muito vulneráveis a variações entre períodos de seca de umidade elevada, o que compromete sua resistência. Porém, se as estacas estiverem abaixo do nível d'água, este efeito não acontece por estarem protegidas dos ataques dos microrganismos que degradam a madeira causando o apodrecimento, segundo PEREIRA (2017)

As estacas pré-moldadas de aço ou estacas metálicas são extremamente resistentes à compressão e à tração, são facilmente emendadas por meio de soldagem e podem suportar a corrosão naturalmente, mas é possível realizar um tratamento nestas estacas para resistirem ainda mais caso o ambiente no qual elas serão colocadas seja muito agressivo, como no caso de um solo muito

ácido ou em cidades litorâneas que possuem o efeito de maresia, que é extremamente prejudicial a estruturas metálicas, segundo PEREIRA (2017).

As estacas pré-moldadas de concreto são muito utilizadas por serem constituídas de um material abundante (concreto) e que, devido ao rigoroso processo de produção, conferia um produto consistente, confiável e acessível economicamente. As estacas podem ser de concreto armado ou protendido e suas formas mais comuns são circulares, hexagonais ou em formato de “H”. As estacas de concreto, porém, não podem ser emendadas como as estacas metálicas ou de madeira e possuem um alto peso específico, o que limita suas dimensões devido à impossibilidade do transporte de elementos dimensões e peso tão elevados, segundo PEREIRA (2017).

Vantagens: As estacas pré-moldadas de concreto têm boa capacidade de carga e boa resistência de esforços de flexão e cisalhamento. Além disso, por serem produzidas em fábricas apropriadas tem uma boa qualidade do concreto e é controlada e fiscalizada por laboratórios. Desvantagens: Por serem de concreto armado ou protendido, têm alto peso próprio limitando as seções e comprimentos em função do transporte e cortes e emendas são de difíceis execuções” Escola engenharia- Pré-moldadas. (PEREIRA, Caio. O que é bloco de fundação? Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/blocos-de-fundacao/>>.

6.2.5. Tubulão

O Tubulão é um tipo de fundação moldada in loco que é conhecida pela necessidade da descida de um operário para realizar, pelo menos, a etapa de limpeza do furo. As estacas tubulão, em geral, podem ser divididas em tubulão a céu aberto e tubulão a ar comprimido, ambas podendo ter base alargada ou não. O primeiro caso ocorre quando as fundações ficam acima do nível d'água e o solo possui uma coesão mínima a ponto de não gerar desmoronamentos como a maioria dos solos argilosos, por exemplo. O segundo caso ocorre quando os riscos de desmoronamento são muito altos e quando há presença de lençol freático. Para contornar o problema, uma campânula de ar comprimido é inserida no topo da camisa e ela permite a passagem do concreto, dos operários e da armadura, além de possibilitar a retirada do material escavado. Um tubulão é um:

Elemento de fundação profunda, cilíndrico, em que, pelo menos na sua etapa final, há descida de operário. Pode ser feito a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático) e ter ou não base alargada. Pode ser executado com ou sem revestimento, podendo este ser de aço ou de concreto. No caso de revestimento de aço (camisa metálica), este poderá ser perdido ou recuperado. (NBR 6122, 1994, p.2)

6.2.6. Hélice Contínua Monitorada

A Hélice Contínua Monitorada foi o tipo de fundação escolhido para a obra Residencial Jesuíta que é objeto de estudo deste trabalho. É uma estaca

moldada *in loco*, escavada com um equipamento capaz de gerar um torque elevado e perfura o solo por meio da rotação do trado helicoidal.

Segundo Magalhães (2005), este trado é vazado e a ponta é protegida por uma tampa, que é desprendida quando se inicia a concretagem simultânea à retirada do trado. Este processo necessita de um caminhão e uma bomba de concreto pois o equipamento de hélice contínua sozinho não é capaz de armazenar e injetar todo o material que será usado na estaca.

Este método de estaqueamento possui muitas vantagens, como custo relativamente baixo, possibilidade de execução em solos com NSPT próximos a 50, pode ser executada na presença de lençol freático, pode possuir bastante atrito lateral dependendo da qualidade da execução (se o material retirado foi menor do que o volume do trado e se não houve consumo de concreto diferente do previsto pelo projeto), velocidade de produção alta e monitoramento eletrônico de informações importantes como profundidade do furo, torque gerado e pressão de concreto. Um fator que foi decisivo na escolha deste tipo de fundação é seu baixo impacto de vizinhança por não causar vibrações no solo, que é uma característica essencial para a segurança já que no local havia residência com fundações e estruturas frágeis que sofriam do processo de recalque há algum tempo.

Existe um sensor a laser que mede a profundidade que o trado está atingindo no solo; um sensor de velocidade de rotação que, como o próprio nome já diz, calcula a velocidade que o trado gira no próprio eixo; um sensor que faz a medição do prumo da estaca para que ela não fique desalinhada; um sensor de torque que fica localizado no motor do equipamento e calcula a força que está sendo produzida; um sensor de injeção de concreto que fica localizado próximo ao topo na linha de bombeamento, é basicamente uma mangueira com um fluido que reage à pressão do concreto e transfere essa pressão para um equipamento que consegue ler esta informação. Segundo Paulo José Rocha de Albuquerque a Estaca Hélice Contínua:

É um tipo de estaca moldada *in loco*, caracterizada pela escavação do solo através de um trado contínuo, possuidor de hélices em torno de um tubo central vazado. Para evitar que durante a introdução do trado haja entrada de solo ou água na haste tubular, existe, em sua face inferior, uma tampa metálica, que é pela pressão do concreto deslocada ao início da concretagem. Após a sua introdução no solo, até a cota especificada, o trado é extraído concomitantemente à injeção do concreto através do tubo vazado. À medida que o trado vai sendo retirado, o solo confinado entre as pás da hélice é removido. O concreto utilizado é caracterizado pela mistura de agregados (pedrisco e areia), o consumo mínimo de cimento é da ordem de 400kg/m³; o abatimento deve ser da ordem de 240mm. (ALBUQUERQUE, 2001, Pg.5).

7. PRÉ-REQUISITOS PARA A ANÁLISE DOS DADOS

A regressão linear é uma ferramenta de análise de dados que permite visualizar o grau de correlação entre duas variáveis. Para isso, foi necessário para esta pesquisa revisar toda a parte de estatística descritiva, para organização e

resumo dos dados, tais como: medidas de tendência central; medidas de dispersão; histogramas; e estudar parte da estatística inferencial que são técnicas para obtenção de conclusões sobre a **população** que é o universo de estudo, a partir da **amostra**, um subconjunto desse universo.

7.1. Conceitos Básicos

Para melhor entendimento do processo de inferência estatística, são necessárias as seguintes definições:

- População ou universo estatístico é o conjunto de todos os elementos que podem oferecer informações relativos ao estudo efetuado;
- Amostra, que é um subconjunto retirado do todo devido a impossibilidade de conhecer todos os elementos da população;
- Rol, que é a lista dos dados numéricos da amostra ou da população que respeita uma certa ordem;
- Frequência Absoluta, que é o número de vezes que um dado aparece no rol;
- Frequência Absoluta Acumulada que é quando, em uma tabela, os valores de frequência são acrescidos de todos os anteriores, de forma que o último valor é a soma de todas as frequências, segundo Maurício Carvalho.

7.2. Estatística Descritiva: Medidas Descritivas

São medidas que podem ser obtidas sobre conjuntos de dados numéricos, de forma a trazer informações sobre esses dados.

Tipos de Medidas Descritivas: posição; dispersão; assimetria e achatamento (ou curtose).

As principais Medidas de Posição, são: Média Aritmética; Média para dados agrupados; Mediana; Moda; Média Geométrica; Média Harmônica; Percentil, Decil, Quartil e o Escore Z. As principais medidas de dispersão são: Amplitude; Desvio Médio; Variância e Desvio Padrão.

7.2.1. Média Aritmética Simples

A Média Aritmética Simples (\bar{x}), é a soma dos valores dividido pelo número de termos “n”. O conceito de média é algo amplamente conhecido e é utilizado em várias situações do cotidiano, como por exemplo, quando se deseja conhecer a quantidade de combustível média consumida na semana.

É evidente que o consumo de combustível da segunda-feira será diferente do consumo da terça-feira e assim por diante. Para chegar a um único valor que descreva uma tendência central de consumo, é feita a média aritmética que, no caso, seria calculada somando os valores de consumo de cada dia e dividindo pelo número de dias. A Média Aritmética é expressa pela equação:

$$\bar{x} = \frac{(x_1+x_2+x_3+\dots+x_n)}{n}.$$

7.2.2. Medidas de Dispersão

De acordo com Bruni (2010), as medidas de dispersão são valores que complementam as informações contidas nas medidas de posição e podem descrever a distância absoluta ou relativa entre os dados. Em outras palavras, elas descrevem a homogeneidade da amostra.

7.2.3. Desvio

O Desvio (d_i) é a diferença entre o valor considerado e a Média Aritmética (\bar{x}), podendo assumir valores negativos caso o valor seja menor que a média aritmética, ou positivo caso ele seja maior que a média, e pode ser representado pela seguinte equação:

$$d_i = x_i - \bar{x}$$

sendo x_i um dos elementos da amostra ou população ("i" significa qualquer número inteiro entre 1 e n).

7.2.4. Variância

A Variância (V) é um valor que representa o grau de dispersão dos elementos da amostra em relação à vertical, é calculada somando os quadrados dos Desvios (ou Desvio Absoluto, não tem diferença já que estamos elevando ao quadrado) dividido pelo número de termos (n). A Variância é representada pela seguinte equação:

$$V = \frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}{n}$$

7.2.5. Desvio Padrão

O Desvio Padrão (D_p) é utilizado quando se quer obter o grau de dispersão da amostra e expressar os valores na mesma unidade dos seus elementos. Basicamente, o Desvio Padrão é a raiz quadrada da Variância (V), que é representado pela seguinte equação:

$$D_p = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}{n}}$$

8. REGRESSÃO E CORRELAÇÃO

Segundo Bruni (2010), a regressão e a correlação são técnicas de análises estatísticas para duas variáveis quantitativas, que têm como objetivo expressar o grau de associação entre elas.

Para dar início à análise é importante definir qual das variáveis é a variável controle e qual é a variável resposta. Como por exemplo, número de horas de estudo e nota das provas. É mais coerente falar que as horas de estudo influenciam na nota da prova do que o contrário, logo a variável controle é a quantidade de horas de estudo e a variável resposta é a nota da prova.

A regressão tem como resultado uma função conforme Figura 1 e Figura 2, que descreve a relação dos dados entre as duas variáveis e é definida pela seguinte equação:

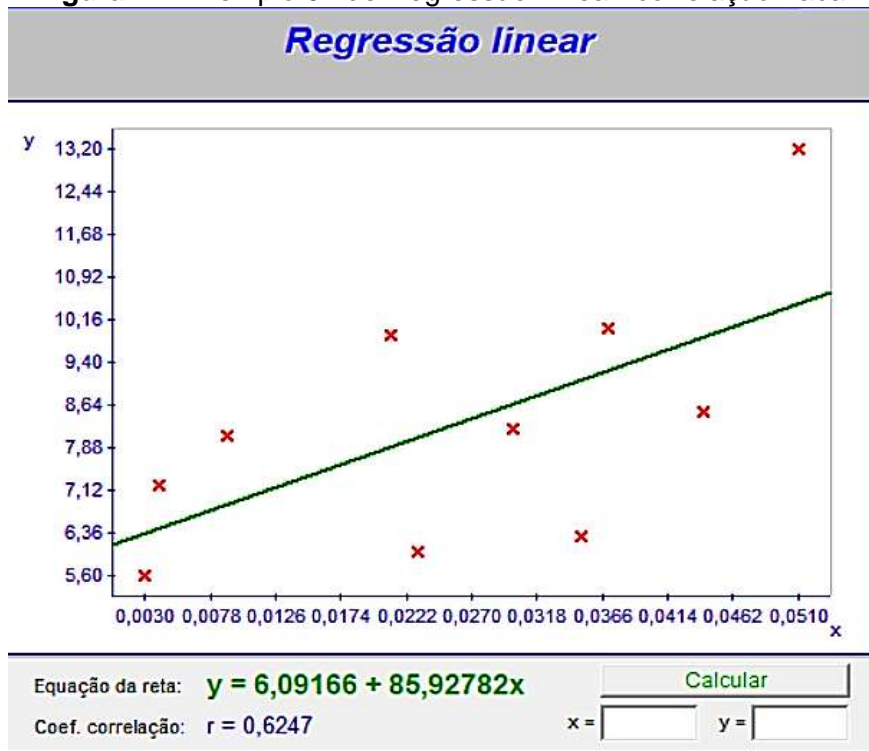
$$y = a + bx$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

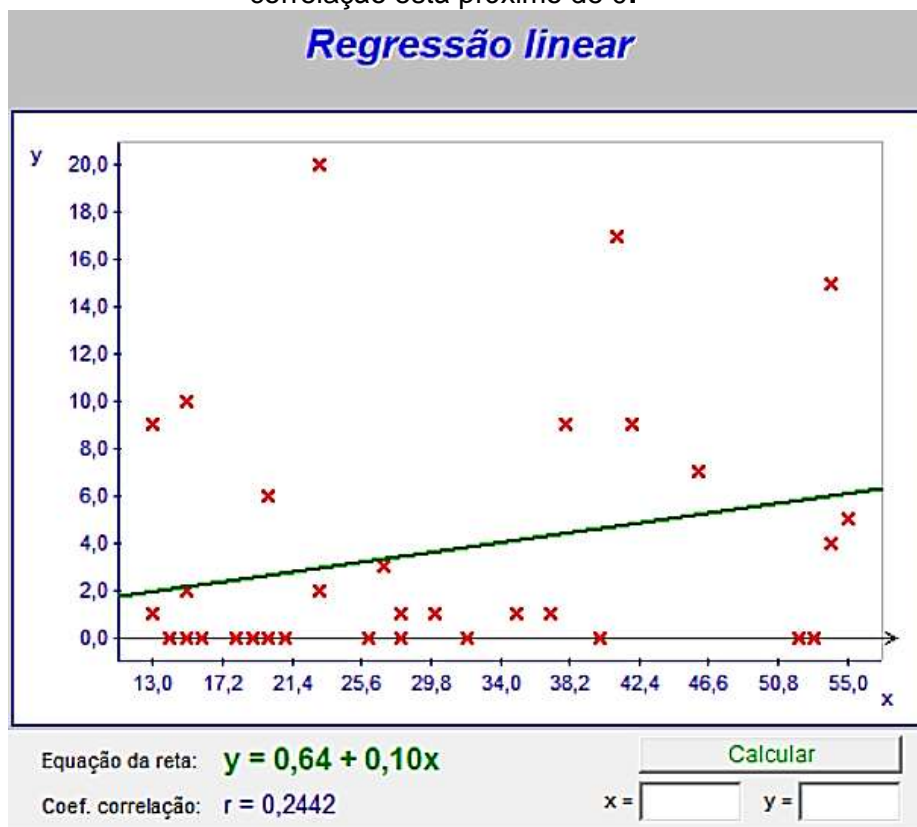
A correlação é um valor numérico que varia entre -1 e +1 e pode ser interpretada de três formas: quanto mais próximo de +1 for o b, significa que existem fortes evidências de associação entre as variáveis e quanto maior for a variável causa, maior será a variável efeito; quanto mais próximo de -1 for o b, significa fortes evidências de associação entre as variáveis, porém de forma inversamente proporcional (quanto maior for a variável causa, menor será a variável efeito); quanto mais próximo de zero, independente se for um valor positivo ou negativo, mais fraca será a associação entre as variáveis e significa que não há evidências de que a variável causa explique a variável efeito.

Figura 1 – Exemplo 01 de Regressão Linear: correlação fraca.



Fonte: Captura de tela do software Estat D+.

Figura 2 – Exemplo 02 de Regressão Linear: o coeficiente de correlação está próximo de 0.



Fonte: Captura de tela do software Estat D+.

Além disso é possível aplicar alguns testes para verificar a confiabilidade do modelo, chamados de testes de hipótese. Quando se seleciona uma amostra para fazer um estudo estatístico, é feita uma estimativa de seus parâmetros e estabelecida uma suposição de que essas características também estão presentes na população. Segundo Bruni (2010):

“O teste de hipótese tem por objetivo verificar a veracidade de determinada suposição dentro do âmbito amostral para ser aceita dentro do âmbito populacional, isto é, se a alegação em questão acerca de um parâmetro populacional pode ser aceita ou não com base em dados amostrais coletados” -BRUNI, Adriano (2010, p.222).

Desta forma, são formuladas duas hipóteses de trabalho, a Hipótese Nula ou H_0 (a alegação de que os parâmetros amostrais são incompatíveis com a população) e a Hipótese Alternativa ou H_1 (a alegação de que H_0 é falsa, ou seja, rejeita-se H_0).

Em seguida é feita uma seleção do tipo de distribuição amostral mais adequada à situação. A amostra utilizada na pesquisa possui 32 elementos, portanto a distribuição das médias amostrais deve ter comportamento semelhante ao de uma distribuição normal (curva de sino) que, segundo Bruni (2010), sua média será igual à média amostral e o desvio é descrito pela fórmula:

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Em que σ é o desvio padrão e n é o número de elementos. Porém, como o desvio padrão da população não é conhecido, é feita uma estimativa de tal valor. Posteriormente, é estabelecida uma zona de confiança chamada de α , em que se determina uma região da distribuição normal para rejeição de H_0 e definido valores críticos (Z_c) em que se encontra a interseção da área de aceitação de H_0 e a zona de confiança. Estes conceitos são utilizados para calcular o valor-P, que é a probabilidade de se obter estimativas desfavoráveis, ou seja, descobrir a chance de a hipótese nula ser verdadeira. Quando o valor-P é muito pequeno em comparação ao α , rejeitamos H_0 .

A estatística descritiva possui ferramentas para quantificar e analisar a **variabilidade**, enquanto a inferência ou probabilidade possui ferramentas para quantificar e analisar a **incerteza**. Nosso objetivo é aprender a lidar com a variabilidade e com a incerteza nessa área.

9. MÉTODOS

Para realizar a pesquisa foi necessário visitar a empresa CENAFER que possui o laudo de sondagem do terreno onde foi realizada a obra do Residencial Jesuíta e coletar uma amostra dos seus dados de fundação.

O laudo em questão foi elaborado pela empresa Soma Geotecnia, Perfurações e Sondagens Ambientais, que realizou 03 furos de sondagem, totalizando 55,35m. Além das informações usuais como nível d'água, classificação das camadas de solo e NSPT, este laudo ainda possui o parecer técnico do Eng. Thales Jati Gilberto, orientador do presente trabalho.

A obra conta com mais de 300 estacas do tipo Hélice Contínua, cada uma com diâmetro de 0,30m e aproximadamente 11m de profundidade. Foi gerado um relatório eletrônico destas estacas por meio do soft SACI 3, que registrou dados de perfuração e concretagem a cada 0,08m (8cm). Para a amostra, foram selecionadas 32 estacas, de número 01 até a 33, com exceção da 19 que só apresentava valores de torque no primeiro intervalo de 8 cm, já que no segundo o torque foi 0 e não havia mais dados; diante disso, optou-se por descartar esta estaca.

Foi necessário passar o conteúdo para o Microsoft Excel para poder trabalhar os dados brutos e separar o que era interessante para a pesquisa. Foi feita uma somatória dos valores de torque para os intervalos [0 ,1[; [1 ,2[; [2 ,3[; ...; [10 ,11[, pois os valores eram registrados a cada 8 centímetros e precisavam ficar compatíveis ao NSPT que é o número de batidas a cada metro, ver resultado da tabela de torque Figura 3 e os valores de NSPT médio e de cada furo Figura 4. Após cada estaca ficar com os respectivos valores de torque por metro, foi feita uma média do torque exercido pelo equipamento a cada metro. Também, foi feita a média dos três ensaios de reconhecimento do solo (SPT), ver Figura 4, e com estes valores médios foi feita a análise de regressão linear.

Foi estabelecida a variável N_{SPT} como a variável controle porque os valores deste ensaio são as informações que o engenheiro projetista tem como base para a elaboração dos seus projetos, e o torque é um evento que ocorre durante a execução da obra.

Em seguida, foi feita a regressão linear de duas maneiras. A primeira foi usando fórmulas do Excel, que permite gerar os resultados automaticamente. A segunda foi um passo a passo das fórmulas de regressão e correlação para encontrar o grau correlação r e os coeficientes de regressão a e b .

Figura 3 – Tabela Torque [kgf.m] a Cada Metro e Torque Médio das Estacas 1 a 33, Exceto a Estaca 19.

VALORES DE TORQUE POR METRO DAS ESTACAS 1 A 33 EXCETO A 19											
METRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ESTACA 1	463,62	1412,3	1362,77	1337,99	1320,3	1582,2	1417,57	1821,1	1792,77	2047,6	2118,4
ESTACA 2	960,99	1279,6	1249,49	1311,44	1254,8	1530,9	1527,32	1739,7	1805,16	2017,5	2006,9
ESTACA 3	1040,6	1122,1	1251,26	1304,36	1254,8	1520,3	1598,07	1658,3	1681,26	1902,5	1952,1
ESTACA 4	902,58	1065,4	1171,61	1276,04	1192,9	1392,9	1468,94	1706	1780,38	1916,7	1978,6
ESTACA 5	863,64	1152,2	1093,73	1196,39	1171,6	1329,1	1412,33	1515	1612,23	1690,1	2102,5
ESTACA 6	865,41	1065,4	1125,59	1198,16	1173,4	1401,7	1539,71	1718,4	1698,96	1923,7	1785,7
ESTACA 7	849,48	1100,8	1199,93	1261,88	1224,7	1486,7	1552,07	1672,4	1637,01	1833,5	1683,1
ESTACA 8	810,54	968,07	1176,92	1175,15	1153,9	1376,9	1760,89	1661,8	1661,8	1768	1985,7
ESTACA 9	831,78	1065,4	1233,56	1299,05	1221,2	1467,2	1553,84	1599,9	1589,22	1876	2097,6
ESTACA 10	863,64	1164,4	1118,51	1245,95	1242,4	1469,1	1582,15	1840,6	1663,56	2026,4	2083
ESTACA 11	888,42	1028,3	1191,08	1240,64	1141,5	1440,9	1440,64	1594,6	1557,36	1736,1	2120,2
ESTACA 12	861,87	1046	1207,01	1235,33	1136,2	1320,5	1341,53	1515	1585,68	1736,1	1936,1
ESTACA 13	906,12	998,16	1095,5	1196,39	1095,5	1389,8	1431,77	1677,7	1665,33	1831,7	2021,1
ESTACA 14	688,41	991,08	1137,98	1182,23	1118,5	1328,9	1403,47	1499	1486,64	1675,9	1808,7
ESTACA 15	821,16	1053	1097,27	1015,85	1174,6	1350,4	1371,63	1631,7	1484,89	1674,2	1891,9
ESTACA 16	653,01	939,75	1114,97	1145,06	1104,6	1414,1	1431,78	1617,6	1615,77	1706	1886,6
ESTACA 17	801,69	987,54	1203,47	1242,41	1234,8	1428,3	1422,94	1746,8	1737,9	1895,4	2003,4
ESTACA 18	909,66	1146,8	1153,91	1145,07	1298,6	1338	1359,24	1534,4	1548,53	1899	1890,1
ESTACA 20	872,49	1037,1	1173,38	1210,55	1145,1	1361	1387,54	1576,9	1603,38	1624,6	2058,2
ESTACA 21	743,28	1035,3	1152,14	1143,29	1106,1	1343,3	1362,77	1647,7	1580,37	1672,5	1861,8
ESTACA 22	814,08	874,26	1122,05	1136,21	1056,6	1254,8	1295,52	1391,1	1414,1	1633,5	1838,8
ESTACA 23	778,68	975,15	1100,81	1157,45	1083,1	1320,3	1373,4	1550,4	1506,08	1748,5	1877,7
ESTACA 24	812,31	1008,8	1056,56	1159,22	1120,3	1345,1	1483,09	1746,8	1506,08	1854,7	1945
ESTACA 25	692,4	991,08	1063,64	1109,66	1115	1247,7	1316,76	1573,4	1527,3	1822,8	1991
ESTACA 26	831,91	1010,6	1180,46	1231,79	1136,2	1348,6	1426,5	1596,4	1582,16	1766,2	1828,2
ESTACA 27	633,22	1014,1	1113,2	1173,38	1145,1	1469	1583,91	1700,7	1757,37	1736,1	1994,5
ESTACA 28	637,53	1019,4	1100,81	1155,68	1122,1	1373,4	1396,4	1562,8	1571,52	1822,9	1858,2
ESTACA 29	861,09	982,23	1111,43	1100,81	1122,1	1316,8	1362,75	1727,3	1697,19	1861,8	2132,6
ESTACA 30	984,99	1005,2	1070,72	1132,67	1109,7	1265,4	1451,23	1753,8	1544,99	1778,6	1852,9
ESTACA 31	827,92	939,75	1146,83	1184	1123,8	1346,8	1430,02	1640,6	1888,33	1888,3	1890,1
ESTACA 32	808,45	955,68	1130,9	1208,78	1141,5	1364,5	1422,94	1676	1760,91	2061,8	2081,3
ESTACA 33	692,17	969,84	1120,28	1155,68	1125,6	1302,6	1353,93	1640,6	1582,14	1791	1867,1
MÉDIA	811,7	1043,9	1150,9	1195,9	1161,5	1382,1	1445,7	1641,7	1628,9	1819,4	1950,9

Fonte: O Autor.

Figura 4 – NSPT dos 03 Furos e NSPT Médio.

METRO	NSPT. 1	NSPT. 2	NSPT. 3	NSPT MED
1	2	2	2	2,0
2	2	2	2	2,0
3	2	2	2	2,0
4	2	2	2	2,0
5	2	2	2	2,0
6	3	2	3	2,7
7	5	2	10	5,7
8	10	2	10	7,3
9	12	5	12	9,7
10	20	6	14	13,3
11	20	8	14	14,0
12	22	11	17	16,7

Fonte: O Autor.

10. RESULTADOS

Foi relacionado o NSPT médio da tabela de NSPT (ver Figura 4) com os valores de torque médio por metro da tabela de torque (ver Figura 3) por meio da análise de regressão linear do Excel. O resumo dos resultados obtidos está representado na Figura 5 a seguir:

Figura 5 – Resumo dos Resultados

RESUMO DOS RESULTADOS	
<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,92
R-Quadrado	0,84
R-quadrado ajustado	0,83
Erro padrão	145,64
Observações	11

Fonte: O Autor.

Este resumo apresenta valores interessantes como o número de observações, que é o N_{SPT} e o torque observados em cada um dos 11 metros. O R múltiplo é o valor que representa o grau de correlação entre as variáveis, que pode variar entre -1 e 1. No caso, o valor encontrado foi de 0,92, o que indica forte correlação positiva, em outras palavras, quanto mais a variável controle (NSPT Médio) cresce, mais a variável resposta (Torque Médio) cresce.

O R-Quadrado (r^2) que, segundo Bruni (2010), quando apresenta valores superiores a 0,60, a reta gerada é de boa qualidade. Além disso, segundo ele, quanto mais o valor de r^2 se aproximar de 1, maior será a qualidade de ajuste e a variação em relação à média dos pontos analisados é explicada na mesma proporção. Ou seja, se R-quadrado é 0,84, então 84% das variações totais são explicadas pela reta de regressão.

O erro padrão é uma medida que mostra a distância vertical da observação à reta ajustada. Ou seja, é a variação da coordenada y do ponto observado e sua projeção na reta ajustada.

Figura 6 – Intervalos de Confiança e Valor-p.

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	997,26	70,80	14,09	0,00000019	837,11	1157,42	837,11	1157,42
NSPT MED	68,02	9,75	6,98	0,00006482	45,97	90,07	45,97	90,07

Fonte: Autor

O intervalo de confiança estabelecido foi de 95%, como é descrito pela imagem acima (Figura 6). O valor-P foi igual 0,00006482, e isto significa que a probabilidade de rejeitar incorretamente uma hipótese nula verdadeira é muito baixa, o que contribui para a significância da análise de regressão. Além disso é possível observar que os valores dos coeficientes de regressão a e b foram respectivamente 997,26 e 68,02, ou seja, a equação que descreve a regressão linear entre NSPT médio e torque médio é dada por:

$$y = 997,26 + 68,02x$$

Também foi feita a regressão linear entre N_{SPT} médio e torque médio de forma manual, e os resultados obtidos foram os mesmos como pode ser comprovado pelas imagens a seguir, ver Figura 7 e Figura 8.

Figura 7 – Tabela de Regressão Linear (passo a passo).

REGRESSÃO LINEAR									
	NSPT	TORQUE							
			desvX x						
n	x	y	x-med	y-med	desvY	desvx ²	desvY ²	x x y	x ²
1	2	811,7	-3,697	-573,11	2118,8	13,668	328455	1623,3	4
2	2	1043,9	-3,697	-340,87	1260,2	13,668	116195	2087,8	4
3	2	1150,9	-3,697	-233,90	864,74	13,668	54711	2301,7	4
4	2	1195,9	-3,697	-188,88	698,28	13,668	35675,4	2391,8	4
5	2	1161,5	-3,697	-223,32	825,59	13,668	49870,2	2322,9	4
6	2,6667	1382,1	-3,0303	-2,68	8,1075	9,1827	7,15821	3685,6	7,11111
7	5,6667	1445,7	-0,0303	60,94	-1,8465	0,0009	3713,21	8192,3	32,1111
8	7,3333	1641,7	1,6364	256,92	420,42	2,6777	66008,8	12039	53,7778
9	9,6667	1628,9	3,9697	244,18	969,31	15,758	59622,6	15747	93,4444
10	13,333	1819,4	7,6364	434,59	3318,7	58,314	188872	24258	177,778
11	14	1950,9	8,303	566,13	4700,6	68,94	320503	27313	196
Total	62,667	15232	0	0	15183	223,21	1223633	101962	580
Média	5,697	1384,8	0	0	1380,3	20,292	111239	9269,3	52,7475

Fonte: Autor

Figura 8 – Resultados Calculados no Excel a Partir da Tabela de Regressão Linear (passo a passo).

Covariância	1380,3
DPX	4,5047
DPY	333,53
DPX x DPY	1502,4
Correlação	0,9187
Coefficiente de Determinação (R ²)	0,8440
Coefficiente de Correlação	
b	68,02
a	997,26

Fonte: Autor.

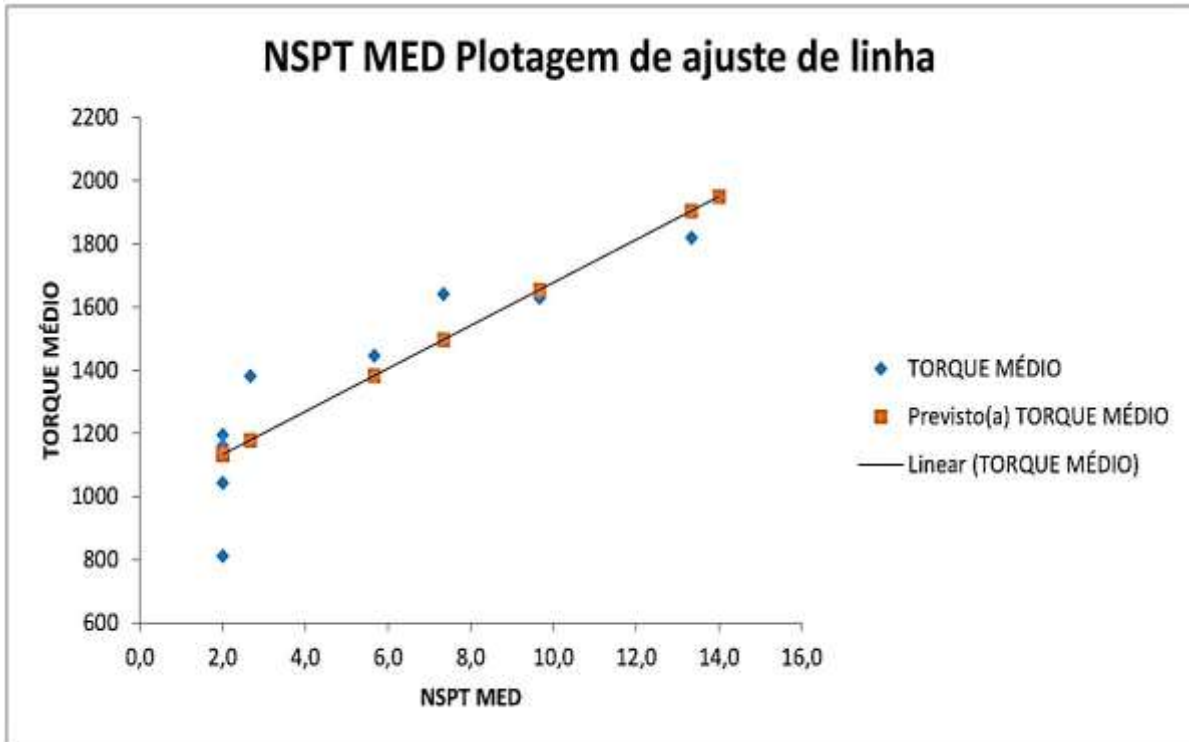
Foram feitos cálculos dos valores previstos do torque médio, dos resíduos (diferença entre os valores reais e os previstos) e do resíduo padrão que é a razão entre o resíduo e o desvio padrão $Resíduo\ Padrão = \frac{Resíduo}{Desvio\ Padrão}$ como mostra figura 9 e são representados graficamente pelas figuras 10 e 11.

Figura 9 – Resíduos de Regressão Linear.

RESULTADOS DE RESÍDUOS			
Observação	Previsto(a)	Resíduos	Resíduos padrão
	TORQUE MÉDIO		
1	1133,30	-321,64	-2,33
2	1133,30	-89,41	-0,65
3	1133,30	17,56	0,13
4	1133,30	62,59	0,45
5	1133,30	28,15	0,20
6	1178,65	203,45	1,47
7	1382,71	63,00	0,46
8	1496,08	145,62	1,05
9	1654,79	-25,84	-0,19
10	1904,20	-84,83	-0,61
11	1949,54	1,36	0,01

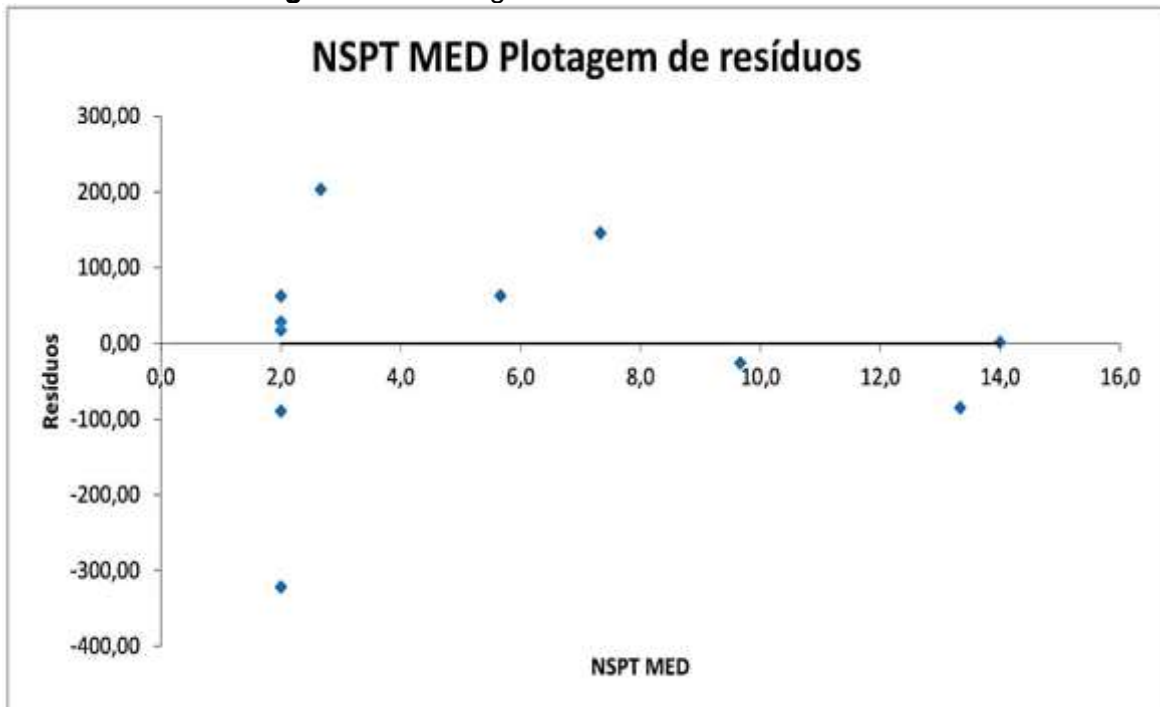
Fonte: do autor.

Figura 10 – Gráfico de Dispersão do Torque Médio em Função do NSPT Médio com Linha de Tendência.



Fonte: Autor

Figura 11 – Plotagem dos Resíduos de NSPT Médio.



Fonte: Autor

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico de diversos conteúdos de engenharia civil, como os principais tipos de fundação, os métodos de sondagem e as características dos diferentes tipos de solo para estabelecer uma boa base, viabilizando a eficácia na conclusão do presente trabalho.

Foi feita, também, uma revisão de conteúdos introdutórios de estatística descritiva uma vez que esta possui ferramentas para quantificar e analisar a **variabilidade** e em seguida um estudo sobre a inferência ou probabilidade, pois essa serve para quantificar e analisar a **incerteza**.

Foi realizada uma análise com um número considerável de elementos na amostra e os resultados obtidos indicaram que o modelo é confiável e pode ser, em princípio, utilizado para estimar a capacidade de carga do solo com base nos valores de torque apresentados pelo monitoramento. Desta forma, o desempenho da estaca também pode ser estimado durante sua execução, o que proporciona agilidade para tomar decisões, corrigir eventuais problemas e evitar maiores prejuízos.

É importante ressaltar que foi possível utilizar dados de apenas uma obra em Franca e que, para verificar se as relações se repetem em solos com características diferentes e garantir que a ferramenta seja usada de forma segura em todas as situações, há a necessidade de ampliar o trabalho para outros locais no futuro.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Marcos Fábio Porto de, et al. **Especificações e Procedimentos de Sondagem à Percussão de Simples Reconhecimento – SPT**. Belo Horizonte: Independente, 2018.

ALBUQUERQUE, Paulo José Rocha de. **Estacas Escavadas, Hélice Contínua e Ômega: Estudo do Comportamento à Compressão em Solo Residual de Diabásio**, 2001.

BRUNI, Adriano Leal. **Estatística Aplicada à Gestão Empresarial**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

CARVALHO, Maurício. **Estatística Básica I**. Portal do Saber. Disponível em: <<https://portaldosaber.obmep.org.br/index.php/modulo/ver?modulo=99>>. Acesso em: 14 de outubro de 2019.

GOUVEIA, Rosimar. **Média Aritmética**. Toda Matéria, 2017. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/media/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2019.

GOUVEIA, Rosimar. **Média Geométrica**. Toda Matéria, 2011 - 2019. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/media-geometrica/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2019.

MAGALHÃES, Paulo Henrique Lourenço. **Avaliação dos Métodos de Capacidade de Carga e Recalque de Estacas Hélice Contínua Via Provas de Carga**: Dissertação de Mestrado em Geotecnia. Brasília: PUBLICAÇÃO: G.DM – 141/05, 2005.

MAGALHÃES, Rafael de Siqueira. **Análise Comparativa dos Resultados de Ensaio SPT com Torque de Equipamentos de Fundações do Tipo Hélice Contínua Monitorada**: Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina Como Requisito Parcial à Obtenção do Título de Engenheiro Civil. Palhoça: UNISUL, 2018.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística Geral e Aplicada**. São Paulo: Atlas, 2005.

NBR 6122. **Projeto e Controle de Fundações**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

NETO, José Albuquerque de Almeida. **Análise do Desempenho de Estacas Hélice Contínua e Ômega – Aspectos Executivos**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. EPUSP, 2002.

PEREIRA, Caio. **O que é bloco de fundação?** Escola Engenharia, 2011 - 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/blocos-de-fundacao/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2019.

PEREIRA, Caio. **Noções básicas de Fundações**. Escola Engenharia, 2013. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/nocoas-basicas-de-fundacoes/>. Acesso em: 23 de junho de 2020.

PEREIRA, Caio. Estaca Raiz: **Características, Processo Executivo, Vantagens e Desvantagens**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/estaca-raiz/>>. Acesso em: 18 de setembro de 2019.

PEREIRA, Caio. Estaca Franki: **Processo Executivo, Vantagens e Desvantagens**. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/estaca-franki/>>. Acesso em: 21 de setembro de 2019.

PEREIRA, Caio. **Sapatas de Fundação**. Escola Engenharia, 2016. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/sapatas-de-fundacao/>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

SCHNAID, Fernando; ODEBRECHT, Edgar. **Ensaio de Campo: e Suas Aplicações à Engenharia de Fundações**. 2ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

SILVA, Carlos Medeiros. **Energia e Confiabilidade aplicadas aos Estaqueamentos Tipo Hélice Contínua**: Tese de Doutorado em Geotecnia. Brasília: PUBLICAÇÃO: G.TD - 070/11, 2011.

SILVA, Carlos Petrônio Leita da, et al. **Manual do Sondador**. Brasília: IFB, 2013.

TRIOLA, Mário F., **Introdução à Estatística**, 9. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2005.

ESTUDOS DAS PROPRIEDADES DO CONCRETO UTILIZANDO COMO AGREGADO GRAÚDO RESTOS DE MÁRMORE E GRANITOS

Gustavo Matheus Alves Oliveira

Anderson Fabrício Mendes

1. INTRODUÇÃO

Segundo Aguiar, Mascarenhas e Mascarenhas (2018), o uso de materiais que são despejados no meio ambiente podem ser reutilizados em obras na área de construção civil gerando uma construção mais sustentável, inovação, sustentabilidade, e economia de recursos, tanto materiais quanto humanos.

Doom (2016) destaca ainda que o Brasil é um dos países com maior produção de entulho, gerando em média por mês 850 mil toneladas, enquanto no Japão, essa média atingiu 6 mil toneladas por mês. O autor aponta ainda que muitos países estão cientes desse problema ambiental e aumentaram seus investimentos em políticas de reciclagem, especialmente a reutilização dos resíduos produzidos na cadeia de produção da Construção Civil, porém, destaca que para isto ocorrer é necessário a conscientização de todos envolvidos no setor, desde empresas, colaboradores, clientes até os responsáveis pelos projetos.

Nesse caso, o aproveitamento de resíduos gerados por empresas produtoras de concreto a partir de mármore e granito pode beneficiar o desenvolvimento da engenharia ambiental e estrutural, pois se esses concretos alcançam propriedades mecânicas e são importantes para construtoras e empresários da indústria do mármore o custo de produtos físico-químicos satisfatórios pode ser reduzido, atualmente eles estão pagando pelo descarte desse material, claro que isso também ajuda a solucionar o descarte e/ou reaproveitamento dos resíduos gerados pela construção civil, gerando sustentabilidade e inovação ao setor.

De acordo com Recena (2015), em alguns aspectos, a dosagem do concreto pode ser entendida como gerenciamento de conflitos, pois os maiores benefícios econômicos nem sempre estão relacionados à melhor trabalhabilidade, maior durabilidade ou ainda maior resistência mecânica, portanto, a dosagem é a ciência de quantificar os materiais que serão utilizados na fabricação do concreto, de forma a se obter o equilíbrio entre estas propriedades.

O método utilizado para a dosagem do concreto neste trabalho é da ABCP², criado inicialmente por Ary Torres e Carlos Eduardo Rosman, onde em 1984 a ABCP publicou um estudo realizado por Públio Penna Firme Rodrigues, que demonstrou uma adaptação do método americano ACI³, na qual esta adaptação foi

² Associação Brasileira de Cimento Portland

³ American concrete Institute

necessária devido as diferenças de matéria prima utilizado pelo método americano e substituindo pela matéria prima que é utilizada no Brasil.

De acordo com Rodrigues (1984), o método ABCP é um dos métodos racionais, no qual foi criado com o intuito de desenvolver um método de dosagem de concreto simples, e que foram desenvolvidas três etapas para a criação da dosagem experimental, sendo que a primeira etapa está relacionada a caracterização dos materiais disponíveis, a segunda etapa são as características que o concreto deve conter tanto no estado fresco como no endurecido, e na etapa três entra a parte da dosagem no qual é dividido em cinco partes que são as informações obtidas na etapa um e dois, e os consumos de cimento, água, areia e brita.

2. AGREGADOS

De acordo com LÓPES (2003), os agregados naturais surgem através das rochas e podem ser obtidos por um processo de fragmentação natural, como intemperismo e abrasão ou através de processos com a utilização de máquinas, em ambos os casos é necessário manter as propriedades físicas deste elemento, sendo estas propriedades como a densidade, porosidade, textura, resistência ao intemperismo e composição mineralógica da rocha.

Ele ainda resalta que para entender melhor as propriedades dos agregados é necessário fazer um estudo sobre a genealogia das rochas e sua formação.

As rochas originais ou ígneas foram produzidas por fenômenos geológicos internos da Terra em solidificar a magna, que é uma mistura heterogênea de vários silicatos e, posteriormente, fenômenos geológicos externos, como intemperismo, rochas ao longo do tempo sedimentar. Posteriormente, as rochas sedimentares e ígneas ao sofrer processos de pressão e temperatura eles formaram as rochas metamórficas. (LÓPES, 2003)

Já para a mistura do concreto de acordo com Silva (2010), se for preparado a mistura de concreto com agregados diferentes, no final do processo através de ensaios, poderá observar que a influência sobre a resistência do concreto é qualitativamente igual, onde é possível que o agregado na resistência do concreto seja devida não somente a resistência mecânica do agregado, mas também, à sua absorção e a características da aderência.

De acordo com Mehta (1994), o agregado tem efeito direto na resistência do concreto, principalmente em concretos usuais, em alguns casos, os agregados são porosos e fracos, sendo que a sua porosidade e composição mineral afetam a resistência à compressão, dureza, módulo de deformação, que por sua vez afeta as propriedades do concreto endurecido com o agregados.

2.1. Agregado Graúdo

De acordo com Silva (2016), as britas são fragmentos gerados através de rochas duras e maiores, como granito, gnaiss, calcário e basalto, que foram detonadas com dinamite ou retiradas através de equipamentos mecânicos, na qual passa por um processo de trituração, conhecido como britagem, e por peneiramento para a classificação de seu tamanho.

Segundo a Norma NBR 7211 os diferentes tipos de brita são classificados de acordo com a sua granulometria, ou seja, o tamanho dos grãos. Assim temos:

Tabela 1 – Classificação Granulometria

Pó de Brita	Maior de 4,8 mm
Brita 0 ou pedrisco	4,8 mm a 9,5 mm
Brita 1	9,5 mm a 19 mm
Brita 2	19 mm a 25 mm
Brita 3	25 mm a 50 mm
Brita 4	50 mm a 76 mm

Fonte: Ministério de Minas e Energia (MME).

Silva (2016) ainda ressalta que cada um desses tipos de classificação tem uma função específica na construção civil, seja para fabricação de concreto, pavimentação, construção de edificações ou de grandes obras, como ferrovias, túneis e barragens. As características mais importantes de cada um dos tipos de brita são: a resistência mecânica, a distribuição granulométrica da rocha, e a quantidade de pó.

3. MÉTODO ABCP

O método racional de medição de concreto da ABCP de acordo com Rodrigues (1984), foi criado através de experimentos de laboratório na década de 1980. No entanto, não é um método preciso tendo necessidades de ser feita a mistura do concreto de acordo com o traço calculado para que tenha as características esperadas, e para ser verificado, é necessário testar e ajustar a mistura do concreto se necessário. Esse método determina a quantidade de ingredientes, incluindo cimento, areia, brita e água, e os resultados desejados devem ser obtidos através dos seguintes passos: Características dos materiais, fixar a relação a/c, determinar o consumo dos materiais e a apresentação dos traços.

3.1. Características dos Materiais

O método exige o conhecimento das seguintes informações: Tipo, massa específica e nível de resistência aos 28 dias do cimento, análise granulométrica e massa específica dos agregados, dimensão máxima característica do agregado graúdo, consistência desejada do concreto fresco, resistência de dosagem do concreto (fcj).

Todo o processo a ser explicado está relacionado a explicação do professor Maycon Del Piero da disciplina de Sistemas Estruturais I e pela norma e NBR 12655.

A quantidade de concreto é realizada utilizando-se a resistência de dosagem (a resistência deve ser adotada para especificar a resistência a compressão desejada), no qual é determinado pelo controle estatístico do concreto. A NBR 6118 determina que o limite máximo para amostras de corpo de prova com resistência abaixo de f_{ck} ⁴ é de 5%. Utilizando a tabela de Gauss e métodos estatísticos, a resistência à dosagem aos “j” dias seja igual a:

$$f_{cmj} = f_{ck} + 1,65 * S_d \quad (\text{Equação 1})$$

Onde o f_{cmj} é a resistência média do concreto a compressão a j dias de idade sendo sua unidade em Mpa. O S_d é conhecido como desvio padrão da dosagem sendo sua unidade em Mpa e pode ser adotado por dois métodos, onde o primeiro método é pela equação:

$$S_d = K_n * S_n \quad (\text{Equação 2})$$

Onde K_n é o coeficiente que depende do número n de resultados disponíveis, S_n é o desvio padrão obtido de uma amostra com n resultados disponíveis e n é o número de ensaios disponíveis. Ou pode ser pelo segundo método que é chamado de sistema de controle na produção do concreto, no qual existem três variáveis sendo elas:

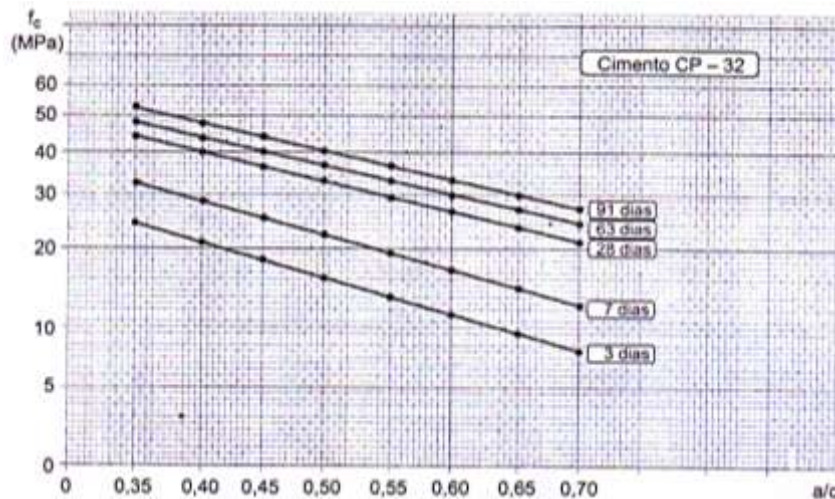
- Condição A ($S_d = 4,0$ Mpa) – Materiais dosados em massa e a água de amassamento é corrigida em função da correção da umidade dos agregados. Classe C10 a C80;
- Condição B ($S_d = 5,5$ Mpa) – Cimento dosado em massa, agregados dosados em massa combinada com volume, a umidade do agregado miúdo é determinada e o volume do agregado miúdo é corrigido através da curva de inchamento. Classe C10 a C25;
- Condição C ($S_d = 7,0$ Mpa) – Cimento medido em massa, agregados e água em volume, umidade dos agregados estimada. Classe C10 e C15.

⁴ Resistência característica do concreto a compressão

3.2. Fixar Relação a/c

O próximo passo é a relação água/cimento (a/c), no qual os critérios são a durabilidade que é indicada pelo ACI ou pela norma NBR 12655 e a sua resistência mecânica é utilizado a curva de Abrams do cimento a ser adotado, conforme é demonstrado na figura a baixo:

Figura 1 – Curva de Abrams do Cimento CP 32



Fonte: Sistemas estruturais I, 2015

Para a utilização da curva de Abrams terá que ter informações como a resistência do cimento, resistência média do cimento e a utilização da resistência mínima da norma. Então a curva é a relação entre o f_{cj} (Equação 1) calculado em Mpa (Na Vertical) e o período de dias que o calculista está pretendendo realizar o experimento, gerando assim a relação a/c (Na horizontal).

3.3. Determinação Aproximada Consumo de Água

Para determinar o consumo de água é necessário saber o abatimento do concreto em milímetros e o diâmetro máximo do agregado graúdo que será adotado na mistura. O abatimento está relacionado a fluidez e a plasticidade do material, no qual o calculista deverá adotar um intervalo de altura em relação ao slump teste esperado.

Sabendo o abatimento e o diâmetro máximo do agregado graúdo, é só utilizar a tabela a seguir para determinar o volume de água necessário por metro cubico, no qual é uma relação entre o diâmetro máximo em milímetros e o intervalo do abatimento em milímetros também.

Tabela 2 – Consumo de Água Aproximada (l/m³)

Abatimento (mm)	<i>D_{máx} agregado graúdo (mm)</i>				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Fonte: Curti, 2016.

3.4. Determinação do Consumo de Cimento

Para determinar o consumo de cimento depende diretamente do consumo de água, então é uma divisão entre o consumo de água (Ca) e a relação a/c, então é necessário a seguinte fórmula de acordo com o método, para saber o consumo do mesmo para os dados já encontrados nas etapas anteriores. A unidade do resultado para o consumo de cimento é em quilogramas por metro cubico (kg/m³):

$$C_c = \frac{C_a}{a/c} \quad (\text{Equação 3})$$

3.5. Determinação do Consumo de Agregado Graúdo

Para o consumo de material graúdo de acordo com o método o calculista deverá saber o módulo de finura da areia que está sendo utilizada na dosagem do concreto, e o diâmetro máximo do agregado graúdo. É necessário duas etapas para encontrar o consumo de agregado graúdo, a primeira etapa é por tabela e a outra etapa é por equação. Por tabela é a relação do diâmetro máximo do agregado e o módulo de finura da areia, sendo assim o resultado desta relação será o volume do agregado seco por m³ de concreto, no qual a sua unidade é em metros cúbicos (m³), conforme tabela apresentado a seguir:

Tabela 3 – Consumo de Agregado Graúdo

MF	<i>Dimensão máxima (mm)</i>				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Fonte: Curti, 2016.

Após descoberto o V_c é necessário a massa unitária compactada do agregado graúdo (M_c) que está sendo utilizada para a quantidade de agregado graúdo, conforme equação a seguir:

$$C_b = V_c * M_c \quad \text{(Equação 4)}$$

A unidade do resultado desta equação para o consumo de agregado graúdo será quilogramas por metro cubico (kg/m^3).

4. DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE AGREGADO MIÚDO

O consumo de agregado miúdo é a última etapa do processo do volume de materiais necessários para um metro cúbico de concreto, após ter determinado todos os processos passados, o volume de agregado miúdo servirá para preencher os vazios da dosagem do concreto, sendo assim, poderá ser calculado pela seguinte fórmula:

$$V_m = 1 - \left(\frac{C_c}{\gamma_c} + \frac{C_b}{\gamma_b} + \frac{C_a}{\gamma_a} \right) \quad \text{Equação 5)}$$

Dados: V_m – Volume de agregado miúdo (m^3); C_c – Consumo de cimento (kg/m^3); γ_c – Massa específica do cimento (kg/m^3); C_b – Consumo de agregado graúdo (kg/m^3); γ_b – Massa específica do agregado graúdo (kg/m^3); C_a – Consumo de água (l/m^3); γ_a – Massa específica da água (l/m^3).

Após descoberto o volume de agregado miúdo que será necessário para a dosagem do concreto, é necessário o consumo deste material, sendo assim:

$$C_m = \gamma_m * V_m \quad \text{(Equação 6)}$$

Onde γ_m é a massa específica do agregado miúdo e o V_m é o volume de agregado miúdo calculado na equação 5, onde a unidade do consumo de agregado miúdo será em quilogramas por metro cubico (kg/m^3).

5. APRESENTAÇÃO DO TRAÇO

A apresentação do traço unitário consiste em determinar a quantidade de materiais para um m^3 de concreto, onde é apresentado pelas proporções dos

materiais em relação ao cimento. Os traços normalmente seguem o seguinte formato: cimento : areia : brita : água. As proporções dos materiais em relação ao cimento podem ser descobertas através da seguinte equação:

$$\frac{C_c}{C_c} : \frac{C_m}{C_c} : \frac{C_b}{C_c} : \frac{C_a}{C_c} \quad \text{Equação 7)}$$

6. PESQUISA ANALÍTICA E DE CAMPO

A realização da mistura experimental está associada ao grande volume de mármore e de granito que são descartados por empresas que utilizam este material, sendo principalmente as marmorarias, a fim de utilizar esse descarte para produção de concreto como material graúdo.

A seleção dos materiais utilizados neste estudo foi baseada na disponibilidade dos mesmo na região. Como esses materiais são usados e foram fornecidos por uma empresa da cidade de Franca, as suas características iniciais não foram alteradas, exceto os agregados que passaram por um processo de vistoria para a retirada de materiais que não pertencem a mesma classe.

6.1. Mármore e Granito

Para poder obter resultados mais precisos e demonstrar o que normalmente ocorre em uma obra, a primeira parte da pesquisa foi encontrar empresas que realizassem a britagem do mármore e do granito, onde esse foi o primeiro obstáculo encontrado, sendo que normalmente as empresas que fazem o uso deste material, não tem o costume de realizar a britagem com as peças que são descartadas, então é feito o descarte em caçambas quando não se tem mais serventia para a moldagem das peças.

Para isto foi necessário procurar uma empresa que realiza-se o procedimento de britagem e que continha o equipamento para poder coletar o material. Equipamentos de britagem normalmente são equipamentos grandes que contêm regulagem e que necessita de uma esteira para poder passar pelo processo de peneiramento, já os equipamentos menores não contem regulagem, esteiras e geralmente não contêm o processo de peneiramento, peneiramento este que foi realizado no laboratório do Uni-FACEF.

Após a coleta do mármore e do granito britado foi necessário a passagem do material pelo processo de peneiramento conforme a NBR NM 248/2003. Para o processo de peneiramento foi utilizado um agitador de peneiras. Este equipamento realiza ensaios de granulometria através da agitação das peneiras de tamanhos predeterminados, com tempos e velocidades inseridos digitalmente.

A execução do peneiramento foi através do processo mecânico, e foram utilizados os seguintes equipamentos: Agitador mecânico de peneiras, balança Marte modelo MS 20K1 com resolução de 0,1 g, peneira com malha metálica com abertura 37,5 mm, peneira com malha metálica com abertura 19 mm, peneira com malha metálica com abertura 12,5 mm, peneira com malha metálica com abertura 9,5 mm, prato de fundo e tampa, pincel pequeno com cerdas de nylon, cronômetro, colher para concreto (Concha).

O processo todo foi orientado pela norma NBR SM 248/2003, que exige na execução do ensaio, uma massa mínima de 15kg, por amostra de ensaio, de materiais com diâmetros máximos 37,5 mm.

Como as peneiras e o equipamento utilizado para o processo de peneiramento não foi possível adicionar 15 quilogramas por ensaio, adotou-se a capacidade máxima das peneiras disponíveis que foi de 2kg por ensaio.

Após este processo foi separado o material referente a brita 1, onde o seu intervalo é de 9,5 mm a 19 mm conforme a tabela 1. Sendo assim foi utilizado o material retido na peneira 12,5 mm e na peneira 9,5 mm, no qual se utilizasse o que foi retido na peneira 19 mm não estaria na classificação do tipo brita 1, já que materiais retidos na peneira de 19 mm teriam diâmetros superiores, sendo assim obtivemos 8,4852 kg de material para a dosagem em estudo.

6.2. Agregado Miúdo

A areia utilizada para a mistura do concreto foi a do tipo saibro, onde ela é armazenada em cesta de lixo com rodas e tampa no Laboratório da Uni-Facef Centro universitário Municipal de Franca, para facilitar a locomoção, e para que nenhum tipo de outro material se misturar com a areia, sendo que antes de realizar a pesagem da areia para a dosagem do concreto, foi necessário passar por um processo de peneiramento para a retirada dos grãos maiores.

A execução do peneiramento foi através do processo manual, e foram utilizados os seguintes equipamentos: Peneira com malha metálica com abertura 4,75 mm, prato de fundo, pincel pequeno com cerdas de nylon, colher para concreto (Concha).

Para o processo de peneiramento foi utilizado a colher tipo concha para coletar o material no recipiente, após a coleta com a concha foi despejado aos poucos sobre a peneira até atingir um volume razoável sem que excedesse o volume da peneira, em seguida o material foi peneirado manualmente aos poucos já despejando dentro do prato até que ficasse apenas os grãos superiores a 4,75 mm, o material retido na peneira era descartado e logo após com o pincel era passado sobre a peneira para a retirada dos grãos que ficam presos nas malhas sem ocorrer o risco de danificar as malhas da peneira.

O processo de peneiramento foi realizado várias vezes até que chegasse em uma quantidade de 5,44 kg de areia, esse processo foi realizado para que os grãos não ultrapassassem 4,75 mm, respeitando assim o módulo de finura para a dosagem do concreto exigido pela NBR 7211, além de que o módulo de finura de acordo com o laboratório chegue próximo a 2,6, sendo assim o módulo de finura entra na região utilizável, podendo assim cumprir seu papel na mistura.

6.3. Cimento

Para a dosagem do concreto foi utilizado o cimento CP II F 32, no qual foi disponível pelo Laboratório da Uni-Facef Centro Universitário Municipal de Franca, para o uso da mistura experimental, onde são armazenados em sua própria embalagem e afastados de quais quer elemento de composição líquida para evitar que o cimento perca suas propriedades.

6.4. Definição do traço

Para a definição do traço foi adotado uma resistência aos 28 dias de 30 Mpa para a criação da dosagem do concreto, e no estado fresco terá uma consistência de 90 ± 10 mm com S_d igual a 7,0 Mpa, no qual o primeiro passo para a aplicação do método é definir as características dos materiais, portanto o cimento utilizado será o CP II-F-32 e a sua massa específica é de $\gamma = 3110 \text{ kg/m}^3$.

Para o agregado miúdo e para o agregado graúdo terá as seguintes características:

$$\text{Areia} \left\{ \begin{array}{l} M_f = 2,6 \\ \gamma = 2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \delta = 1480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ 5\% \text{ umid.} \end{array} \right\} \text{Marmore e Granito} \left\{ \begin{array}{l} \gamma = 3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \delta = 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (Compac.)} \\ D_{\text{máx}} = 19 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

Após as caracterizas dos materiais será calculado o fator água/cimento, como a dosagem não está sendo aplicada nenhum aditivo químico, será adotado apenas a resistência do cimento e concreto. Com isso, para determinar a relação a/c primeiro devemos utilizar a Equação 1 para definir a resistência média do concreto a compressão e acrescentar os dados já definido a cima:

$$FC_{28} = 30 + 1,65 * 7 \quad FC_{28} = 41,55 \text{ Mpa}$$

Após esse processo utilizando a tabela de Abrams e sabendo que a resistência do cimento é de 32 Mpa e a resistência do concreto aos 28 dias conforme a equação a cima é de 41,55 Mpa foi utilizado a figura 5 chegamos a uma relação a/c = 0,38.

Próxima etapa é determinar o consumo dos materiais que compõe a dosagem do concreto, começando pelo consumo de água, no qual sabendo que o abatimento será de 90 mm podendo variar para mais ou para menos 10 mm e que o diâmetro máximo do agregado graúdo será de 19 mm, o consumo de água será de 205 l/m³ conforme a tabela 2.

Para o consumo de cimento foi utilizado a Equação 3, sendo que sabemos que o consumo de água (Ca) será de 205 l/m³ e a relação a/c será de 0,38, assim teremos um consumo de cimento de 539,47 kg/m³.

O consumo de agregado graúdo será definido pela tabela 3, com isso temos um volume de material igual a 0,69 m³. Sendo assim após descobrir o volume de material será adicionado na Equação 4 para determinar o consumo de agregado graúdo por metro cúbico:

$$C_b = 0,69 * 1500 \qquad C_b = 1035 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

O último passo é determinar o consumo de agregado miúdo e depois converter para metro cúbico:

$$V_{\text{areia}} = 1 - \left(\frac{539,47}{3110} + \frac{1035}{3000} + \frac{205}{1000} \right) \qquad C_m = 2650 * 0,28$$

$$V_{\text{areia}} = 0,28 \text{ m}^3 \qquad C_m = 742 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Após os cálculos do consumo de material que será necessário para a dosagem do concreto, o próximo passo está relacionado a apresentação do traço, com isso, utilizando a Equação 7 temos:

$$\frac{539,47}{539,47} : \frac{742}{539,47} : \frac{1035}{539,47} : \frac{205}{539,47}$$

$$1 : 1,38 : 1,92 : 0,38$$

6.5. Produção e Preparo das Amostras

A mistura do concreto para o preparo dos corpos de prova foi realizado manualmente já que a quantidade de material não era muita, portanto foi decidido fazer apenas três corpos de provas, para a realização do ensaio a compressão.

Primeiro passo foi separar a quantidade de material para a montagem dos corpos de prova de acordo com o traço cálculo pelo método ABCP, no qual foi adotado com uma margem de erro, um volume de 0,00624 m³ de preenchimento para quatro corpos de prova que foi separado em duas dosagens devido ao tamanho da forma que estava sendo utilizada para a mistura.

A ordem de colocação para a mistura foi primeiro a areia, seguido do cimento, com tempo de mistura desses dois materiais de 2 minutos. Após esse processo de mistura foi adicionado o mármore e o granito em cima da mistura e aos poucos foi adicionado a água, tomando cuidado para que a água não escorresse-se para fora da mistura, até chegar em mistura bem consistente (Figura 3).

Logo após a mistura do concreto foram moldados os corpos de prova cilíndricos de diâmetro de 100 mm e altura de 200mm, conforme exigido pela NBR 5738 e adensados manualmente conforme prescrito pela NBR NM 67. Após a moldagem dos corpos de prova foram mantidos em um ambiente fresco no laboratório por aproximadamente 24 horas. Após esse período os corpos de prova foram retirados dos moldes e colocados submersos na água sem nenhuma impureza até a data de ruptura.

Figura 2 – Mistura do Concreto Pronta



Fonte: O Autor, 2020

6.6. Ensaio de Compressão Axial

A execução do ensaio de compressão axial seguiu a norma NBR 5739, sendo que antes dos ensaios foi retirado o corpo de prova que seria rompido no dia da água e aguardado aproximadamente cinco minutos para que a água em

excesso escorresse, como o corpo de prova não apresentou nenhuma regularidade não foi necessário a adição de resinas ou argamassa.

O corpo de prova é colocado na máquina de compressão, de forma que fique centralizado. A carga do ensaio deverá ser aplicada continuamente e sem choques, com velocidade de carregamento de 0,3 Mpa/s a 0,8 Mpa/s. De acordo com a norma NBR 5739 a resistência a compressão deve ser obtida, dividindo a carga de ruptura pela área da seção transversal da peça, sendo que o resultado deverá ser expresso com aproximação de 0,1 Mpa.

A tabela a seguir demonstra os resultados do ensaio para os corpos de prova com períodos de três, sete e 28 dias.

Tabela 4 – Resultado do Ensaio a Compressão Axial

Corpo de Prova	Resultado do Ensaio (kN)	Resistencia em relação a carga (Mpa)
3 dias	78,16	9,95
7 dias	114,4	14,57
28 dias	125,53	15,98

Fonte: Própria, 2020.

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PRIMEIRA DOSAGEM

O concreto foi dosado para uma resistência de 30Mpa as 28 dias, sendo assim, os resultados apontam que nos primeiros 3 dias o concreto ganhou cerca de 33% de sua resistência, 9,98 Mpa e aos 7 dias, o ganho saltou para 48,57%, 14,57Mpa e a resistência se estabilizou praticamente após aos 7 dias, tendo pouco ganho de resistência após esse período, estabilizando o ganho de resistência em 15,98 Mpa.

Uma das possíveis causas da estabilização da resistência em cerca de 50% da resistência estabelecida é o fato da porosidade dos agregados graúdos mármores e granitos, gerando, após a evaporação da água, bolhas de ar internas ao concreto, diminuindo sua resistência.

Outra possível causa é que foram adotados valores de 3000 kg/m³ e 1500 kg/m³ pra a massa específica dos agregados graúdos mármores e granitos e massa específica compactadas, valores estes da brita tradicional, seriam necessários ensaios para obtenção destes valores, uma vez que não foram encontrados na literatura. Tendo em vista os resultados obtidos, foi feita uma segunda dosagem com atenção para o teor de umidade dos agregados graúdos e miúdos com objetivo de analisar se a relação água-cimento e a porosidade do material proveniente das marmorarias são fatores que influenciaram os resultados da primeira dosagem.

7.1. Segunda Dosagem

Para obter uma comparação de resultados, foi realizado uma segunda mistura utilizando o mesmo método da primeira dosagem, só que com ensaios mais precisos, com o intuito de verificar se a dosagem do concreto gerasse mais resistência que a da primeira mistura.

7.2. Agregado Miúdo

Na montagem da primeira mistura percebeu-se que a porcentagem de umidade do agregado miúdo estava muito alta em relação ao material que estava sendo utilizado para a dosagem do concreto, sendo assim foi necessário realizar o ensaio de teor de umidade.

A execução do ensaio de teor de umidade foi através do processo mecânico, e foram utilizados os seguintes equipamentos: Estufa, balança Marte modelo MS 20K1, com resolução de 0,1 g, prato de fundo, cronômetro, colher para concreto (Concha).

O processo consiste em primeiro coletar uma quantidade razoável do material que será utilizado para a dosagem do concreto, neste caso foi coletado o material já peneirado e pronto para a mistura. Primeiro passo foi utilizar a colher para pegar um pouco do material e despejar no prato, após este processo foi pesado o material junto com o prato onde foi obtido 8773 gramas. Terceiro passo foi colocar o prato junto com o material na estufa já aquecida com temperatura entre 105° a 110° C, após este processo com o cronometro foi marcado 20 min para que desse tempo da água contida no material evaporasse, em seguida foi retirado o material da estufa e pesado novamente para descobrir a porcentagem de umidade do material, sendo que nesta pesagem obteve um resultado de 8727 gramas, no qual temos então uma diferença de 46 gramas. Para descobrir a porcentagem de umidade foi realizado a seguinte equação:

$$\frac{46}{8773} * 100 = 0,52\%$$

Após descobrir a porcentagem de água misturada no material sendo 0,52%, foi adotado para o ensaio de teor de umidade do agregado miúdo 1%.

7.3. Definição do traço

Para a definição do traço foi adotado uma resistência aos 28 dias de 30 Mpa para a criação da dosagem do concreto, com abatimento nominal de 100 mm e desvio de 10 mm, Sd igual a 4,0 Mpa conforme o item 2.4.1, no qual o primeiro

passo para a aplicação do método é definir as características dos materiais, portanto o cimento utilizado será o CP II-F-32 e a sua massa específica é de $\gamma = 3110 \text{ kg/m}^3$.

Para o agregado miúdo e para o agregado graúdo terá as seguintes características:

$$\text{Areia} \left\{ \begin{array}{l} M_f = 2,6 \\ \gamma = 2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \delta = 1480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ 1\% \text{ umid.} \end{array} \right\} \quad \text{Marmore e Granito} \left\{ \begin{array}{l} \gamma = 3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \delta = 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (Compac.)} \\ D_{\text{máx}} = 19 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

Para o processo do segundo ensaio foi utilizado uma planilha do Excel fornecido pelo orientador a fim de agilizar o processo e facilitar nas comparações, no qual foi adicionado os valores determinados a cima e foi obtido um traço com proporção de 1 : 1,482 : 2,03 : 0,39.

7.4. Produção e preparo das amostras

A mistura do concreto para o segundo ensaio e para o preparo dos corpos de prova foi realizado com a ajuda de uma betoneira já que a quantidade de material desta vez era muita, já que foi adicionado 5 vezes a mais em relação ao traço determinado no item a cima. Portanto teríamos que separar uma proporção de 5 kg de cimento, 7,41 kg de agregado miúdo, 10,15 kg de agregado graúdo e 1,95 kg de água.

Primeiro passo foi separar a quantidade de material para a montagem dos corpos de prova de acordo com o traço obtido pelo método ABCP. Após o processo de pesagem ser concluído, seguimos para o processo de mistura, no qual com a betoneira ligada primeiro foi adicionado a areia e o cimento e esperado aproximadamente 2 minutos para que os dois materiais ficassem bem misturados. O próximo passo foi adicionar o mármore e o granito e logo em seguida adicionado a água aos poucos.

Após adicionado todos os materiais e o processo de mistura realizado pela betoneira obteve-se uma mistura homogênea, em seguida de acordo com a NBR NM 67 foi realizado o teste de abatimento de cone, mas conhecido como slump test. A execução do ensaio foi através do procedimento manual, e foram utilizados os seguintes equipamentos: Molde com formato de tronco de cone, haste de compactação, placa de base.

Após o ensaio do Slump verificou-se que a quantidade de água adicionada na mistura do concreto não foi suficiente, pois o abatimento por meio do

ensaio do Slump foi quase nulo, indicando baixa trabalhabilidade (Figura 4). Com isso, foi adicionado aos poucos mais água e verificando a trabalhabilidade do concreto, sendo necessário mais um quilograma de água na mistura, onde o abatimento por meio do ensaio de Slump foi de aproximadamente 13,5cm conforme indicado na figura 5.

Figura 3 – Processo Final do Ensaio Slump Test



Fonte: Própria, 2020.

Figura 4 – Segundo Ensaio de Slump Test



Fonte: Própria, 2020

Logo após a mistura do concreto ficar pronta foi adicionado nos moldes para corpo de prova cilíndricos de diâmetro de 100 mm e altura de 200mm, conforme exigido pela NBR 5738 e adensados manualmente conforme prescrito pela NBR NM 67, tomando apenas cuidado para não desperdiçar o material. Após a moldagem dos corpos de prova, foram mantidos em um ambiente fresco no laboratório por aproximadamente 24 horas. Após esse período os corpos de prova foram retirados dos moldes e colocados submersos na água sem nenhuma impureza até a data de ruptura.

7.5. Ensaio de Compressão Axial

O ensaio de compressão axial seguiu as mesmas prescrições da norma, obtendo os resultados apresentados na tabela abaixo.

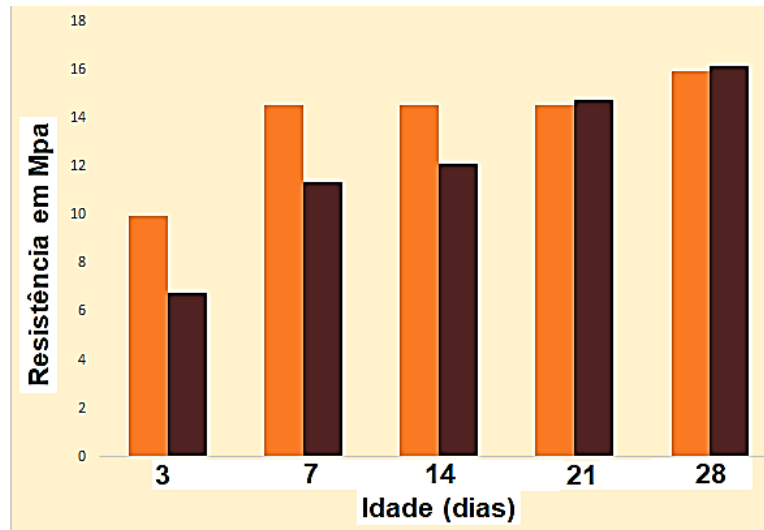
Tabela 5 – Resultado do Ensaio a Compressão Axial

Corpo de Prova	Resultado do Ensaio (kN)	Resistência a compressão em Mpa
3 dias	53,34	6,79
7 dias	89,37	11,38
14 dias	95,12	12,12
21 dias	115,98	14,77
28 dias	126,79	16,15

Fonte: Própria, 2020.

Segue abaixo o gráfico comparativo dos resultados obtidos nas duas dosagens realizadas, onde a primeira dosagem está simbolizada com a cor laranja e a segunda dosagem simbolizada com a cor preta.

Figura 5 – Gráfico Comparativo das Dosagens Realizadas



Fonte: Própria, 2020.

8. CONCLUSÃO

Tendo em vista o referencial teórico apresentado, a apresentação, análise e discussões dos dados obtidos, conclui-se que:

Os concretos utilizando agregados graúdos de mármore e granitos apresentaram uma resistência máxima de 16,15 Mpa para as dosagens estudadas, indicando que é possível utilizar este concreto em obras de construção civil como por exemplo contra pisos, calçadas, etc., porém para utilização para fins estruturais,

como fabricação de vigas, pilares, concretagem de lajes e fundações, o estudo mostrou que é necessário a continuidade da pesquisa, aprimorando a método de dosagem para este material e também estudos de deformação e comportamento associado a armaduras.

Os concretos com agregados graúdos compostos de mármore e granitos absorvem quantidade significativa de água já no processo de mistura devido à alta porosidade, principalmente dos agregados de mármore, fato que afeta diretamente a trabalhabilidade do concreto, apontando a necessidade de acrescentar água, porém, ao fazer isso muda-se a relação água cimento e consequentemente a resistência a compressão projetada.

Devido à alta absorção de água dos materiais mármore e concretos é necessário a continuidade da pesquisa, acrescentando aditivos químicos ao concreto que possam contribuir para a redução do teor de vazios provenientes da absorção e evaporação da água durante todo o processo e/ou separar os tipos de agregados, ou seja, utilizar apenas agregados provenientes de granitos, cujo grau de porosidade é menor e poderá contribuir para o aumento da resistência a compressão.

É necessário desenvolver um método de dosagem específico para este tipo de material, estudar com mais profundidade duas propriedades como massa específica e massa específica compactada e grau de porosidade, pois estas propriedades estão diretamente relacionado aos resultados obtidos.

O estudo demonstrou que é promissor a utilização de mármore e granitos como agregados graúdos para concretos, materiais que são provenientes de resíduos produzidos por marmorarias, contribuindo para a sustentabilidade e inovação na área da construção civil.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Victor Marques; MASCARENHAS, Pedro Henrique costa; MASCARENHAS, Paulo Sérgio Monteiro. **Reaproveitamento de rejeito de corte de granito com adição de concreto para confecção de cobogós e pisos táteis**. IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, São Bernardo do Campo ano 2018, ed. 1, 29 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro: Norma Brasileiras, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. 2 ed. Brasil: Norma Brasileiras, 2015;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. 1 ed. Brasil: Norma Brasileiras, 1994;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificações. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522**: Concreto - Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação a compressão. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento de tronco de cone. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

AULA de dosagem de concreto - Método ABCP. Direção: Maycon Del Piero. Produção: Maycon Del Piero: YouTube, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GIQJ0BNosB0&t=2648s>. Acesso em: 27 abr. 2020.

CURTI, Rubens. **Propriedades e dosagem do concreto**. Associação Brasileira de Cimento Portland, 2 ed. 2016.

DOOM, Fabio. **Você sabe como é feito o reaproveitamento dos materiais da construção civil?** Engenharia 360, p. 1, 19 jul. 2016.

LÓPES, Libia Gutiérrez de. **EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN**. 2003. 1 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidad Nacional de Colômbia, Sede Manizales, 2003. Cap. 2.

MEHTA, Povindar Kumar; Monteiro, Paulo J.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

RECENA, Fernando A. Piazza. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portland**. 3ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

RODRIGUES, Públio Penna Firme. **Parâmetros da dosagem racional do concreto**. 34ª Reunião de técnicos da indústria do concreto. São Paulo, 1984.

SILVA, Judson Ricardo Ribeiro da et al. **Materiais de Construção Civil I**. Uberaba: Universidade de Uberaba, 2016.

SILVA, Renilton do Nascimento et al. **Um estudo sobre o concreto de alto desempenho**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010.

GESTÃO DE PROJETOS: Análise Da Utilização Do Gerenciamento De Projetos Com Dois Gestores

Yuri Muniz Teixeira Dos Santos
yurimunizt@gmail.com

Bruno Augusto Paes Campos
brunindepeixoto84@gmail.com

June Tabah
junetabah@facef.br

Mauricio Valentini
mauriciovalentini@facef.com

Flávio Henrique Oliveira Costa
flaviohenrique@facef.br

1. INTRODUÇÃO

A Gestão de Projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, *softwares*, técnicas e tecnologias para atingir as expectativas e os objetivos de um projeto. Com base na liderança que estabelece a visão de futuro, coordena os esforços e motiva a equipe para a realização dos objetivos.

O alinhamento estratégico do projeto deve ser coordenado pelo gestor de projetos e visa garantir que os benefícios obtidos agregarão valor à organização, assim como, fica alerta para identificar aspectos estratégicos que possam afetar negativamente os projetos, e determina as políticas de atendimento do projeto.

A visão integrada da Engenharia de Produção com enfoque em gestão de projetos, com métodos, técnicas e com indicadores de desempenho, pode ser um modo de organizar pessoas e um modo de gerenciar atividades que é voltado em um resultado específico.

O objetivo deste artigo foi conhecer o método utilizado por dois profissionais que trabalham com a gestão de projetos e aferir os seus sucessos e fracassos. A metodologia utilizada usou pesquisa bibliográfica do tipo exploratória em livros, artigos e páginas eletrônicas sobre a temática e o estudo com dois profissionais de gestão de projetos e a aplicação de questionário semiestruturado.

Este artigo é relevante por promover a discussão sobre a gestão de projetos, afinal, se o projeto vem servido da gestão, é para aprimorar aquilo que se quer na Engenharia, ter um profissional que deve saber para onde seguir e de quais maneiras desenvolver suas habilidades e técnicas para atingir o resultado desejado.

2. CONCEITOS BÁSICOS E INICIAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETO

Esta parte apresenta o ambiente do gestor de projeto, o ciclo de vida, e o gerenciamento de integração para início do processo, o termo de abertura, a identificação das partes interessadas e os requisitos do escopo de um projeto.

Um projeto é basicamente um modo de trabalho:

Um modo de organizar pessoas e um modo de gerenciar atividades. É um estilo de coordenação e gestão de trabalho. O que o diferencia dos outros estilos de gestão é que ele é totalmente focalizado em um resultado específico. Compare isso, digamos, com a execução de uma linha de produção ou a gestão de algumas operações da empresa – estas são tarefas conduzidas continuamente e não possuem um ponto-final. Um projeto começa e termina em um ponto definido no tempo e está completo quanto o resultado (normalmente, conforme combinado no início do projeto e estabelecido em termos de *deliverables* ou resultados específicos). Em geral, existem recursos limitados, de dinheiro e tempo das pessoas, para entregar o resultado (NEWTON, 2011, p.2).

2.1. Ambiente de Negócios do Gestor de Projeto

No ambiente competitivo dos negócios, os projetos têm papel importante na gestão estratégica das organizações, estas organizações são de fato o ambiente do gestor de projeto, assim, eles são os vetores das mudanças, da implementação das estratégias e das inovações que trazem vantagens competitivas para as empresas (MARQUES JUNIOR; PLONSKI, 2011).

Analisar o ambiente onde o projeto será desenvolvido, tanto o ambiente interno, quanto externo apresentam fatores que interferem no desenvolvimento e consequente sucesso ou fracasso. Estes fatores podem ser exclusivos de uma das empresas ou afetarem todas as empresas ou associações envolvidas no desenvolvimento do projeto e alguns deles também podem ser considerados com restrições (KEELING; BRANCO, 2019).

As críticas à abordagem tradicional de gestão de projetos são concentradas em sua inadequação para gestão de projetos complexos e incertos nas organizações. As pesquisas têm indicado a inconsistência das premissas de racionalidade das abordagens tradicionais. Estas críticas desencadearam a busca de novas abordagens para adaptar a gestão às condições de incerteza e complexidade associadas às metas, atividades e ao ambiente no qual estão inseridos (MARQUES JUNIOR; PLONSKI, 2011).

O ambiente possui fatores internos e externos à organização, sendo que os fatores internos, são: a cultura, a governança organizacional, a distribuição geográfica de instalações e recursos, como as fábricas, sistemas em nuvem; a tecnologia da informação, com interfaces e softwares de tecnologia; disponibilidade de recursos, como os provedores, as compras; e a capacidade dos funcionários, o conhecimento (KEELING; BRANCO, 2019).

Já os fatores externos, podem ser representados pelas condições de mercado, os concorrentes, a marca; a influência e questões sociais e culturais; as

restrições legais; os bancos de dados comerciais, com resultados de *benchmarking*; a pesquisa acadêmica; os padrões governamentais; as condições financeiras, com a taxa de câmbio, juros; e os elementos ambientais físicos (KEELING; BRANCO,2019).

Para a gestão adequada de um projeto existem cinco áreas de especialização que as equipes que atuam na gestão de projetos devem entender e usar: o conjunto de conhecimentos no gerenciamento; o conhecimento das normas e regulamentos da área de aplicação; o entendimento do ambiente do projeto (cultural, social, internacional, político e físico); o conhecimento e habilidades gerenciais e as habilidades interpessoais (PMI, 2013, *Apud. JORDÃO et al, 2015*).

Neste contexto de ambiente de negócio para o gestor de projetos, o conhecimento como a base de integração dos processos será conhecer o ciclo de vida do projeto.

2.2. Ciclo de Vida de um Projeto

O gerenciamento de projetos é feito num ambiente mais amplo que o mesmo propriamente dito, e dividido em grandes etapas, chamadas de ciclo de vida. A equipe envolvida precisa entender esse contexto que compreende em saber escolher para cada etapa as técnicas e ferramentas mais adequadas para cada planejamento (MORAES, 2012).

A adequada Gestão de Projeto (GP) passa pela aplicação e integração de cinco grupos de processos, conhecidos como ciclo de vida do projeto: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento (PMI, 2013, *Apud. JORDÃO et al, 2015*).

Estes processos de ciclo de vida, são divididos em outros 47 processos de gerenciamento de projetos, agrupados em dez áreas de conhecimentos que representam um conjunto completo de conceitos, termos e atividades que compõem um campo profissional, campo de gerenciamento ou uma área de especialização. Elas são: integração, tempo, custo, prazo, comunicação, risco, qualidade, aquisição, recursos humanos e partes interessadas (PMI, 2013, *Apud. JORDÃO et al, 2015*).

Em cada etapa são feitas entregas, que devem ser verificadas pelo gestor para garantir que estejam efetivamente concluídas, antes de iniciar o trabalho da etapa seguinte, poderá acontecer de uma etapa ser iniciada antes do término de outra, desde que sejam tratados os riscos envolvidos, assim, o ciclo de vida é único, ainda que o número de etapas seja padronizado em diversas organizações, pois estas etapas possuem temporalidades diferentes em cada projeto (MORAES, 2012).

Assim, o ciclo de gerenciamento de um determinado projeto, possui fases definidas, desde a fase de iniciação até o encerramento, todas com critérios bem definidos e com uma equipe de trabalho integrada.

2.3. Gerenciamento de Integração

A Gestão de Projeto requer o aprimoramento das áreas de conhecimento vinculadas aos processos gerenciais, buscando a harmonização dos diversos elementos-chave de um projeto, pois a excelência nessas áreas, embora um grande desafio, é um fator promotor do alcance do sucesso na GP (JORDÃO *et al*, 2015).

Os processos integrados se referem à integração da gerência de projetos com os outros processos administrativos, a cultura deve sustentar os valores básicos da gerência: a cooperação, o trabalho em equipe, a confiança e a comunicações mais eficientes, além de estimular a capacidade de mudança e adaptação (KERZNER, 2002, *Apud*. JORDÃO *et al*, 2015).

A gestão da integração do projeto inclui os processos e as atividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades dos grupos de gerenciamento, e inclui características da unificação, consolidação, articulação e ações integradoras, que são essenciais para o término do processo, para gerenciar com sucesso as expectativas das partes interessadas e atender aos requisitos (PMBOK, 2008, *Apud*. BONFIN *et al*, 2012).

O gerenciamento de integração envolve a orquestração de todos os aspectos de um projeto, cada uma das áreas de conhecimento possui detalhamentos específicos, porém permanecem ligadas entre si, formando um todo único, organizado e integrado (VARGAS, 2003, *Apud*. MORAES, 2012).

A gestão do projeto é essencialmente um processo sistemático que envolve a integração de várias atividades, recursos e tempo, é necessário para o desenvolvimento do conceito, formaliza-se no termo de abertura e vai até a sua concretização e conclusão (KEELING; BRANCO, 2019).

O gerenciamento de integração harmoniza as áreas do conhecimento e integra as diferentes culturas organizacionais na busca de definir cada equipe para uma determinada atividade, e assim, iniciar a primeira fase do projeto.

2.4. Iniciação e Termo de Abertura

A fase de iniciação determina o início do projeto. É identificada e transformada num problema que possa ser solucionado. Nesta etapa, será criado o termo de abertura, definido pelo gestor e composto: objetivos, produtos e entregas. Para tanto, os interessados do projeto, conhecidos como *stakeholders*, serão identificados e será criada e declaração de escopo do projeto (MORAES, 2012).

O termo de abertura, *project charter*, é a fase de iniciação do projeto. *Kick-off*, também chamado de fase de conceituação, a principal finalidade é documentar formalmente as necessidades do negócio, a compreensão das necessidades dos clientes e o novo produto/serviço (KEELING; BRANCO, 2019).

Este documento de termo de abertura, reúne: as informações sobre o conceito do projeto, a descrição; nomeia o gestor do projeto e o seu nível de autoridade dentro da organização para conduzir, o resultado do estudo de viabilidade, recursos já definidos, as partes interessadas identificadas e seus respectivos requisitos; os objetivos; os riscos iniciais, marcos de aprovação; e outros que forem pertinentes (KEELING; BRANCO,2019).

Esta fase abrange o envolvimento dos *stakeholders* relacionados com o projeto e o comprometimento deles para o termo de abertura, fazendo em seguida à identificação das partes interessadas.

2.5. Identificação das Partes Interessadas

As partes interessadas são aquelas entidades que serão ou acreditam que serão afetadas pelo projeto, de forma positiva ou não, e que podem colaborar ou prejudicar os seus resultados, e de alguma forma acabam por avaliar os resultados do projeto, assim, a identificação das partes interessadas, podem ser: as funções das pessoas que serão afetadas pelas atividades ou resultados; os que colaboram com recursos para o projeto, como o pessoal; os patrocinadores e outros (KEELING; BRANCO,2019).

As informações devem ser difundidas entre os gerentes de projetos para que as devidas medidas de melhoria possam ser tomadas, como investir em treinamento na área de gestão de projetos e aumentar o envolvimento e o suporte às equipes que os desenvolvem (JORDÃO *et al*, 2015).

Para tanto, definindo as partes interessadas, com as funções das pessoas que serão definidas pela habilidade e evitando conflitos para alcançar resultados.

2.6. Requisitos e Definição do Escopo

Como os projetos não são fundamentalmente iguais, existe a necessidade de identificar os requisitos e as características importantes para uso mais apropriado de técnicas e ferramentas de gestão (PINTO; SLEVIN, 1988, *Apud*. MARQUES JUNIOR; PLONSKI, 2011).

Os requisitos definem as funcionalidades e o desempenho do produto, definem o esforço programado, é a tradução através do projeto que irá entregar conforme especificado (KEELING; BRANCO,2019).

A gestão de projetos inclui: a identificação das necessidades; o estabelecimento de objetivos claros e alcançáveis; o balanceamento das demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo; a adaptação das especificações, dos planos e da abordagem às diferentes preocupações; e das expectativas das diversas partes interessadas (JORDÃO *et al*, 2015).

O escopo é a soma dos produtos, serviços e resultados a serem fornecidos como um projeto, já o escopo do projeto é o trabalho que deve ser realizado para entregar um produto, serviço com as características e funções especificadas (KEELING; BRANCO,2019).

Os passos para gerenciar o escopo, e as ferramentas e técnicas de suporte, variam de acordo com a área de aplicação e normalmente são definidos como parte do ciclo de vida, e precisam estar bem integrados aos das outras áreas do conhecimento para que o trabalho resulte na entrega do escopo do produto especificado (PMBOK, 2008, *Apud.* BONFIN *et al*, 2012).

É função do escopo do projeto, evidenciar as atividades e seu sequenciamento, passando por todas as etapas para desenvolver o projeto, assim, definir o escopo com o nível de detalhe adequado, objetivando clareza do trabalho que tem de ser desenvolvido para todos os envolvidos, com a negociação e aprovação do projeto e da execução com o cliente. O escopo será detalhado, planejado e executado em pequenos pedaços, até que ele seja concluído (KEELING; BRANCO,2019).

Nas abordagens da declaração de escopo de projeto, completa e detalhada, deverá constar: a descrição do escopo do produto, com todas as características e funcionalidades; os critérios de aceitação do produto; as entregas das fases do projeto, com cronogramas; até o encerramento (KEELING; BRANCO,2019).

O gerenciamento do escopo do projeto descreve os processos necessários para assegurar que o ele contemple os requisitos acordados, o que garantirá o sucesso, que é composto pelos processos de: coletar os requisitos, definir o escopo, criar a estrutura analítica do projeto (EAP), verificar o escopo e controlar o escopo (DINSMORE; CAVALIERI 2003; PMBOK 2008, *Apud.* MORAES, 2012).

Nesta etapa conheceremos os processos que irão compor todo escopo e a estrutura analítica do projeto, para o planejamento, execução, monitoramento e controle das etapas.

3. PROCESSOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO PROJETO

O planejamento é indicado para se projetar um conjunto de ações de forma a atingir um resultado esperado, e para isso é necessário um plano que busca o detalhamento dos objetivos do projeto e o melhor caminho para seguir, assim, a fase de planejamento é a fase com mais atividades e requer tempo e dedicação da equipe do projeto, afinal, planejar etapas resulta em menor tempo gasto na solução de desvios na execução, monitoramento e controle e encerramento (MORAES, 2012).

O planejamento é a base da ação, do controle e o ponto de partida para a ação paliativa quando as circunstâncias exigem, os planejadores de projetos têm à sua disposição uma gama de ferramentas, para facilitar a fluidez dos estágios, como a lógica, a duração da atividade, a sucessão dos eventos, a comunicação, o monitoramento, o controle e avaliação, a tomada de decisão e a análise e avaliação de riscos (KEELING; BRANCO,2019).

3.1. Planejamento: o conceito de WBS (EAP)

A estrutura analítica do projeto (EAP), ou *work breakdown structure* (WBS), é uma decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser executado pela equipe, tem a premissa de atingir os objetivos propostos e criar as entregas requeridas, a EAP representa o trabalho especificado, e é a representação gráfica do escopo do projeto. Ela representa as etapas, que como principal função é dividir o projeto em entregas menores e mais gerenciáveis (KEELING; BRANCO,2019).

A estrutura analítica do projeto (EAP), remontada a partir do escopo, mostra como um “zoom” ou ampliação de cada etapa/tarefa, e, ainda identifica os autores, tempo, risco, qualidade e outros de cada etapa/tarefa, com a premissa de atingir os objetivos propostos.

3.2. Atribuição de Recursos e Aquisições

O gerenciamento dos recursos humanos do projeto se preocupa como proporcionar a melhor utilização das pessoas envolvidas nele, o que exige comportamentos específicos para lidar com as pessoas, ela é composto pelos processos: desenvolver o plano de recursos humanos, mobilizar, desenvolver e gerenciar a equipe do projeto (DINSMORE; CAVALIERI, 2003; PMBOK 2004, *Apud*. MORAES, 2012).

O gerenciamento dos recursos humanos do projeto inclui os processos que organizam e gerenciam a equipe do projeto, e a equipe consiste nas pessoas com papéis e responsabilidades designadas para a conclusão (PMBOK, 2008, *Apud*. BONFIN *et al*, 2012).

O gerenciamento das aquisições do projeto trata da aquisição de produtos, recursos humanos e serviços fora da organização que desenvolve o projeto, este gerenciamento é discutido do ponto de vista do comprador na relação comprador-fornecedor, para tanto, é composto pelos processos de: planejar as aquisições, conduzir as aquisições, administrar as aquisições, encerrar as aquisições (PMBOK; 2008, *apud* MORAES, 2012).

Considerando as contratações, a etapa que as aquisições dos bens e serviços dos fornecedores acontecem, assim, o processo é colocado em prática, e as solicitações de cotação, *Request for Quotation* (RFQs), e as solicitações de

propostas, *Request for Tendes* (RFTs), são executadas, seguindo as respostas, os fornecedores são avaliados e, de acordo com os critérios preestabelecidos, são selecionados (KEELING; BRANCO,2019).

As técnicas de recrutamento e seleção, para aquisição de pessoal, são colocadas em prática, em aspectos comportamentais do candidato, são recomendadas, e às vezes são identificadas as necessidades de treinamentos, que são planejados e executados, assim, as avaliações de desempenho, tanto no time do projeto, como dos indivíduos (KEELING; BRANCO, 2019).

Partindo das aquisições de materiais e as atribuições necessárias de pessoal, poderá iniciar o gerenciamento do montante total do projeto elaborado com todas suas nuances.

3.3. Gerenciamento do Projeto

Nesta etapa são apresentadas as vertentes de gerenciamento, como a gestão do tempo, a gestão de riscos, a gestão da qualidade, a gestão de custos e da comunicação do projeto.

3.3.1. Gestão de Tempo: Atribuição e Cronograma.

A ambiguidade e a complexidade dos projetos trazem implicações para a gestão de projetos. compatibilizar com a gestão do tempo, por exemplo, a necessidade de ciclos de iterações entre projeto de produto e testes no desenvolvimento de novos produtos. Tais iterações são muito importantes em ambientes que exigem tempos curtos de lançamento do produto no mercado (EISENHARDT; TABRIZI, 1995, *Apud.* MARQUES JUNIOR; PLONSKI, 2011).

Internacionalmente, um projeto tem sido definido como um processo único, consistindo em um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, como um cronograma empreendido para o alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos (JORDÃO *et al*, 2015).

O gerenciamento do tempo do projeto apresenta os processos necessários para assegurar que o projeto termine dentro do prazo previsto, e é composto pelos processos de: definir as atividades, sequenciar as atividades, estimar a duração das atividades, estimar os recursos das atividades, desenvolver cronograma e controlar cronograma (MORAES, 2012).

O ambiente de gerenciamento do tempo é extremamente complexo, com planejamento e replanejamento contínuos, e a resolução de conflitos (muitas vezes traçados pela falta de comunicação). Assim, o tempo gasto jamais será recuperado, e o correto gerenciamento do tempo é de vital importância para o sucesso do projeto (Kerzner, 2001, *Apud.* MORAES, 2012).

Portanto, o gerenciamento de tempo do projeto inclui o necessário para gerenciar o término pontual do projeto e os profissionais experientes fazem distinção entre a informação do cronograma do projeto impressa e os dados e cálculos que o produziram, fazendo referência ao mecanismo de agendamento preenchido com os dados do projeto como o modelo de cronograma (PMBOK, 2008, *Apud. BONFIN et al, 2012*).

Afinal, a necessidade do cronograma para a estrutura analítica do projeto apresenta todos os ciclos de iterações do projeto, cada etapa e ou tarefa, sabendo-se o tempo para entrega do projeto.

3.3.2. Gerenciamento de Riscos

O gerenciamento dos riscos do projeto inclui planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas, monitoramento e controle de riscos de um projeto. Os objetivos são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto (PMBOK, 2008, *Apud. BONFIN et al, 2012*).

O gerenciamento dos riscos do projeto descreve os processos para identificação, análise e resposta aos riscos do projeto. É importante para o sucesso do projeto, embora na prática, muitas organizações negligenciam esta etapa, composta pelos processos: planejar o gerenciamento dos riscos, identificar os riscos, realizar a análise qualitativa dos riscos, realizar a análise quantitativa dos riscos, planejar as respostas aos riscos, monitorar e controlar os riscos (DINSMORE; CAVALIERI, 2003; PMBOK 2004, *Apud. MORAES, 2012*).

O risco do projeto é sempre futuro e é um evento ou uma condição incerta que, se ocorrer, tem efeito em pelo menos um objetivo do projeto, por exemplo: no escopo, no cronograma, no custo, na qualidade, dentre os montantes de riscos poderá causar resultados negativos ou positivos. Quando determinados os riscos, não pode ser gerenciado de forma proativa, o que sugere que a equipe do projeto deveria criar um plano de contingência (PMBOK, 2008, *Apud. BONFIN et al, 2012*).

Os riscos do projeto devem ser regularmente acompanhados, tanto no que tange os riscos identificados e documentados quanto a possíveis novos riscos. Ações aplicadas na solução de riscos e problemas podem gerar riscos residuais. Esses também devem ser avaliados, ter resposta planejada e acompanhados. Normalmente é designado um responsável para cada risco, de modo que ele verifique constantemente se há sinais do risco acontecendo e emita alerta para a equipe do projeto (PASSOS, 2008, p. 188).

Para tanto, o gerenciamento dos riscos do projeto tende a identificar locais frágeis que não devem ser negligenciadas, mas sim identificadas, analisadas e planejadas para obtenção do sucesso nos resultados.

3.3.3. Gerenciamento da Qualidade

O gerenciamento da qualidade do projeto assegura que as necessidades que originaram o seu desenvolvimento serão satisfeitas, garantir que um projeto tem qualidade quando é concluído em conformidade aos requisitos, e adequação ao uso, assim, passa pelos processos de: planejar a qualidade, realizar a garantia da qualidade e realizar o controle da qualidade (DINSMORE; CAVALIERI, 2003; PMBOK 2004; *Apud.* MORAES, 2012).

Uma ferramenta que pode ser utilizada para analisar os fatores ambientais externos e internos e compará-los para encontrar possíveis oportunidades e ameaças é a análise SWOT, análise de *Strength, Weakness, Opportunities and Threads*, são as forças, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças, assim, a combinação desta análise internas e externas ajuda a definir as estratégias de ação na gestão de projetos (KEELING; BRANCO,2019).

Algumas empresas usam o termo garantia de qualidade para indicar as atividades que são empreendidas durante o projeto para assegurar resultados de qualidade. Isso por ser definido como a aplicação de atividades de qualidade planejadas e sistemáticas, que asseguram que o projeto possua os requisitos. Algumas empresas também usam o termo controle de qualidade (CQ), que envolve monitoração dos resultados do projeto. Para assegurar que correspondam aos requisitos. Tais atividades acontecem durante o ciclo de vida de trabalho do projeto como também na conclusão de tarefas, fases ou do projeto propriamente dito. Se sua empresa usa um sistema de gerenciamento de qualidade, pode usar outra terminologia, mas está subtendido que você tem que planejar qualidade no projeto; por isso, fique de olho nela ao longo da vida do projeto (SNEDAKER, 2006, p. 257).

A gestão da qualidade do projeto inclui os processos e as atividades da organização executora que determinam as políticas de qualidade, os objetivos e as responsabilidades, com foco na melhoria contínua. Assim, o gerenciamento da qualidade do projeto engloba o gerenciamento do projeto e seu produto, e as medidas e técnicas de qualidade do produto são específicas do tipo de produto resultante do projeto (PMBOK, 2008, *Apud.* BONFIN *et al*, 2012).

Afinal, a implantação e a utilização de métodos de qualidade, é um exercício de formulação estratégica para as empresas que trabalham com gestão de projeto e a validação da melhoria contínua.

3.3.4. Gerenciamento de Custos do Projeto

Estimativas iniciais de custos de mão de obra e administração serão feitas com a ajuda de fórmulas, que inclua adiantamentos, viagens, pagamentos de horas extras, acomodações e outros, os potenciais fornecedores podem ser convidados a oferecer cotações com base nas especificações iniciais para equipamentos, bens e outros serviços (KEELING; BRANCO,2019).

A gestão do custo deve considerar também o efeito das decisões de projeto no custo recorrente subsequente ao uso, manutenção e suporte do produto, serviço ou resultado, para tanto, o planejamento do custo, ocorre nas fases iniciais do planejamento do projeto e fornece a estrutura para cada processo do gerenciamento dos custos para que seu desempenho seja eficiente e coordenado (PMBOK, 2008, *Apud.* BONFIN *et al*, 2012).

A primeira lógica das necessidades de recursos e seus custos é calculado durante a consideração da viabilidade do projeto, quando os itens essenciais, suas especificações, preço e disponibilidade forem estabelecidos, será possível de chegar a uma estimativa “aproximada” do custo total, será necessário verificar as taxas de câmbio monetário para esta composição (KEELING; BRANCO,2019).

O gerenciamento do custo do projeto são os processos necessários para assegurar o término dentro do orçamento aprovado, estes processos são: estimar os custos, determinar o orçamento e controlar os custos (DINSMORE; CAVALIERI, 2003; PMBOK 2004, *Apud.* MORAES, 2012).

As reservas para eventos inesperados devem ser calculadas de forma criteriosa e sua utilização deve ser acompanhada pela alta gerência do projeto, e deve-se ter disciplina na utilização desse provisionamento, com aferição no gerenciamento de risco (KEELING; BRANCO,2019).

Assim, o gerenciamento dos custos do projeto inclui os processos envolvidos em estimativas, orçamentos e controle de custos de modo que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado, o que se preocupa principalmente com os custos dos recursos necessários para completar as atividades do projeto (PMBOK, 2008, *Apud.* BONFIN *et al*, 2012).

3.3.5. Gerenciamento das Comunicações do Projeto

A gestão das comunicações do projeto, são processos necessários para assegurar que as informações do projeto sejam geradas, coletadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas e organizadas de maneira oportuna e apropriadas (PMBOK, 2008, *Apud.* BONFIN *et al*, 2012).

O gerenciamento das comunicações do projeto apresenta os processos para assegurar a geração, captura distribuição e apresentação das informações do projeto para que sejam feitas de forma adequada e no tempo certo, o gerente de projeto gasta 90% do seu tempo envolvido com algum tipo de comunicação, que pode ser formal, informal, verbal, escrita (DINSMORE; CAVALIERI, 2003; PMBOK 2004, *Apud.* MORAES, 2012).

Os processos que envolvem o gerenciamento das comunicações do projeto são: identificar as partes interessadas, planejar as comunicações, distribuir as informações, gerenciar as expectativas das partes interessadas e reportar o desempenho (DINSMORE; CAVALIERI, 2003; PMBOK 2004; *Apud.* MORAES, 2012).

A comunicação eficaz cria uma ponte entre as diversas partes interessadas envolvidas no projeto, conectando vários ambientes culturais e organizacionais, diferentes níveis de conhecimento e diversas perspectivas e interesses na execução e nos resultados do projeto (PMBOK, 2008, *Apud.* BONFIN *et al*, 2012).

Assim, a comunicação e os processos que envolvem este gerenciamento no projeto, possuem valia em todas as etapas desde a identificação, dos modos operantes do projeto e a comunicação plena de todos os *stakeholders*.

3.4. Processos de Monitoramento e Controle

O processo de monitoramento ou acompanhamento, onde o gerente de projetos e sua equipe efetuam as medições dos resultados dos trabalhos e as apuram. Já o controle são as comparações das medições com os valores planejados, que visam evitar resultados indesejados (PASSOS, 2008).

“O sucesso dos projetos exige que o controle tenha uma dinâmica de acompanhamento compatível com os fatos, com o tamanho dos projetos, sua complexidade e outros aspectos de sua natureza” (PASSOS, 2008, p.176).

O processo de monitoramento e controle acontece em paralelo às fases de planejamento e execução do projeto, portanto, será controlar tudo que está sendo realizado pelo projeto, sempre comparando com o status previsto, realizando ações corretivas quando necessárias, praticar o ato de acompanhar (MORAES, 2012).

Monitorar e controlar o trabalho do projeto:

Constitui-se da coleta, medição e disseminação das informações relativas à performance do projeto, bem como da avaliação das tendências de melhorias e dos efeitos dos processos aplicados. Neste processo estão incluídas medições de escopo, cronograma, custos, uso dos recursos, atendimento aos requisitos da qualidade e monitoramento de riscos (PASSOS, 2008, p. 187).

Existem três manifestações de controle, que são: falso controle sem informação, este caso acontece por excesso de confiança na experiência do gerente e nada fica registrado, dessa forma não se aprende com os fatos; falso controle com informação, nesse caso a equipe de projeto dispõe de mecanismos para registro dos resultados do trabalho, problemas e outros fatos, mas os resultados das decisões geralmente não são registrados, mas apenas uma burocracia sem valor; no terceiro caso é o controle profissional, que é um sistema de gerenciamento planejado para atingir resultados (PASSOS, 2008).

O controle profissional utiliza mecanismos básicos, como acompanhar o progresso, as ações de sucesso ou fracasso do projeto, definindo sistemas de medições do projeto em todo seu percurso.

3.5. Processos de Execução de Projeto

A fase de execução é onde se realiza o que foi planejado, demandando grande parte do esforço e do orçamento do projeto, aqui neste momento são realizadas as atividades previstas no plano do projeto, segundo os requisitos de prazo, custo e qualidade inicialmente acordados, para tanto, é executado o controle integrado de mudanças, para garantir que o projeto está sendo executado conforme o planejado e caso aconteça alterações, sejam discutidas e aprovadas pelos gestores (MORAES, 2012).

O gerenciado do projeto, na fase de execução, está coletando e mantendo dados de execução de projetos em um banco de dados, é efetuado a avaliação de causa e efeito. Existe o alinhamento dos projetos com os negócios da organização, é possível otimização na execução de projetos com base na disciplina, liderança, experiência e banco de dados (PMBOK, 2008, *Apud.* BONFIN *et al*, 2012).

O processo verdadeiro do gerenciamento do projeto é a de execução, fase de ação plena, é durante essa fase que os planos são usados para que o projeto progrida de acordo com o plano (SNEDAKER, 2006).

O processo de execução, colocará em prática todas as etapas da estrutura analítica do projeto, com início, meio e fim, e executar tudo o que foi planejado para o cumprimento do tempo de execução necessário.

3.6. Processos de Encerramento de Projeto

O processo de encerramento de projetos, consiste na entrega final do projeto, na conclusão dos trabalhos previstos na etapa de planejamento do projeto, que é marcado pela entrega ou disponibilização do projeto, assim, em seguida, faz-se a documentação necessária e o arquivamento dos documentos gerados nas fases, um memorial é elaborado e entregue ao cliente (PASSOS, 2008).

Na fase de encerramento acontece a avaliação das entregas do projeto, bem como as discussões sobre aspectos positivos e negativos ocorridos no mesmo, são os levantamentos iniciais dos sucessos e fracassos, assim, é realizado a organização final das documentações do projeto, as lições aprendidas para serem utilizadas nos novos projetos, como forma de aprendizado, e por fim, temos o encerramento dos contratos e a desmobilização da equipe do projeto (MORAES, 2012).

Os seguintes passos estão relacionados ao encerramento dos projetos:

Obter do cliente aceite para os produtos do projeto; garantir que todos os produtos entregues tenham sido instalados em condições de uso ou conforme termo de entrega estabelecido em contrato; garantir que a documentação tenha sido, arquivada, com devido controle de versões e que esteja disponível ao acesso do cliente; obter assinaturas do cliente nos relatórios finais, termo de aceite final do projeto, ata de reunião de encerramento administrativo; conduzir auditorias pós-implementação; celebrar o sucesso (quando o projeto foi bem sucedido) (PASSOS, 2008, p. 209, 210).

O relatório final trata-se da memória do projeto e aquilo que foi recomendado pela equipe, já a comemoração de encerramento, é um aspecto que deve ocorrer sempre que um projeto obteve sucesso, com a finalidade de agradecer os esforços e contribuições individuais, e comunicar os resultados conseguidos, também como forma de encorajar as pessoas a participarem de outros projetos (PASSOS, 2008).

Vê-se que toda finalização de projeto, deve ser acompanhado de um fechamento de todos os contratos abertos e apresentados, quando por fracasso, atentar-se aos pontos a serem melhorados, e quanto por sucesso, também validado por memorial e comemorado.

4. PESQUISA SOBRE A GESTÃO DE PROJETOS

A metodologia utilizada usou nas etapas anteriores a pesquisa bibliográfica de caráter exploratório em livros e artigos sobre a gestão de projetos, nesta etapa o estudo de caso, com um breve conhecimento dos dois gestores de projetos escolhidos e a aplicação de um questionário semiestruturado para chegar ao objetivo proposto.

O estudo é a estratégia de planos de investigação com base nas questões do estudo, nas suas proposições e observações, as análises, a lógica que liga os dados às proposições e os critérios para interpretar as descobertas (Yin, 2015).

O primeiro Gestor de Projetos trabalha há mais de 15 anos, possui certificação PMP e, em gestão ágil de projetos, *SCRUM* – PSM pela *Scrum.org*, este será o entrevistado GP1.

O segundo Gestor de Projetos trabalha há mais de 12 anos, possui certificação de Gestão de Projetos Ágeis de *Scrum Master*, este será o entrevistado GP2.

4.1. Questionamentos e Análise dos Resultados

Neste item, são apresentadas as respostas obtidas com as entrevistas realizadas junto aos gestores de projetos.

4.1.1. Grau de Dificuldade de Gerenciamento das Etapas

Foi solicitado que os Gestores de Projetos identificassem a área em que os gerentes de projetos apresentam maior dificuldade de ser gerenciada, e que utilizassem números para responder se mais fácil até a mais difícil.

O Gestor de Projetos 1, apresentou a área com o maior grau de dificuldade, caminhando da mais fácil de ser gerenciada, para a mais difícil, são em

ordem crescente de dificuldade: da mais fácil de ser gerenciada o Escopo; em seguida o Cronograma/Tempo; o Custo; a Integração; o Risco; a Qualidade; a Equipe; a Comunicação; e, por fim, a mais difícil é a Aquisição.

O Gestor de Projetos 2, apresentou a área de maior facilidade de ser gerenciada, para a mais difícil, portanto em ordem crescente de dificuldade: as mais fáceis de serem gerenciadas são a Integração e a Aquisição; em seguida, apresentou que as intermediárias são juntas o Cronograma/Tempo, a Equipe, o Custo e o Risco; depois é a Qualidade; a comunicação; e por fim o Escopo.

Houve uma divergência entre os Gestores de Projeto, para o GP1 o Escopo, que é parte inicial do projeto é o mais fácil de gerenciar, e para o GP2 é a Aquisição de materiais e pessoas; já para o maior grau de dificuldade para gerenciar eles mudam de posição, sendo GP1 a Aquisição, e para o GP2 o Escopo.

Como visto na revisão literária nos capítulos anteriores, quando o maior índice de problema vem do escopo, o parâmetro inicial do problema apresenta-se na integração ou na comunicação. No caso do problema com aquisição de acordo com a literatura estudada, pode estar relacionado com a logística em adquirir o material ou não ter pessoas, ou devem ser treinadas para o projeto.

4.1.2. Abordagens e Ferramentas

Foi perguntado sobre quais as abordagens que a sua empresa toma no gerenciamento de projeto, e quais métodos e ferramentas são utilizados para a melhoria do processo de trabalho como Gestor de Projetos.

O GP1 respondeu que onde trabalha, eles utilizam as metodologias ágeis para o gerenciamento dos projetos por meio de um processo de gestão baseado no *framework Scrum*. Que utilizam para o processo de gestão mais prescritivo baseado no PMBOK para os projetos curtos de escopo fechado. Como ferramentas, pensando em processo de gestão ágil, eles possuem o *Jira*, *confluence* e ferramentas de produtividade e comunicação integrada como o *Teams*. Para a gestão de projetos prescritivos escopo fechado utilizam *softwares* para desenhar a WBS e o *Project*.

O GP2 utiliza abordagem baseada no conceito do TPS (*Toyota Production System*) que tem como o alicerce o LSD (*Lean Software Development*). Nesse conceito a equipe dele aborda os seguintes valores:

- Indivíduos e interação entre eles mais que processos e ferramentas;
- *Software* em funcionamento mais que documentação abrangente;
- Colaboração do cliente mais que negociação de contratos;
- Responder a mudanças mais que seguir um plano.

Ainda, o GP2 Utiliza a metodologia *SCRUM* com o apoio de várias ferramentas como: *Jira, Trello, Azure Devops, Slack, BitBucket, GitHub*.

Isso mostra que as abordagens e as ferramentas de ambos são bem parecidas e se completam.

4.1.3. Visão da Empresa para o GP

Na terceira questão foi questionado sobre como procurar um gestor de projetos e o que se espera de melhorias, assim os gestores responderam como segue no texto.

O GP1 apresentou que de forma geral, uma empresa procura um gerente de projetos para duas situações, a saber: a) gerenciar melhor os seus projetos; b) estabelecer um processo de gestão de projetos para que os projetos possam ser mais bem gerenciados e gerenciados de forma padronizada. Também acrescentou que em ambas as situações, o que se pretende é gerenciar melhor os projetos para agregar mais valor a todas as partes envolvidas.

De acordo com o GP1, na primeira situação, mais simples e direta, o que as empresas procuram são profissionais capazes de participar de um projeto qualquer dentro da empresa e garantir, por meio de sua experiência e competência, que este projeto seja completo o suficiente para atender às expectativas do cliente dentro do tempo/custo de restrições e planejados e entregando a qualidade planejada.

Ainda abordou que no segundo caso, mais complexo, e em um nível de qualidade adiante, as empresas procuram um profissional capaz de entender o contexto de projetos da empresa, a cultura e os profissionais envolvidos e desenhar um processo de gestão que possa ser sistematizado, repetido e que todos os gestores possam ser treinados nele de forma que a organização como um todo aprenda a gerenciar projetos e entregue nível de qualidade de gestão parecidos.

De acordo com o GP2, toda empresa deveria procurar um gestor de projetos para conduzir o projeto, o time e cuidar das interferências externas, com isso mantém um *backlog* de produto, que é fruto do projeto, vivo, trabalha junto ao seu cliente à entrega de valor priorizando o *backlog* de forma correta, realizando o *coach* com seu cliente, trabalhando para o time como um liberador de impedimentos que aparecem, otimizando a produtividade do time, sendo o dono do produto e não do processo.

Vê-se claramente em ambas as falas que o Gestor de Projeto é imprescindível para uma empresa, para o gerenciamento propriamente dito dos projetos, para a determinação das etapas, para o *backlog* correto, como forma de dirigir cada uma dessas etapas e principalmente para alcançar a produtividade, como um balanço positivo de medição das saídas em contra partida às entradas.

4.1.4. Comunicação

A respeito da comunicação do gerenciamento do processo, foi questionado sobre a empresa dos gestores, se utilizam *softwares* ou programas para auxiliar uma visão ampla de comunicação e do que está acontecendo no processo.

Segundo o GP1 é utilizado o *Confluence, Jira e Teams*. Já para o GP2 é utilizado o *Jira, Azure Devops e Trello*.

Os gestores foram bem claros, direcionando para os *softwares* de comunicação que são compatíveis e de linguagem clara.

4.1.5. Sucesso e Fracasso

Sobre os projetos que o gestor e sua equipe realizam nos últimos 3 anos, foi solicitado a porcentagem de projetos que obteve sucesso e quantos tiveram fracasso. Também que apontassem o grande motivo de fracasso e o grande motivo de sucesso.

O GP1 apresentou que foram 80% de sucesso e 20% de fracasso, que nos 20% de fracasso o principal motivo foi à falta de entendimento da complexidade do escopo o que refletiu em estimativas não realistas de tempo e o custo. Nos 80% de sucesso foi à adoção de estratégia de gestão mais ágil ou a análise de escopo prescritiva mais detalhada.

Segundo o GP2, quando utilizava metodologia de projetos tradicionais, eles tinham vários problemas com relação aos projetos e 50% dos projetos davam problemas, pois os clientes não queriam pagar os papéis que um projeto deveria ter, que são eles: Analista de Sistema, Gerente de Projetos, Desenvolvedores, Analista de Testes, Arquiteto de Solução e Gerente de Configuração e Mudança, que são papéis clássicos da Engenharia de Software Tradicional. Ele comenta que “o grande problema desse modelo é o processo tradicional travar um escopo que nos dias de hoje sofrem mudanças devido à entrega de valor e velocidade de mudança das informações. Um projeto tradicional trata um escopo e ele deve ser seguido à risca”.

Também apresenta que nos últimos 3 anos mudaram o processo para metodologia ágil que faz a gestão sobre a entrega de valor. Também comenta que “desenvolvemos aquilo que traz maior valor para o negócio dos nossos clientes independentemente de um escopo” e que a mudança foi bem-vinda e que tudo fica apoiado sob as cerimônias do *Scrum* para que ocorra a entrega de valor. Nesse modelo 95% dos projetos é sucesso.

A resultante dos projetos realizados pelos gestores de projetos, nos últimos 3 anos, foi mudada para a Metodologia Ágil, o que apresenta uma satisfação do cliente com o sucesso na Gestão de Projetos, sendo de 80% para o GP1 e de 95% para o GP2, e ainda apresentou uma melhoria de sucesso apontada pelo GP2 para a implantação ágil de 45% a mais de sucesso.

4.1.6. Produtividade e Objetivos

Foi questionada a perspectiva sobre a produtividade e os objetivos finais a serem atingidos pelos gestores de projeto.

De acordo com o GP1, abordou que em relação à produtividade o que fazem na empresa é evoluir sempre a produtividade de uma *squad* de desenvolvimento, principalmente no desenvolvimento de *software*. Ou seja, que não importa se em um primeiro momento a equipe é lenta ou rápida, o que importa é que a cada interação de 15 dias (*sprint*) a equipe evolua na capacidade de agregar valor ao projeto e ao cliente, ou seja, aumentando a sua eficiência, diminuindo a quantidade de *bugs* gerados e entrega incrementos de *software* com maior qualidade.

Segundo o GP2, o uso dos métodos ágeis acelera a produtividade das equipes, pois as estimativas são feitas em conjunto para que os objetivos sejam atingidos. E o objetivo, que é a meta da *sprint*, é um objetivo pequeno que repetidas vezes, fazem com que o produto seja incrementado à cada entrega, assim entregam valor ao cliente, fazendo aquilo que realmente tem importância.

Ambos pontuam a produtividade pelo *sprint*, as entregas parciais e frequentes com o objetivo de entregas por importância e com qualidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi alcançado, e conhecido o método utilizado pelos dois profissionais que trabalham com a gestão de projetos a mais de 12 anos, portanto experientes, que utilizam a metodologia tradicional e impulsionam suas equipes com a introdução da metodologia ágil através do *Scrum* na gestão de projetos.

Considera-se que ambas as metodologias a tradicional com PMBOK e a Ágil devem ser utilizadas em conjunto, os gestores deixaram claro que é uma somatória da melhoria contínua.

Completando o objetivo do trabalho, foi aferido o sucesso e fracasso nos últimos anos, considerando uma melhora evolutiva para a satisfação do cliente com o sucesso na Gestão de Projetos, sendo de 80% para o primeiro Gestor de Projetos e de 95% para o segundo Gestor de Projetos.

O segundo Gestor de Projetos ainda apresentou que quando utilizava somente a metodologia tradicional tinha apenas 50% de sucesso, e nos últimos anos com a implantação da metodologia ágil, teve um acréscimo de 45% de sucesso na gestão de projetos.

Com base na produtividade dos projetos, as entregas são parciais e frequentes com foco na importância e com a qualidade exigida pelo cliente, com tudo efetivado através de comunicação clara, através de *softwares* de comunicação compatíveis.

O artigo não pretende esgotar o assunto, porque é dinâmico, tendo que contar com as constantes mudanças nas empresas e a decorrente necessidade de aperfeiçoamento dos profissionais que trabalham com o gerenciamento de projetos.

REFERÊNCIAS

BONFIN, David Ferreira; NUNES, Paula Cristine de Ávila; HASTENREITER, Flávio. *Gerenciamento de projetos segundo o guia PMBOK: desafios para os gestores*. v 3, n 3. São Paulo: Revista de Gestão e Projetos - GeP, 2012. Disponível em: <<http://revistagep.org/ojs/index.php/gep/article/view/78/307>>. Acesso em 17.abr.2020.

JORDÃO, Ricardo Vinícius Dias; PELEGRINI, Fabiana Gonçalves; JORDÃO, Anna Carolina Teddo; JEUNON, Ester Eliane. *Fatores críticos na gestão de projetos: um estudo de caso numa grande empresa latino-americana de classe mundial*. Gest. Prod. vol.22 no.2 São Carlos, 2015. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1091-13>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2015000200280&script=sci_arttext&tIng=pt>. Acesso em 15.abr.2020.

KEELING, Ralph; BRANCO, Renato Henrique Ferreira. *Gestão de projetos: uma abordagem global*. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

MARQUES JUNIOR, Luiz José; PLONSKI, Guilherme Ary. *Gestão de projetos em empresas no Brasil: abordagem "tamanho único"?* Gest. Prod. vol.18 no.1. São Carlos, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2011000100001>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2011000100001&script=sci_arttext>. Acesso em 15.abr.2020.

MORAES, Emerson Augusto Priamo. *Guia PMBOK para gerenciamento de projetos*. Rio de Janeiro: VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2012. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T12_0454_3026.pdf>. Acesso em 16.abr.2020.

PASSOS, Maria Luiza Gomes de Souza. *Gerenciamento de projetos para pequenas empresas: combinando boas práticas com simplicidade*. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

NEWTON, Richard. *O gestor de projetos*. 2 ed. São Paulo: Pearson, 2011.

SNEDAKER, Susan. *Como ter sucesso em gestão de projetos*. São Paulo: Digeriti Books, 2006.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS: estudo no Centro Universitário Municipal de Franca

Júlia Neves Andrade
julianevesa@gmail.com

Guilherme Augusto Bertelli Fernandes Clemente
guilhermeclemente@facef.br

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil, as obras estão submetidas a fatores que auxiliam o deterioramento, mesmo com uma vida útil consideravelmente alta é possível e evidente que com o passar do tempo a edificação venha sofrer com danos, provenientes do uso, da agressividade do ambiente, falta de manutenção e reparos necessários, efeitos que afetam diretamente o desempenho da obra. Nesse interim, é indispensável o estudo e capacitação dos profissionais da área para que possam lidar com esses danos, ter a capacidade de identificação específica das patologias, as causas e saber as melhores formas de reparo. (VITÓRIO, 2003).

Segundo Pedro (2002), as construções precisam seguir características mínimas no quesito para uso do cliente, manutenção e desempenho, e esses pontos são descritos pela norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2013), apresenta-se condições para materiais, métodos de projeto e construção e outros fatores na edificação. Para considerar uma construção de qualidade, uma edificação que apresente um bom desempenho, são usados métodos que analisam todas as etapas de uma obra, desde as básicas como até o uso final.

Segundo Helene (2003), as manifestações patológicas não aparecem sem fundamentos e nem de modo isolado, na maioria das vezes tem suas causas referentes aos determinados erros realizados em ao menos um dos momentos do procedimento de projeto de uma construção, sendo fundamental a compreensão da causa da falha e o histórico da edificação para que se consiga mostrar em que passo do processo houve a falha que veio a acarretar certa adversidade patológica.

De acordo com Oliveira (2013), as manifestações patológicas, na maioria dos casos, são caracteristicamente expostas, e a partir de uma análise visual pode se classificar qual sua origem e causas, e prever suas possíveis e futuras consequências. Essas manifestações só se manifestam a partir do último processo de construção e no caso da recuperação desses danos patológicos, pode garantir que quando mais cedo forem executadas, as correções terão sua execução de forma facilitada, com uma boa eficiência, durabilidade e menor custo. Para demonstrar essa afirmação usa-se a “Lei de Sitter” (formulada por Sitter Apud Helene, colaborador do Comitê Euro-internacional de Béton) que evidencia o

crescimento de custos, de acordo com as etapas construtivas, dividindo as etapas em projeto, execução, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

1.1. Justificativa:

As patologias construtivas estão relacionadas a falta de qualificação, e conhecimento técnico, dos profissionais que estão ligados a obra que fazem soluções improvisadas, um local de trabalho desconfortável, falta de comunicação entre os trabalhadores, pouco tempo para a conclusão do serviço, e pouca descrição e detalhamento no serviço a ser realizado. Realçando que o estudo, conhecimento e treinamento dos profissionais é de grande estima para um resultado de qualidade. (OLIVEIRA, 2013).

1.2. Objetivos da pesquisa

1.2.1. Objetivo geral:

Explorar as patologias construtivas mais ocorridas, e as patologias do edifício do Centro Universitário Municipal de Franca, analisando as causas e oferecendo uma possível solução para as anomalias encontradas, contribuir com outros profissionais da área de construção civil, oferecendo informações para o entendimento das patologias construtivas em uma edificação e o modo de evitá-las.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Analisar as patologias construtivas mais ocorridas
- Explorar as propriedades e motivos das patologias
- Ver as patologias do Centro Universitário
- Alcançar as soluções para correção das Patologias

1.3. Metodologia

A Revisão Bibliográfica faz parte do esquema de pesquisa, expondo as colaborações científicas e literárias sobre um certo tema. A revisão da literatura é um conjunto científico obtido por uma reunião de obras, e é um termo utilizado para representar a arranjo da pesquisa de um determinado propósito de estudo. (FIGUEREDO, 1990; SANTOS, 2006)

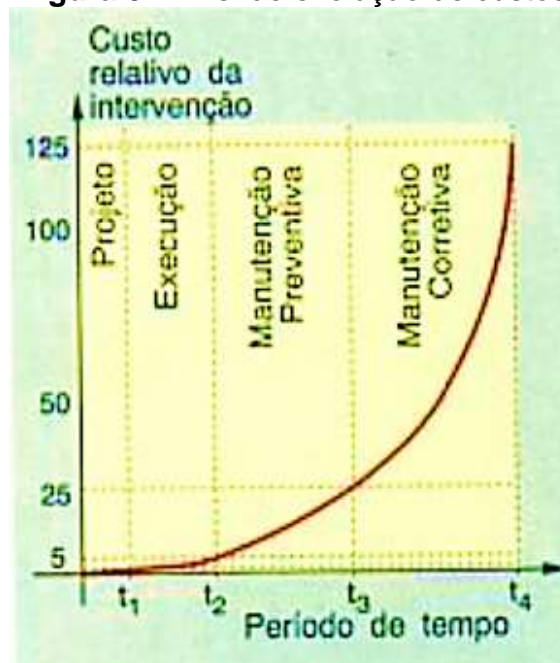
Segundo Ventura (2007), o estudo de caso é usado em diversas circunstâncias como, por exemplo, onde o tema de estudo já é bem popular, também, no alcance de descobertas no assunto, por ter o importante objetivo de construir teorias e hipóteses, além de ser utilizada para comparar e entender.

Essa pesquisa científica consiste em pesquisar e entender o problema a partir da revisão bibliográfica, fazer um posterior diagnóstico das patologias encontradas e observadas, posteriormente definir as melhores formas de análise, solução e intervenção destas. A partir da revisão bibliográfica o próximo passo metodológico é a realização de uma análise, que será executada nas áreas Patológicas encontradas no Centro Universitário Municipal de Franca, de modo observar aquilo encontrado na teoria, e diante dessas informações será realizada uma nova pesquisa, uma segunda parte da revisão bibliográfica, com o objetivo de buscar as soluções para as patologias encontradas na edificação.

2. PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Helene e Pereira (2007), colocam que os processos de construção e uso do solo são divididos em até cinco etapas, (a) planejamento, (b) projeto, (c) fabricação de materiais e elementos fora da obra, (d) execução e (e) uso. A maior parte das manifestações patológicas, tem sua origem em fases de planejamento e do projeto, e são na maioria das vezes mais intensas que falhas causadas de outras formas, como baixa qualidade do material e da execução, devido a isso, é de extrema importância a análise e o cuidado detalhado do projeto.

Figura 01 – Lei de evolução de custos



Fonte: Oliveira, p.22, 2013.

Segundo Oliveira (2013), cada etapa da figura, corresponde um custo diferente, que cresce a medida do tempo, assim toda intervenção feita após o projeto, durante toda execução, sem a tomada de decisão anterior, gera um valor 5 vezes maior que se a medida tivesse sido prevista a nível de projeto. As patologias

no período de construção podem ser consequência de uma má projeção, mas isso não significa que um projeto de qualidade reduz totalmente as incidências, até porque, as causas das patologias não estão ligadas somente aos projetos, mas diminui em grande consideração a incidências das patologias construtivas.

De acordo com Pedro (2002), as manifestações patológicas podem ser classificadas e definidas como: (a) Congênitas: são as patologias que surgem na fase de projeto da edificação, causadas por falta de técnica dos projetistas, tanto na execução do projeto, como, também, no acompanhamento de normas técnicas, e assim, por consequência, ocorre falhas no momento de detalhamento e reflete no momento da construção. (b) Construtivas: Patologias que se dão no momento de execução da edificação, pelo fato de haver mão de obra desqualificada, pelo uso de materiais não recomendados ou de baixa qualidade, ou também pela ausência de metodologia. (c) Adquiridas: patologias causadas pela exposição do ambiente, no meio em que ela se encontra, aparecendo durante a vida útil da construção. (d) Acidentais: Patologias causadas por um meio não esperado, um fenômeno incomum.

3. DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE

Existem termos utilizados na área de patologias que auxiliam a definição e o diagnóstico dos problemas encontrados, como, vida útil: Na construção uma edificação deve apresentar uma boa vida útil, esta, o período de tempo em que a estrutura tem suas funções e características como as projetadas e esperadas inicialmente, mantendo a segurança e funcionalidades, sem a necessidade de reparos e manutenções inesperadas. Dentro da vida útil, é indispensável o conceito de desempenho e de durabilidade, outros itens a serem definidos. A durabilidade e desempenho de uma estrutura se dão na qualidade mantida durante seu tempo de vida útil, mantendo, de forma efetiva, suas características e resistências para o uso que foi planejada. (OLIVEIRA, 2013).

Fica evidente que, a fase inicial de planejamento, incide diretamente no desempenho da obra, dentro dessa etapa, um critério a ser levado em consideração é a compatibilização de projetos. Existe, na maior parte dos projetos, a dependência direta de outros projetos prévios a esse. Essa compatibilização deve ser discutida antes do início da construção, de modo que não haja imprevistos ou soluções desvantajosas, com a finalidade de garantir o controle de qualidade desde o início. (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com o Código de Defesa do Consumidor (CDC), seguir as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é indispensável. O não cumprimento, na construção, da norma técnica implica em uma infração, ocasionando em medidas cabíveis. (VITÓRIO, 2003).

Na construção civil existe o termo vida útil, que de acordo com a ASTM E-632 (1980), é o período em que o material conserva suas características e propriedades como definido em projeto, mesmo com manutenções e reparos.

A palavra durabilidade define o tempo suposto e previsto para um produto seguir e cumprir suas capacidades, requisitos e suas funções definidas, desempenhando como esperado ou melhor, isso com suas manutenções e reparações de acordo com o fornecedor, quando necessário, definidas e executadas, para evitar a degradação futura. (CBIC, 2013).

4. PATOLOGIAS FREQUENTES

De acordo com Perez (1985), no ramo da construção civil, a umidade é uma das patologias mais árduas de serem estudadas e solucionadas, isso por existirem poucas pesquisas e evidências sobre essas patologias. Além disso, quando surgem as manifestações patológicas nas construções, os custos e as formas de reparo são mais complexos e caros para serem executadas.

De acordo com Verçozza (1991) e Klein (1999), a umidade não condiz apenas com uma causa de patologias, mas sim, é o motivo e razão por diversas patologias encontradas, contribui para o aparecimento de bolores, mofos, desgastes em pinturas, e até acidentes estruturais. Essas umidades aparecem tanto trazidas durante a construção, por chuvas, vazamentos hidráulicos, pela percolação de água vinda do solo e outros fatores.

Fissuras verticais são ocasionadas pela flexão, com seu início na zona máxima de tração, e vão até a zona de compressão, porém, pode haver deficiências na armadura e essas fissuras podem passar do início de zona de compressão. As fissuras podem aparecer tanto na estrutura, como no revestimento da construção, e são diversas as suas causas, como trincas por recalque, trincas por retração, movimentação, amarração, impactos e esforços, entre outros, em geral são consideradas fissuras aberturas até 0,5 mm e trincas são aberturas de 0,5 até 1,5 mm. (HELENE, 2003; PERES, 2001).

No concreto armado as fissuras se manifestam de forma característica, assim, um profissional experiente consegue saber o motivo do aparecimento, e suas prováveis consequências. Fissuras são aberturas que seguem o formato de uma linha e aparece em superfícies, como resultado de parte de uma leve ruptura em sua massa, com a espessura até 0,5 mm. Superior a 1,5 mm se dão as fendas, também são rupturas e aberturas ocorridas na massa do material. (VITÓRIO, 2003).

Existem patologias localizadas e até irrelevantes para estrutura, que podem ser identificadas e analisadas facilmente, sem depender de muitas pesquisas em laboratório e grandes estudos. Porém existem outros defeitos que justificam uma análise mais detalhada e um conhecimento maior da construção, com a necessidade de uma análise histórica da estrutura, projeto e mais informações complementares. Com a análise dos sintomas e patologias encontradas, é necessário um estudo das

causas que produziram os erros e problemas na construção, dentro disso a localização da fissura e sua característica visual contribuem e são de maior importância na análise, muitas vezes, o suficiente para um diagnóstico e conclusões prévias dos problemas. (VITÓRIO, 2003).

5. PRINCIPAIS CAUSAS E FORMAS DE PREVENÇÃO

A compatibilização dos projetos, o detalhamento deste para a execução, de forma que se obtenha uma melhor e clara interpretação do projeto, a fim de auxiliar a execução, são itens imprescindíveis para uma execução de qualidade. Seguir as normas técnicas, conhecer as características dos materiais usados, os contextos, coordenação e planejamento, também são relevantes. Uma correta especificação dos materiais é imprescindível para que o projeto seja executado conforme planejado pelo projetista, caso não haja o uso adequado, com materiais com durabilidade e qualidade correta, dimensões, resistências necessárias, é possível que futuramente se dê problemas na construção. Com o início da execução da obra, é possível que se aconteça inúmeros tipos de erros e falhas, e as causas destes são variáveis, como, má qualidade na mão de obra, falta de capacitação necessária dos profissionais, condições ruins de locais e equipamentos de trabalho, falta do controle de qualidade e acompanhamento da execução, e baixa qualidade nos materiais usados. (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Machado (2002), existem várias causas que contribuem para o aparecimento das patologias, como projetos de baixa qualidade, com cargas e dimensionamentos das estruturas incorretos, falta e erro na especificação dos materiais, que devem ser usados na execução, ações térmicas internas e externas, agentes atmosféricos externos, como umidade e fatores ambientais, uso da edificação não condizente com o planejado em projeto.

Conforme Vitório (2003), através de pesquisas e estudos, pôde ser constatado que a maior parte das patologias se dão por erros cometidos na etapa de planejamento e projeto da obra, e infelizmente as falhas cometidas nessa etapa geram erros e patologias mais graves que causadas por outros fatores, como qualidade do material e o método de construção. Nesse interim, é observado que os investimentos das empresas, na etapa inicial da obra, planejamento e projeção, são menores e a atenção inferior, colabora-se, dessa maneira, para uma deficiência, má detalhamento e erros no projeto, é visível que, nessa etapa, busca-se por projetos apenas com vantagens no valor, e não na capacidade e qualidade do projetista e projeto. Com essa situação, obtém-se um projeto fraco e sem detalhes, reflete-se em mudanças e imprevistos na fase de execução e futuros problemas na edificação.

De acordo com Oliveira (2013), as formas de prevenção das patologias se dão em 3 fatores, qualidade no projeto, qualidade na obtenção dos materiais, qualidade na execução das obras:

A qualidade no projeto é de vital importância em todo sistema da construção, e é considerado o ponto em que mais se encontram as causas das patologias, por ser nessa fase que são determinados todos os critérios, usos, e especificações da obra a ser construída. No projeto se dá a parte de desenvolvimento da obra, e são levados em consideração os usos, necessidades dos clientes, desempenho demandado, custo exigido, e fatores em que o edifício será exposto, define detalhes da obra, métodos precisos, e especificações que facilitam e dão a qualidade necessária para obra, alterando custo, desempenho e modo de construção. E para existir todo o controle de qualidade do projeto e detalhamento, são demandados parâmetros para auxiliar o acompanhamento. (OLIVEIRA, 2013).

A qualidade na obtenção dos materiais é outro fator relevante a ser levado em consideração, e por existir diversas origens e produtos diferentes em uma obra, se faz necessário o controle na aquisição destes, exigindo sempre o controle de qualidade garantido e as especificações fundamentais ao fabricante. A baixa qualidade de um material está ligada com as divergências de acordo com as normas técnicas, seja de testes no produto, fabricação, características e outros, que algumas empresas fabricantes não seguem, e sem a conformidade com as normas não existe o controle e garantia de qualidade do material, também é importante o recebimento dos materiais em obra, o armazenamento, transporte e escolha dos fabricantes de materiais e equipamentos usados, conferir e analisar se a qualidade dos materiais recebidos é equivalente aos adquiridos. (OLIVEIRA, 2013).

Nas edificações, o envelhecimento, apesar das manutenções e reparos, é impossível de evitar, mas deve ser planejada, pensando tanto previamente antes da construção propriamente dita, como posteriormente, já com o uso do cliente, visando o maior tempo de vida útil, e nesse tempo durabilidade e desempenho aceitáveis. (MIOTTO, 2010).

Mesmo com a finalização das fases de planejamento e execução da construção de forma adequada, com acompanhamento e execução correta, as construções ainda podem apresentar problemas patológicos devido à má utilização da edificação e falta de manutenção prevista e adequada. Para informar os usuários desses fatores usa-se o manual do usuário, contribui para o uso correto da construção, coloca-se neste manual as informações essenciais para a manutenção e mantimento do desempenho da obra. Na formação desse material de auxílio, deve-se observar sempre a linguagem simples e didática, com os detalhes e especificações a serem seguidas e entendidas pelos usuários. (OLIVEIRA, 2013).

A norma NBR 14037/198 determina as informações que devem ser incluídas no manual de uso e manutenção, e recomenda as formas de apresentação dessas informações, esse material auxilia diretamente no tema patologias, coloca as responsabilidades de elaboração desse manual pela construtora, e determina os limites e especificações dos usos da edificação. (MIOTTO, 2010).

6. LOCAL DO ESTUDO

O município de Franca o qual está situado o local de estudo, Centro Universitário de Franca, é um município brasileiro no interior do estado de São Paulo, como mostra a figura abaixo, considerado a 9ª cidade brasileira mais populosa do interior do estado de São Paulo, distante 401 km da capital São Paulo e possui uma área de 605,679 km², dos quais 86,92 km² estão em zona urbana, e sua população estimada em agosto de 2019 era de 353.187 habitantes, é conhecida como a Capital Nacional do Calçado e do Basquete.

Figura 4 – Localização de Franca no Estado de São Paulo



Fonte: Cidade de Franca Wikipédia, 2020.

O Uni-FACEF (Centro Universitário Municipal de Franca) teve seu início com a formação da *Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Franca*, no dia 20 de março de 1951, inicialmente, funcionou na rua Campos Salles, 217, num pequeno espaço dentro do Instituto Francano de Ensino. A seguir, mudou-se para a rua Padre Anchieta, 1822, permanecendo ali até 1968. Em abril de 1951 o *Conselho Nacional de Educação* autorizou o funcionamento da Faculdade, e em 1966 foi transformada em Autarquia Municipal, com base nas Leis nº 1.143/63 e 1.452/66. Até 1969, o Uni-FACEF, possuía apenas um curso, o de *Ciências Econômicas*, com aproximadamente 100 alunos, posteriormente foram criados os cursos de *Administração* (autorizado através do Decreto Federal nº 75.450/75) e de *Ciências Contábeis* (autorizado pelo Decreto Federal nº 85.927/81), estes três cursos funcionaram, até o ano de 1996, apenas no período noturno, atualmente existem 14 cursos. (Uni-FACEF, 2020)

Figura 5 – Fachada Uni-FACEF Unidade 2.

Fonte: Imagens Google Street View, 2018.

7. RESULTADOS DE ANÁLISE DAS PATOLOGIAS DO UNI-FACEF

No Centro Universitário não foram encontradas muitas manifestações patológicas, devido as manutenções e reparos que são feitos de forma constante no local. As patologias encontradas são as de maiores incidências, de um modo geral, trincas, patologias causadas por umidade e desgastes por uso.

7.1. Desgastes:

Os desgastes encontrados em pilares e no teto foram simples, e não causam prejuízo na estrutura na sua atual situação. São os agentes atuantes na estrutura que causam a sua deterioração, podendo haver causas mecânicas e físicas, afetando o concreto e o aço, com o tempo pode diminuir o desempenho da estrutura. Nesse caso encontrado, devido ao local e a aparência, pode se afirmar que as causas são mecânicas. De acordo com Souza e Ripper (1998), as causas mecânicas acontecem devido a choques, impactos, acidentes imprevisíveis, entre outros. Porém, além dessa deterioração afetar a resistência da estrutura, principalmente quando há exposição da armadura e do concreto.

Figura 6 – Pilar desgastado



Fonte: Autor, 2020

Figura 7 – Teto desgastado aproximação



Fonte: Autor, 2020

7.2. Trincas e Fissuras Verticais

As fissuras podem surgir de forma pacífica, afetando a estrutura, durabilidade e estética. Pode ser um sintoma de um problema estrutural mais grave, e pode ser o início de trincas e rachaduras. As fissuras verticais são as mais comuns de ocorrerem, acontecem devido a deformação transversal da argamassa, por tensões de compressão ou flexão no local, influenciando alterações na alvenaria.

Figura 8 – Fissuras Verticais



Fonte: Autor, 2020

Figura 9 – Fissuras Verticais



Fonte: Autor, 2020

7.3. Patologias por umidade

Na construção civil, as patologias causadas por umidade são as de maiores incidências, e afetam tanto a estética como o desempenho da estrutura. O

excesso de água encontrado nos materiais faz com que ocorra manchas e deterioração. A água pode passar de uma área para outra através de trincas, essa água geralmente é provinda da água da chuva, e intensificada com o vento.

As patologias encontradas, no Centro Universitário, provindas da umidade são as seguintes, a encontrada no teto não afeta o desempenho, somente estética, já a encontrada embaixo da passarela, no seu estado não afeta o uso atual, porém pode acarretar futuros problemas graves caso não seja observado.

Figura 12 – Umidade Teto



Fonte: Autor, 2020

Figura 13 – Umidade Passarela



Fonte: Autor, 2020

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se concluir a amplitude dos conteúdos sobre as Patologias Construtivas. É evidente a necessidade da utilização de um método como ferramenta para a coleta dos dados das patologias e demonstração de soluções, a fim de contribuir para a organização e melhor revelação dos resultados da pesquisa, e como solucionar os problemas. A qualidade na construção civil está em pausa crescente, o foco em gestão, administração e acompanhamento da obra, prevenindo manifestações patológicas, possíveis desgastes e falhas no desempenho. É de grande importância fazer o controle de qualidade do recebimento de materiais na obra, para determinar a qualidade e determinar os materiais, saber se são os especificados em projeto e estão de acordo com a compra. Porém, a padronização dos processos, controle de qualidade e normas não são o bastante para ter a total qualidade na edificação, deixando evidente que o uso e o tempo influenciam diretamente. Porém é necessário colocar o projeto em primeiro plano, pois o detalhamento e especificação deste pode evitar os problemas técnicos.

Sendo assim, conclui-se que evitar a problemas na fase inicial da edificação faz com que previna futuras manifestações patológicas, assim como demonstrado na Lei de evolução de custos, o custo de uma correção no projeto, é 5 vezes em na manutenção preventiva, e 25 vezes para solução de problemas. Caso não haja prevenção no projeto é necessário recorrer a manutenção preventiva, controle tecnológico de materiais, padronização na execução de projetos, além disso é importante conhecer a origem, apesar de parecer evidente é necessário um estudo exato para obter uma solução correta.

Fica evidente que para uma edificação com um nível bom de qualidade, durabilidade e desempenho, sem manifestações patológicas, todas as fases e etapas da construção é necessário que tenha excelência, ou seja, mão de obra na execução, conhecimento para realizar os projetos, materiais de qualidade, análise do local e circunstâncias que se encontrará a obra e futura edificação. O conjunto desses fatores contribuem para um ótimo resultado, caso umas dessas fases não seja executada idealmente pode interferir no desempenho e na vida útil da edificação, assim todo o processo deve caminhar junto e em sintonia para um resultado favorável.

Esse são alguns dos pontos que se pode evidenciar a importância do estudo da área de patologias, infelizmente é difícil encontrar uma construção em perfeito estado, o que contribui para a necessidade do conhecimento na área, a fim de evitar de todos os modos possíveis as manifestações patologias que afetam a vida útil.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **Standard Recommended Practice for Developing Short-Term Accelerated Test for Prediction of the Service Life Building Components and Materials: ASTM - E 632**. Philadelphia: 1980.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2a ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988.

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003**.

DE SOUZA, Marcos Ferreira. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Monografia (Especialização em Construção Civil: Avaliações e Perícias)**. Belo Horizonte, 2008.

HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

MACHADO, A. de P. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono**. São Paulo: Pini, 2002.

MIOTTO, Daniela. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR**. 2010.

NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2014.

OLIVEIRA, DANIEL FERREIRA. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Rio de Janeiro, 2013.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. O.; CHAVES, M. V. **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada**. Belo Horizonte, 2002.

PERES, Rosilena Martins. **Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico: um estudo de caso**. 2001.

SANTOS, Vanice dos; CANDELORO, Rosana J. **Trabalhos acadêmicos: uma orientação para a pesquisa e normas técnicas**. Porto Alegre: AGE, p. 73, 2006.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1a ed. São Paulo, Pini, 1998.

VENTURA, Magda Maria. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa.** Revista SoCERJ, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.** Recife, 2003.

ÍNDICE

A

Aletéia Cordero Leal Oliveira, 8
Ana Júlia da Silva Júlio, 26
Anderson Fabrício Mendes, 3, 6, 65

B

Bruno Augusto Paes Campos, 84

D

Danilo Garcia Castelani, 8

F

Flávio Henrique Oliveira Costa, 84

G

Géssica Karoline Pires, 8
Guilherme Augusto Bertelli Fernandes
Clemente, 103
Gustavo Matheus Alves Oliveira, 65

J

Jéssica Silva Rodrigues, 8
Júlia Neves Andrade, 103

June Tabah, 84

L

Lucinda Maria de Fátima Rodrigues
Coelho, 41

M

Maria Júlia Ferreira Bizarro, 8
Mauricio Valentini, 84
Maximiliano Engler Lemos, 26

P

Pedro Mantovani Ribeiro, 41

T

Thales Jati Gilberto, 41, 56

Y

Yuri Muniz Teixeira Dos Santos, 84

ISBN VOLUME



ISBN COLEÇÃO



0800 940 4688

16 3713 4688

unifacef.com.br

