

REVISTA CIENTÍFICA

# MUNDO TECNOLÓGICO

REVISTA MUNDO TECNOLÓGICO - ISSN 2238-2011 - V. 14 N. 16 JANEIRO-DEZEMBRO – 2022

**MULTIVIX**

---

SÃO MATEUS



**MUNDO**  
**TECNOLÓGICO**

ISSN 2238-2011

**EXPEDIENTE**  
**Publicação Anual**  
**ISSN 2238-2011**  
**Temática: Tecnologia**

**Revisão Português**  
Tereza Barbosa Rocha

**Capa**  
Marketing Faculdade Multivix São Mateus

Elaborada pela Bibliotecária Alexandra B. Oliveira CRB06/396

M965 Mundo Tecnológico/ Faculdade Multivix São Mateus – v.14, n.16, 2022 –  
São Mateus: MULTIVIX, 2022.

Semestral  
ISSN 2238-2011

1. Pesquisa acadêmica – periódicos. 2. Gestão. 3. Exatas. I. Faculdade  
Multivix São Mateus

CDD 001.891  
CDU: 001.891(05)

Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem,  
necessariamente, os pensamentos dos editores.

Correspondências: Coordenação de Pesquisa e Extensão Faculdade Multivix São Mateus  
**Rod. Othovarino Duarte Santos, 844, Resid. Parque Washington, São Mateus/ES | 29938-015**

# MUNDO TECNOLÓGICO

**Faculdade Multivix São Mateus**  
**v. 14 n. 16 janeiro/dezembro – 2022 - Anual**

Diretor Geral  
Sandrélia Cerutti Carminati Grippa

Coordenadora Financeiro  
Amábilie Marinato Camilo Marchi

Coordenadora Acadêmica  
Elen Karla Trés

Conselho Editorial  
Elen Karla Trés  
Josete Pertel  
Rafaella Rangel do Rosario

Assessoria Editorial  
Josete Pertel  
Mariana Lima de Jesus  
Pedro Junior Zucatelli  
Rafaella Rangel do Rosario

Assessoria Científica  
Elen Karla Trés  
Josete Pertel  
Mirelle Christine Corona  
Rafaella Rangel do Rosario  
Sandrélia Cerutti Carminati

## **EDITORIAL**

A revista científica Mundo Tecnológico é uma iniciativa da Faculdade Multivix São Mateus que possibilita a divulgação de artigos e resumos de contribuições relevantes para a comunidade científica das diversas áreas de estudo que abrange a Instituição. Portanto, trata-se de um veículo de publicação acadêmica semestral, cujo público-alvo são professores e alunos de graduação e pós-graduação.

Diante disso, a Instituição almeja que a revista científica Mundo Tecnológico contribua para o fomento contínuo da prática da investigação, e promova o crescimento educacional.

# MUNDO TECNOLÓGICO

## Sumário

SUMÁRIO.....	5
ESTUDO DE CASO DAS PATOLOGIAS EM FACHADAS: ORLA DE GURIRI-ES.....	6
Bruno de Souza Caliarí <sup>1</sup> , Elias Machado Gasparini <sup>1</sup> , Wellis de Andrade Souza <sup>1</sup> , Lucas Fernandes da Silva Goltara <sup>2</sup> .....	6
GERENCIAMENTO DE OBRAS DE LOTEAMENTO DE ACESSO CONTROLADO: UM ESTUDO DE CASO EM SÃO MATEUS/ES .....	29
Maikel Langkamer de Souza <sup>1</sup> , Patrick Abelio Fuzaro <sup>1</sup> , Soraia Bozi Dias dos Santos <sup>1</sup> , Beverson Beltrame Reis <sup>2</sup> .....	29
APLICAÇÃO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO COMO AUXÍLIO NA DRENAGEM URBANA .....	47
Juliana Lopes Martins <sup>1</sup> ; Mayko Marily Sartorio <sup>1</sup> ; Yasmim Priscilla de Souza <sup>1</sup> ; Karina Zanetti <sup>2</sup> .....	47
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO EM OBRAS RESIDENCIAIS DE PEQUENO PORTE.....	65
Joziane Rodrigues Santos <sup>1</sup> , Lucas Moreira Santos Andrade <sup>1</sup> , Uilian Costa Gaia <sup>1</sup> .....	65
Béverson Beltrame Reis <sup>2</sup> .....	65
ASFALTO BORRACHA COMO ALTERNATIVA NA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS DE LOTEAMENTOS NA CIDADE DE SÃO MATEUS/ES .....	86
Chayany Ferreira de Oliveira <sup>1</sup> , Fabiano de Oliveira Dussoni <sup>2</sup> , Weliton Ferrareis <sup>3</sup> , Beverson Beltrame <sup>4</sup> .....	86

# ESTUDO DE CASO DAS PATOLOGIAS EM FACHADAS: ORLA DE GURIRI-ES

Bruno de Souza Caliarí<sup>1</sup>, Elias Machado Gasparini<sup>1</sup>, Wellis de Andrade Souza<sup>1</sup>, Lucas Fernandes da Silva Goltara<sup>2</sup>

1- Acadêmicos do curso de Engenharia Civil

2- Pós-graduado em Construção Civil e estruturas, estrutura de concreto armado – Professor Multivix – São Mateus-ES

## RESUMO

As fachadas são a porta de entrada para todas as construções, os conceitos arquitetônicos utilizados e os padrões construtivos dos edifícios são fatores primordiais para turistas e moradores locais, portanto, necessitam estar em ótimo estado de conservação, assim como todas as etapas estruturais. Por consequência de fatores ambientais como a maresia, vento, chuva, sol e da alta salinidade presente em regiões litorâneas, as zonas exteriores das edificações e os mais diversos tipos de objetos expostos a esses agentes estão sujeitos a sofrerem danos causados por essas intempéries. A principal contribuição deste trabalho está na identificação dos desgastes e problemas causados por tais agentes climatológicos ao longo da Avenida Oceano Atlântico na orla do Bairro Guriri, no município de São Mateus-ES. A metodologia apresentada para execução deste documento, ocorreu através de uma inspeção visual e relatório fotográfico, realizou-se um diagnóstico das manifestações encontradas e apresentou-se possíveis soluções e reparações, e com os tratamentos adequados e indicados como a aplicação de tinta anticorrosão, é possível preservar a estrutura e a fachada da edificação. Para mitigar estes problemas, utilizou-se de fontes bibliográficas para estruturação e embasamento teórico aprofundado, deste modo, demonstra-se alternativas viáveis para prolongar o tempo de vida útil das fachadas presentes na orla. Do estudo, conclui-se que a principal manifestação patológica encontrada se refere à corrosão em decorrência da ferrugem. Conforme observado, em sua maioria, os problemas são associados à negligência, uso errôneo de materiais, falta de manutenção e conservação.

**Palavras-chave:** Manifestação patológica, corrosão, fachada, análise, manutenção, recuperação.

## ABSTRACT

The facades are the gateway to all constructions, the architectural concepts used and the construction standards of the buildings are key factors for tourists and local residents, therefore, they need to be in excellent condition, as well as all the structural stages. As a result of environmental factors such as sea air, wind, rain, sun and the high salinity present in coastal regions, the exterior areas of buildings and the most diverse types of objects exposed to these agents are subject to damage caused by these weather conditions. The main contribution of this work is in the identification of wear and tear and problems caused by such climatological agents along Avenida Oceano Atlântico on the edge of Bairro Guriri, in the municipality of São Mateus-ES. The methodology presented for the execution of this document, occurred through a visual inspection and photographic report, a diagnosis of the manifestations found was carried out and possible solutions and repairs were

presented, and with the appropriate and indicated treatments such as the application of anticorrosion paint, it is possible to preserve the structure and facade of the building. To mitigate these problems, bibliographic sources were used for structuring and in-depth theoretical basis, in this way, viable alternatives are demonstrated to prolong the useful life of the facades present on the edge. From the study, it is concluded that the main pathological manifestation found refers to corrosion due to rust. As noted, most of the problems are associated with negligence, misuse of materials, lack of maintenance and upkeep.

**Keywords:** Pathological manifestation, corrosion, facade, analysis, maintenance, recovery.

## 1. INTRODUÇÃO

A alta demanda por construir e morar em residências próximas ao mar sempre foram comuns devido ao lazer e poder socioeconômico que representa, essas estruturas como outra qualquer estão sujeitas a manifestações patológicas, principalmente suas fachadas que por representarem a parte externa da estrutura, estão diretamente expostas as ações climáticas e ambientais, como chuvas, ventos e raios solares (SILVA; JONOV, 2016).

Segundo Capello et al. (2010) há uma alta variação de problemas originados das fachadas, como: trincas, fissuras, manchas, bolores, descascamento de pintura e placas de revestimento. Segundo Chaves (2009), tais adversidades são causadas em sua maioria pelo uso incorreto dos materiais, negligência no projeto e a falha de execução, também está ligada ao descaso sobre as manutenções e os reparos, tornando-se de grande importância, já que se apresentam desde os primeiros períodos de vida da estrutura, necessitando de reparos durante toda sua existência.

Ante aos fatos mencionados, a fachada está bastante ligada ao *design* da infraestrutura, uma área exterior com danificações prejudicam economicamente a construção, a economia excessiva no processo construtivo pode acarretar o uso indevido de materiais e mão de obra desqualificada; o definido local de estudo possui características semelhantes, estruturas construídas com um baixo custo e dependentes de estética para fins comerciais, como restaurantes, lojas e pousadas (HELENE, 2003).

Ademais, as causas das patologias que são advindas principalmente da sua execução inadequada e aumento dos gastos pós construção com manutenções e reparos, seriam evitáveis na fase construtiva caso houvesse investimento em materiais de qualidade e mão de obra eficiente, além, dos gastos estéticos. Existem

patologias que afetam o desempenho de toda a estrutura, prejudicando a estética, segurança desta e de seus usuários (ROCHA, 2018).

Portanto, este trabalho tem como proposta de estudo analisar as principais patologias nas fachadas do bairro Guriri, localizado na orla do município de São Mateus/ES. Por meio de observação, fotografia e catálogo das fachadas e patologias encontradas, propõe-se suas devidas recuperações, prevenção das manifestações e redução dos frequentes reparos, além, da realização de levantamentos dos *déficits* construtivos mais recorrentes nos locais.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS DAS FACHADAS DE CONSTRUÇÕES**

Efetivamente, todas as partes das edificações devem permanecer utilizáveis por pelo menos um período de 50 anos, a fachada da construção é a primeira camada de proteção da estrutura, portanto, passível de um contato primário com os agentes agressivos do ambiente e sujeito a fortes interferências nos primeiros anos. Tais contratemplos danificam não somente a estrutura, mas também o aspecto visual e econômico da localidade. (CARVALHO, 2014).

Em concordância com a NBR 15575 (ABNT, 2013), as fachadas se encaixam como um elemento construtivo de categoria 2, isso significa que carecem durar o tempo estimado para o tipo de revestimento aderido, porém, requerem manutenção regular. As vedações externas mesmo sem função estrutural, têm importância para a edificação como um todo, sendo altamente atingida por ações externas, destarte, indispensável a prudência na execução e manutenção (SILVA, 2014).

Ademais, as camadas de uma parede externa tem como base de composição: chapisco, embolso, reboco e acabamento, constituído de camadas de tinta ou revestimento (cerâmico, madeira, pedra). Conforme a escolha do tipo de revestimento adotado, há a necessidade de dispor mais camadas para regularização; como uma argamassa colante para assentamento de placas, o revestimento argamassado busca preparar a base para recebimento de uma camada decorativa (FONSECA, 2011).

Terra (2001) ressalta que, os revestimentos com placas de cerâmica, pedra, madeira, adotados para finalização de paredes externas, desempenham funções de impermeabilização, isolamento térmico e acústico, outros, apenas com funções

decorativas. Ambos, exigem um processo de assentamento de argamassa, que por sua vez, exigem um trabalho minucioso a fim de evitar o colamento dos revestimentos. A cobertura argamassada, possui como base argamassas com diferentes proporções de cimento, areia e água, além da adição de aditivos caso haja necessidade, e possua como finalidade a pintura estética (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

Por outro lado, destaca-se a ação do tempo como um fator imprescindível para o processo de conservação, tendo em vista que todos os componentes terão um processo gradual de degradação, este, será dependente de fatores como: exposição e preservação para que esse decurso aconteça de forma acelerada ou lenta (SILVA, 2014). Outrossim, o prazo para execução da obra, aliado a escassez de mão de obra qualificada, aumentam a proporção das patologias nas edificações, o descaso construtivo em relação a reparos superficiais, geram reformas constantes, motivados por fatores ambientais como o vento e a maresia (SILVA, 2016).

Florêncio (2016) denota que, as altas temperaturas com variadas oscilações, dilatam o sistema de revestimento, provocando o destacamento e fissuras nas placas cerâmicas, a umidade presente contribui para o aparecimento de manchas, eflorescências e bolor. As principais patologias mais comumente envolvidas em fachadas são: eflorescência, deslocamento, descascamento de pintura, destacamento, trincas, fissuras, machas, bolor, mofos, descolamento do reboco, bolhas na pintura e infiltrações.

Dentre os tipos de patologia, destacam-se a estética e a funcional. Quanto à estética, classifica-se como aquela que não afetam a integridade da estrutura, sendo prejudicial somente à aparência e ao visual; já a funcional, denomina-se aquelas manifestações que afetam tanto a aparência, quanto oferecem riscos para segurança da estrutura, deteriorando a estabilidade e a integridade da estrutura como um todo (SILVA, 2014).

Vale salientar que, patologias estéticas podem dar origem às patologias funcionais momentaneamente, devido ao aumento da gravidade da manifestação e à falta de reparo. Sendo assim, o diagnóstico por meio de observação e análises feitas tornam-se imprescindíveis a fim de encontrar sua causa, origem e métodos de reparo (CARASEK, 2007).

O litoral praiano é um ambiente agressivo às estruturas de concreto armado graças a sua atmosfera marítima, principalmente suas fachadas que estão sempre

expostas a ações do ambiente: clima, sol, chuvas, contaminações, variação de temperatura, presença de cloretos, umidade e os ventos, que intensificam ações e aceleram o processo degradativo das fachadas locais. Devido a tais fatos, o ambiente do estudo selecionado trata-se da orla de Guriri, São Mateus/ES, através da observação do respectivo local.

## **2.2. TIPOS DE PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM FACHADAS**

Para Zuchett (2016), como a área da engenharia busca através de estudos analisar pesquisas e estudos significativos quanto a causa, sintoma e origem de problemas construtivos surgidos, a compreensão do estudo de patologias nas construções, torna-se uma ciência necessária. Apesar da preocupação com a qualidade construtiva ser maior, e, com a regulamentação vigente introduzir normas específicas, todavia, ainda há construções que não atingem a qualidade almejada (COSTA, 2013).

Em diversas situações, nota-se que as patologias nas construções não são originadas de apenas um fator, contrariamente, as condições multifatoriais e a combinação dos mesmos desencadeiam perdas em diversos aspectos da cadeia produtiva da obra, além, de gerar impactos visuais desagradáveis e acidentes oriundos de má qualidade tanto material, quanto de execução (FIGUEREDO JÚNIOR, 2017).

### **2.2.1. Manchas e eflorescência**

As manchas e eflorescências são colorações escuras e brancas, que geralmente estão relacionadas ao depósito de partículas ou sais, as fachadas com a presença de umidade podem ocasionar o aparecimento de algas que facilitam o aparecimento de manchas avermelhadas na superfície, o acúmulo de resíduos estão relacionados a erros nos projetos ou na execução que contribuem para o aparecimento de poros, descontinuidades e quinas que são facilitadores ao acúmulo de resíduos (MASHNI, 2020).

Mashni (2020) ainda ressalta que os resíduos são provenientes de poluição atmosférica e trazidas pelo vento ou sais marítimos, estes sais são causadores da eflorescência, originados a partir da evaporação excessiva de água presente na argamassa que desloca os sais para a superfície.

Quanto às manchas em fachadas, estas ocorrem mais frequentemente por estarem expostas a agentes climáticos, apresentando como primeiro sinal visível, o estético. A umidade presente causa degradação e enfraquecimento do revestimento, além do acúmulo de microrganismos; à falta de elementos de acabamento nas quinas e cantos, platibandas e peitoris da fachada, além da falta da pingadeira, facilitam o surgimento da eflorescência, tal junção, aliados a falta de acabamento, causam ambas as patologias (SANTOS, 2017).

Supracitado a partir das considerações de Ramos (2020), a patologia através do depósito de sais na estrutura, está ligada também à presença de água e a necessidade de pressão hidrostática em que a água e o sal estabelecem contato com a superfície, sendo assim, o agravante só se manifestará quando ambos os elementos possuírem tal contato.

Já os mofos e bolores, são definidos por Mashni (2020) como manifestações de manchas escuras nas superfícies dos revestimentos; são comuns em paredes com pouca incidência de Sol e ocasionados por falta de impermeabilização, assim, a umidade aumenta a probabilidade da aparição de microrganismos. Essa patologia além de danificar o aspecto visual, expõe a saúde dos usuários, mas não apresentam problemas funcionais evidentes à estrutura.

### **2.2.2. Fissuras e trincas**

Silva (2014) denota que fissuras e trincas são patologias originadas pela variação de volume da base sobre a qual o revestimento está aplicado, podem ser agravadas com a variação de temperatura do local, ocasionando alterações dimensionais em toda a parede e aberturas no revestimento, conseqüentemente, o descolamento de placas de revestimento. A aparição de fissuras está relacionada a força excessiva em lajes e vigas, erros de amarração de alvenaria com pilares ou ao recalque.

Ambas patologias comprometem o desempenho da obra e demandam mais atenção, as fissuras e trincas podem ocorrer devido à diminuição do volume das placas cerâmicas ou do revestimento argamassado, nos dois casos sua causa está relacionada a perda de água, podendo ser por evaporação em poros, que quando evaporada os expõe, a água é perdida pelo processo de execução para outros materiais construtivos ou para o meio ambiente, fazendo com que a argamassa ou o

próprio cimento retraia, reduzindo seu volume e formando trincas em sua superfície ou nas placas coladas a ele (MASHNI, 2020).

Segundo Santos (2017), durante a vida da edificação há a contração e expansão, devido à variação de temperatura e umidade e causas estruturais, a fissura ocorre quando o material usado para revestimento não aguenta as tensões provocadas pela variação dimensional que a estrutura sofre. O autor também cita a ausência de vergas e contravergas como uma causa, de devida importância, já que muitas fissuras se localizam perto de janelas e portas, essas, ajudam a absorver a carga e dar estabilidade para alvenaria.

Ramos (2020) afirma que as fissuras e trincas podem ocasionar outras patologias, por expor a estrutura e excesso de carga, possuem um maior grau de periculosidade à estrutura e usuários do que as fissuras e trincas com outras origens, devido ao suporte insuficiente, essa patologia requer uma ação imediata para a resolução do problema.

### **2.2.3. Descolamento e deslocamento de revestimentos e pinturas**

O descolamento da camada de reboco acontece quando a argamassa foi produzida com traços errados de seus materiais, baixa aderência e elasticidade, devido à falta de chapisco, expansão da argamassa ou ao uso de material de baixíssima qualidade (MASHNI, 2020).

Santos (2017) confirma que o descolamento é a ruptura adesiva da camada de revestimento com o adesivo, significando que a argamassa colante não foi aderente o suficiente ou a placa de revestimento foi pesada demais, as variações de temperatura contínuas e a submissão a tensões e compressões fazem com que a aderência diminua consideravelmente.

Ademais, o descolamento pode acontecer devido à instabilidade da superfície, desregulada ou apresentando falhas e porosidades, além, de superfícies contaminadas com sujidades ou umidade, dificultando a aderência mesmo através das técnicas corretas da argamassa colante (SANTOS, 2017).

Terra (2001) reitera e relaciona a origem e a ausência de chapisco, erro no traço da argamassa, projeto ou material utilizado, umidade e interface irregular para emplacamento; sendo facilmente identificado visualmente, com o estufamento de placas e o som cavo que placas começam a apresentar. A umidade nas placas ou

sua falta nas argamassas causam a retração por secagem, intensificadas ainda com a variação térmica, podem levar a falta de aderência entre camadas (SILVA, 2014).

Segundo SindusCons-SP (2016) o deslocamento é uma patologia perigosa contra a vida dos usuários, essa, é causada pela quebra da ligação de alguma camada de revestimento e se manifestam em regiões mais críticas, com ocorrência de variação de temperatura, tais variações aumentam as tensões e sobrecarregam a camada mais frágil.

Para Silva (2014), as falhas no rejuntamento entre placas e suas esquadrias e as próprias, ocorrem devido a insolação e penetração de água nas juntas, enquanto a primeira deteriora as juntas com infiltração, provocando o descolamento de várias placas ou até sua queda, geralmente pode se agravar para possíveis fissuras.

O descascamento e as bolhas de pintura, são causadas pela falta de preparo da superfície para o recebimento da tinta, evitável com o preparo, limpeza, escolha correta da tinta (MASHNI, 2020). A umidade entre a tinta e a camada de revestimento resulta no aparecimento de bolhas, já a poeira causa o descascamento; o preparo inadequado da diluição da tinta, isto é causado pela ausência ou excesso de cal, argamassas imperfeitas e superfície poluída podem intensificar ambas as patologias (TERRA, 2001).

### **2.3. MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E EXECUÇÃO**

Oliveira (2016) caracteriza a manutenção das fachadas como sendo uma ação proativa de prevenção, que condiz com uma estratégia financeira e estrutural de corte de gastos futuros. Além disso, um plano de manutenção preventiva, que consiste em observações e avaliações feitas in-loco, inspeção preventiva, limpeza, reparação ou substituição dos elementos periodicamente.

Do mesmo modo que a periodicidade de manutenção diminui a chance de ocorrências das patologias, a etapa em si de recuperação necessita da análise precisa da causa e gravidade, assim feito, define-se a melhor técnica e custo-benefício de recuperação (GONÇALVES, 2015).

A NBR 13755 (ABNT, 2017) normatiza o procedimento para aplicação de revestimentos em fachadas com argamassa colante, sendo de extrema necessidade a limpeza da superfície e o alinhamento em todos os sentidos, a norma também

regulariza a produção de argamassas a fim de evitar o excesso ou falta de algum componente.

Em casos de descolamento e deslocamento na fachada, recomenda-se a retirada do revestimento, seguido da resolução do problema como a umidade ou vazamento, necessita-se de agentes impermeabilizantes, acompanhado da limpeza e verificação do emboço ou argamassa colante, estes, devem ser refeitos caso haja necessidade, posteriormente, segue-se com o colamento (FERREIRA, 2010).

Segundo Vieira (2020), tal técnica também pode ser utilizada para o descolamento da pintura, retirando-se a pintura atual para um nova demão da tinta. Emprega-se a tinta específica no local adequado, vê-se a necessidade também de preparação da superfície para a nova aplicação, retirando de tal meio, quaisquer sujidades, entre eles a poeira e poros.

Ademais, vale ressaltar que patologias estruturais como fissuras e trincas podem ser causadas por esforços, essas, necessitam de uma análise, tendo em vista que, torna-se indispensável futuras correções com a finalidade de aumentar sua resistência (FERREIRA,2010). Essas patologias podem ser evitadas caso durante a execução da obra, os cuidados essenciais sejam tomados, refrear a umidade e o aparecimento de agentes perigosos. Outrossim, o acabamento de quinas e cantos, execução de pingadeira para o escoamento da água, além de cuidado nas juntas e na execução das placas de revestimento, tornam-se cruciais para a preservação dos locais frente à orla (CARDOSO, 2013).

Ferreira (2010) ainda evidencia que, a análise e o monitoramento de fissuras e trincas ajudam a identificar e solucionar o problema definitivamente, o vínculo de ligação com esforços não suportados pela estrutura, provisoriamente, recomenda-se o uso de telas de argamassa para melhor absorção e movimentação das aberturas, além da redução às novas tensões criadas provenientes da aparição da fissura ou trinca.

Ademais, a solução prévia por meio de telas de argamassa, com a aplicação em aço com argamassa na trinca, impede a abertura e o agravamento, contribuindo de tal forma como um reforço a área, também propõe em paredes com vãos como portas e janelas a criação ou reparo de vergas e contra-vergas para reforçar as áreas ao entorno do vão e evitar a intensificação das fissuras (VIEIRA, 2020).

Silva (2007) indica que, várias das patologias citadas são causadas ou agravadas por umidade excessiva, esta causa está relacionada à permeabilidade

que fachadas podem possuir, entre as mais comuns, a umidade é a mais decorrente, promovendo manchas e o bolor, para minimizar os efeitos, é aconselhado o uso de impermeabilizantes, podendo ser de aditivos em argamassas comporta de uma camada inteira ou aplicada nas próprias placas.

Para solucionar tais patologias recomenda-se a remoção total do revestimento, que será novamente estruturado, desta vez, com o uso de impermeabilizantes (VIEIRA, 2020). Ainda, para manchas e bolores com origem de ação bacteriana, algas ou fungos, exige-se um estudo de identificação do agente, logo após, a remoção das partes afetadas, caso não haja a remoção total do revestimento, a limpeza deverá ser feita com escovas e solução de detergente, sódio e água (FERREIRA, 2010).

### **3. METODOLOGIA**

O presente projeto trata-se de um estudo de campo nas edificações da orla de Guriri, São Mateus/ES, para obter o objeto de análise, a pesquisa foi dividida em três partes respectivamente: inspeção visual, relatório fotográfico (Apêndice A), diagnóstico da manifestação encontrada e métodos de recuperação e manutenção.

Este estudo caracteriza-se como exploratório e descritivo, tal proposta busca uma aproximação e aprofundamento do pesquisador em um determinado tema, a fim de descrever fatores e suas características por meio da observação e registros (RAUPP, 2006). Sendo uma das principais formas de iniciar um projeto, o estudo da pesquisa bibliográfica, busca semelhanças e diferenças entre os estudos selecionados como referência. O acervo de dados em meios eletrônicos torna-se um facilitador crucial para pesquisadores em todo o mundo, de forma a garantir a possibilidade de acessos à índices atualizados constantemente (BREVIDELLI; DOMENICO, 2008).

O método selecionado como qualitativo, requer a interpretação dos fenômenos estudados, seu foco é a obtenção de dados, análise e detalhamento do problema pesquisado (MORESI, 2003). Para alcançar tal objetivo, compreensão e detalhamento da hipótese uma vez levantada, o estudo de campo como técnica de coleta, analisa a extensão da orla e problemas provenientes de construções cada vez mais avançadas e, conseqüentemente novas patologias desencadeadas, e frequentes nas fachadas.

Outrossim, a obtenção dos dados abordou-se um levantamento bibliográfico. Tal pesquisa tem como base de teorias levantadas e informações apresentadas por materiais publicados: livros, artigos, publicações técnicas, documentos acadêmicos, com a leitura das publicações, busca-se interpretar as informações para uma análise e esclarecimento do problema abordado (MORESI, 2003).

Como procedimento de observação, faz-se indispensável a necessidade de dados através de informações visuais das obras. Dito isso, a investigação foi realizada por meio de visitas em campo de estudo, registro fotográfico e análises preliminares das manifestações.

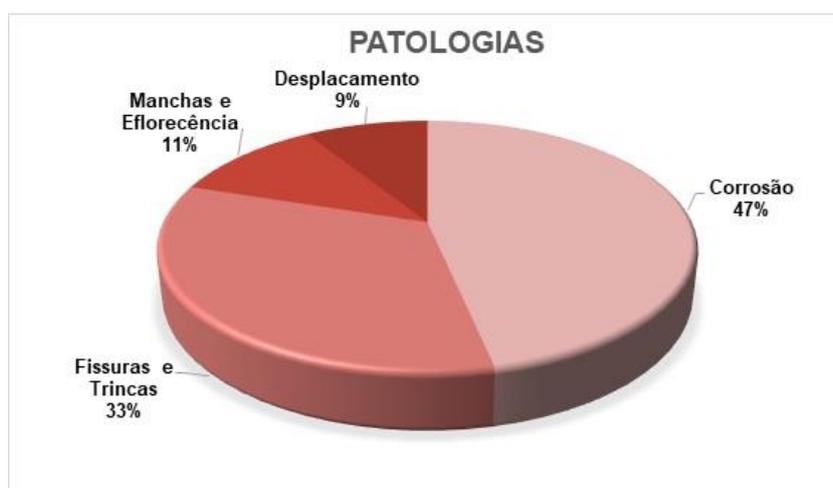
A amostragem resultante, foi executada por meio não probabilístico e intencional, nessa metodologia, é necessário a escolha intencional dos casos que podem contribuir e agregar no estudo, feito um levantamento das obras nas proximidades da orla, definiu-se, as que possuem manifestações patológicas em suas fachadas.

Quanto à coleta de dados, essa, caracteriza-se como fonte terciária, já que, devido a necessidade de adquirir dados originais, como documentação fotográfica e a indispensabilidade de analisar e interpretar o material obtido. Os resultados foram apresentados através do registro fotográfico das patologias in loco, diagnóstico e reparo; são denotados a partir da divisão das patologias encontradas, sua forma, estruturação e dados interpretativos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ante aos fatos mencionados, e, dentre as seis patologias observadas nas fachadas da orla de Guriri, a corrosão obteve o maior índice de frequência nos locais (Gráfico 1). Fotografias tiradas in loco e possíveis causas analisadas evidenciam o agravamento do ambiente da orla da praia.

Gráfico 1: porcentagem de patologias encontradas



Fonte: Autoria própria, 2021

#### **4.1. LEVANTAMENTO DAS PATOLOGIAS**

Fissuras, trincas e rachadura manifestam-se geralmente através pelo tensionamento da tração devido à fragilidade de materiais como o concreto e materiais cerâmicos. Tal fato ocorre já que os materiais requisitados não suportam o maior esforço exigido que a resistência suporta, deste modo, incide a ocorrência de falhas e abertura (OLIVEIRA, 2016) (Imagem 1 – Apêndice B).

Conforme evidenciado por Thomaz (1989), dentre os mecanismos gerais na constituição de fissuras na alvenaria estrutural estão; sobrecarga de carregamento de compressão; incidência da temperatura; recalque de fundação movimentação higroscópica, reações químicas e retração.

Através do pressuposto, nota-se que, fissuras e trincas ocorrem em vigas e alvenarias de fachadas (Imagem 2- Apêndice B), essas, demonstram fragilidade na construção apresentando sinais para identificar a origem de tal patologia e suas devidas precauções, além disso, oferecem riscos aos indivíduos que frequentam o recinto, ademais, encontra-se na área externa da moradia, prejudicando a estética.

Helene (2003) confirma que, o procedimento de reparo da fissura inicia desde a limpeza até a preparação de base, essa, refere-se à superfície de realização do reparo. A norma 080/2006 do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) enfatiza que há divergentes meios de limpeza, que sofrem variabilidade conforme o estado do elemento, materiais limitados, localização, dimensão da fissura. Portanto, cotidianamente são desenvolvidos novos materiais capazes de serem utilizados em reparos e evoluírem o mercado consumidor (GRANATO, 2002).

#### **4.2. Manchas e eflorescência**

Dentre as inúmeras razões para o aparecimento de manchas e eflorescências entre elas a umidade ascensional durante o processo construtivo; condensação;

absorção, penetração de água da chuva; higroscopicidade dos materiais e acidental; (Imagem 3- Apêndice B) (LERSCH, 2003).

Observando o cenário, há um elevado grau de mancha, eflorescência e bolor, por se localizar frente a orla, a ocorrência de umidade e maresia é maior comparado a outras alvenarias que se encontram longe da praia (Imagem 4- Apêndice B), entretanto, mesmo as construções mais distantes do mar sofrem também com infiltrações ocasionando manchas escuras.

Manchas e eflorescências são provocadas pela umidade do ar, instalações hidráulicas mal instaladas e que provocam vazamento através de infiltrações, ambos são observados quando há danificações na estrutura, reboco e alvenaria (VALLE, 2008). Já as infiltrações são problemas decorrentes da alvenaria e estão relacionadas com a incidência de água nos blocos de sua composição, ocasionando manchas produzidas pela umidade, bolor, microrganismos, algas, eflorescências, descolamento, desagregação e mudança de cor, essas ocorrências são geradas devido à absorção capilar superficial de água através condensação.

Dentre os aspectos supracitados, pode-se manifestar as orientações referentes às fachadas e sua relação com os ventos predominantes, arquitetura e métodos técnicos, intensidade e a duração das precipitações na região (BERTOLINI, 2010). As infiltrações necessitam de um processo de descascamento do revestimento e reaplicação prévia impermeabilizantes à massa (LAURIMAR, 2003).

### **4.3. Corrosão**

Dentre as patologias envolvidas, a corrosão, foi identificada com mais frequência; esta, sofre total influência do ambiente ao entorno do metal como maior agravante. Como o ambiente de estudo é a orla da praia, se ateu ao fator do ambiente ser bastante significativo quando se trata desta patologia. Devido a umidade e presença de sais, além dos portões, grades, esquadrias e diversos metais presentes nas fachadas em estado de corrosão, também foi observado na armadura exposta das construções e as mesmas, com sinais claros do efeito corrosivo (Imagem 5- Apêndice B).

Segundo Santos (2017), a corrosão é classificada como um efeito de natureza química decorrente das reações entre o metal e o ambiente e a deterioração natural do metal, este efeito surge graças à oxidação, onde há perda de elétrons para o ambiente, quando o ambiente é propício a esses efeitos como nas orlas, o processo

é intensificado mais rapidamente. Feliciano et al., (2015) reitera que o ambiente tem grande importância no agravamento da corrosão devido a dois fatores: água e sais, e o ambiente conveniente a formação dos ciclos de molhagem e secagem.

O nível da corrosão geralmente é medido pelo quanto a superfície do aço está danificada, podendo estar no início da deterioração ou com sua superfície completamente removida e com cavidades presentes. O grau de penetração da corrosão no aço em todo seu diâmetro, se faz importante para a análise de agravamento da estrutura, uma armadura com alto grau de corrosão tanto na superfície como em todo seu diâmetro torna-se perigoso para estrutura e seus moradores (TAVARES, 2006).

O aço por sua vez, é o grande responsável por resistir aos esforços de tração, a corrosão destrói por meios químicos estruturas em aço, perdendo suas propriedades mecânicas e diminuindo a resistência. Portanto, a corrosão danifica a resistência inicial do aço projetado, passando ao cimento o trabalho de suportar a tração, afetando estruturalmente a obra, sobrecarregar a estrutura de concreto e prejuízos de reforma (PEREIRA, 2015).

Portanto, para recuperação e controle dos efeitos causados pela patologia, recomenda-se total substituição do material, em função do nível de corrosão que se encontram (Imagem 6- Apêndice B). Aconselha-se a retirada da parte mais afetada e, posteriormente, a aplicação de tintas anticorrosivas ao longo da extensão da área, dependendo da gravidade em que se encontra, o linchamento e o reforço de pintura é suficiente.

A patologia se encontra nas fachadas frente ao mar, recebendo diretamente ações do ambiente marítimo e sofrendo com a umidade, dentre os locais visitados, em sua maioria, havia a necessidade de um aspecto visual divergente, já que, por ser um ponto turístico, essas casas são atrações de veraneio e aluguel.

Devido ao reparo fundamental no metal das grades, portões e derivados, tem-se a necessidade de analisar o comprometimento do material, caso parte apresentar corrosão, efetua-se a limpeza e aplicação de tinta protetora anticorrosiva, caso todo material apresente-se prejudicado, a substituição total do material é necessária, seja com a aplicação de tinta protetora ou substituição por aço inoxidável ou galvanizado (MASHNI, 2020).

Segundo Olivari (2003), as armaduras de concreto, quando expostas ao ambiente podem sofrer com os efeitos da patologia, a exposição da armadura é

originada pela insuficiência de cobrimento do concreto, contato com sais e água, utilização de cimento de má qualidade, tempo de cura incorreto do concreto ou proporção incorreta, falhas de execução ou negligência sobre as normas construtivas. No caso da corrosão em armadura exposta é necessário reparar duas patologias: corrosão e a exposição.

Caso a parte perdida da barra para oxidação for inferior a 10% (Imagem 7- Apêndice B), aconselha-se uma limpeza da barra e retirada do concreto para aplicação da tinta anticorrosiva, em seguida, o preenchimento com o concreto e diagnóstico sobre a origem das fissuras e trincas que expuseram a armadura, porém, em seções de barras prejudicadas acima de 10% sugere-se a retirada da parte danificada para a substituição (FELICIANO et al., 2015).

O revestimento de tinta é um facilitador no controle da corrosão, já que impede o contato com o Oxigênio e sais, neutralizando as reações de oxidação, tratando-se das armaduras expostas é essencial a prevenção através do cobrimento do concreto. A tinta anticorrosiva, popularmente conhecida como convertedora de ferrugem, é utilizada após a limpeza com escova de aço (Imagem 8- Apêndice B), conseqüentemente, protege o material de possíveis danos.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por conseguinte, tal projeto analisou diversas patologias encontradas nas fachadas da orla de Guriri-ES, muitas, causadas pela falta de manutenção, conservação, má execução e por fatores externos do ambiente. A ocorrência de manifestações patológicas somada com a falta de manutenção para conservação das edificações pode gerar incômodos e riscos para a segurança dos usuários, podendo interferir na utilização do imóvel.

Das patologias apresentadas, a maior parte encontrada refere-se à corrosão nos metais das fachadas e, por meio de trincas e fissuras, na ferragem estrutural, sendo algumas em estágio avançado. O dano estrutural pode se agravar ainda mais se a ferragem exposta e prejudicada não for tratada adequadamente com produtos específicos e mão de obra qualificada para este problema.

Destarte, é evidente que a falta de manutenção das fachadas no litoral de São Mateus acarretará ainda mais na ocorrência deste tipo de patologia, e caso não haja tratamento precoce e prevenção, desde seu estágio inicial, diversas edificações ficarão inabitáveis por risco das estruturas. A impermeabilização correta poderá

somar vida útil à edificação, preservando-a da principal causadora de corrosão, a névoa salina proveniente do mar.

Em conclusão, esta pesquisa exploratória e descritiva não tem como propósito apresentar culpados, mas, realizar a catalogação de manifestações patológicas com finalidade acadêmica. Para isso se faz necessário uma análise mais detalhada com técnicas, ensaios e diagnósticos mais precisos, a fim de identificar e propor soluções práticas para moradores do litoral que constantemente sofrem com queixas a respeito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13755: Revestimento cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais: Desempenho: Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BERTOLINI, L. **Materiais de Construção: patologia, reabilitação, prevenção;** tradução Leda Maria Marques Dias Beck. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BREVIDELLI, M. M.; DOMENICO, E. B. **Guia prático para docentes e alunos da área da saúde.** 2ª edição. São Paulo; 2008.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. Projeto e execução de revestimento cerâmico. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. p.104.

CAPELLO, A. *et al.* **Patologia das fundações.** 2010. 115f. Faculdade Anhanguera de Jundiá, Jundiá, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/54137409/PATOLOGIA-DE-FUNDACOES-TCC>>. Acesso em: 14 set 2021.

CARASEK, H. Argamassas. In: **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** ISAIA, G.C. (Organizador/Editor). São Paulo: IBRACON, 2007.

CARDOSO, R. **Alvenaria Estrutural Protendida: princípios e aplicação.**

CARVALHO, I. C.; PICANÇO, M. S.; MACEDO A. N. **Identificação de patologias em fachadas e metodologia de análise: estudos de casos na Universidade Federal do Pará.** REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 2014.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas.** Especialização Materiais, Reabilitação e Sustentabilidade da Construção, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2009.

COSTA, P. L. A. **Patologias do processo executivo de revestimentos de fachada de edifícios.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013

Escola de Engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96302/000914990.pdf?sequence=1>> Acesso em: 12 nov. 2021.

FELICIANO, F. F.; LETA, F. R.; MAINIER, F. B.; **Texture digital analysis for corrosion monitoring.** Corrosion Science, v.93, p 138–147, 2015.

FERREIRA, B. B. D. **Tipificação de patologias em revestimentos argamassados**. Engenharia Civil, UFMG, 2010.

FIGUEIREDO JUNIOR, G. J. **Patologias em revestimentos de fachadas-diagnóstico, prevenção e causas: Diagnóstico; prevenção e causas**. 2017.

FLORÊNCIO, F. D.C; NOGUEIRA, N. A.S; NETO, M. L. Q. **Manifestações Patológicas em Fachadas: Comparativo entre Edificações Litorâneas e Não Litorâneas**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, RN, 2016.

FONSECA, G. C. A; CARMO, M. S.; TAVARES, R. F.. **Estudo de viabilidade para mecanização das etapas de chapisco, emboço e reboco na construção civil**. Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares, MG, 2011.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. UFRJ, 2015.

GRANATO, J. E. **Patologia das construções**. Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadadasconstrucoes2002.pdf>> Acesso em 25 de set 2021.

HELENE, P. R. L. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

LAURIMAR, T. **O que fazer com as infiltrações na sua casa**. Disponível em: <<https://goo.gl/CxXu3Q>>. Acesso em: 06 de out de 2021.

LERSCH, I. M. **"Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre"**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003

MASHNI, M. M.; VIEIRA, V. H. **Levantamento e diagnóstico das manifestações patológicas em edificações na orla litorânea de Laguna/SC**. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, 2020.

MORESI, E. **Metodologia da pesquisa**. Universidade Católica de Brasília, 2003.

NORMA DNIT 080/2006 – ES. **Preparação de superfícies de concreto: apicoamento e jateamentos – Especificação de Serviço**. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/normas/download/DNIT0802006ES.pdf>. Acesso em: 01 out 2021.

OLIVARI, G. Patologia em edificações. São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, V.C et al. **Os fenômenos de pré-danos nas fachadas dos edifícios - conceituação e aplicação**. Congresso Brasileiro de Patologia das Construções, CBPAT, 2016.

PEREIRA, T. R. **Corrosão Em Armaduras De Concreto**. 2015.

RAMOS, L. A.; ANASTÁCIO, M. D. **Estudo das manifestações patológicas apresentadas em estrutura de concreto próxima ao mar**. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, 2020.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, p. 76-97, 2006.

ROCHA, T. V. et al. **Manifestações patológicas em revestimentos de fachada: estudo de caso-reitoria da UFERSA/RN**. UFERSA, Mosoró, RN, 2018.

SANTOS, M. J. B. O. **Catologação de patologias em fachadas de edifícios residenciais de Brasília**. Estruturas e Construção Civil Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de tecnologia Universidade de Brasília, 2017.

SILVA A. P., JONOV C.M.P. **Curso de especialização em construção civil**. Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais, 2016. Disponível em: <[http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest\\_%20Pat\\_2016.pdf](http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf)>. Acesso em: 17 set 2021.

SILVA, M. N. B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada: aplicação ao caso de Brasília/DF**. Estruturas e Construção Civil, Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília, 2014.

SILVA, M. N. B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada: aplicação ao caso de Brasília/DF**. 2016.

SILVA, S. A.; OLIVEIRA, F. M. C.; SOUZA, J. C. **Patologias em placas pétreas de revestimentos externos na região litorânea do Recife**, Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

SINDUSCONSP. **Desplacamento cerâmico é problema setorial e requer mobilização da cadeia produtiva**. 2016. Disponível em: Acesso em 29 out. 2021.

TAVARES, L. M. et al. **Estudo do processo de corrosão por íons cloreto no concreto armado utilizando armaduras comuns e galvanizadas**. 2006.

TERRA, R. C. **Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas das edificações da cidade de Pelotas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

THOMAZ, É. **Trincas em Edifícios – causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, 1989.

VALLE, J. B. S. **Patologia das alvenarias**. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VIEIRA, M. K. A. **Análise patológica e de reparos das fachadas de um edifício histórico na cidade de Pombal–PB**. Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 2020.

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS**. 2016.

## **APÊNDICE A-RELATÓRIO FOTOGRÁFICO**

<b>RELATÓRIO FOTOGRÁFICO</b>		DOCUMENTO:
		REVISÃO:
		Nº RELATÓRIO:
CLIENTE:	PROJETO:	CONVOCAÇÃO:
FÁBRICA:	ENDEREÇO:	CIDADE:
DATA INSPEÇÃO:	PRODUTO / EQUIPAMENTO:	
INSPEÇÃO:	EMPRESA:	CNPJ:
SETOR:	EMAIL:	
COMERCIAL:	CONTATO PESSOAL:	SITE:

### 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Alvenaria de fachada com rachadura e risco de queda



Viga com ferragem exposta e deslocamento



Mancha, efflorescência e bolor na alvenaria



Fissura e trinca em pilar originado na viga



Fachada em degradação avançada



Viga em estado corrosivo o ocasionando deslocamento



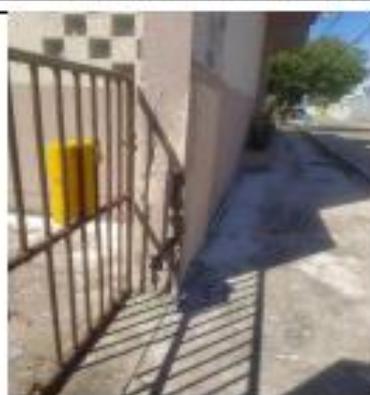
Deslocamento e corrosão



Mancha e fissura na fachada do edifício



Viga com infiltração, mancha, fissura e corrosão



Corrosão de pilar com deslocamento



Rachadura com mais de 1cm



Deslocamento com ferragem exposta

## 2. OBSERVAÇÕES

Todas as fotografias foram feitas em locais frente a orla de Guriri, a qual sofre diretamente com a maresia presente

## APÊNDICE B- FOTOGRAFIAS

Imagem 1: Fissura em viga



Imagem 2: Fissura em alvenaria de fachada



Imagem 3: Alvenaria de fachada com manchas e infiltração



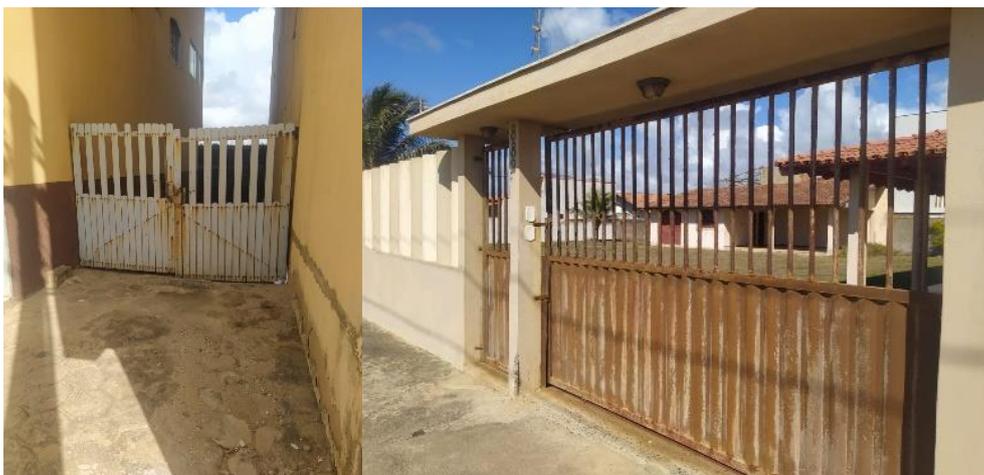
Imagem 4: Alvenaria de fachada com manchas e infiltração



Imagem 5: Grade em estado de corrosão



Imagem 6: Portão da fachada em estado de corrosão



# GERENCIAMENTO DE OBRAS DE LOTEAMENTO DE ACESSO CONTROLADO: UM ESTUDO DE CASO EM SÃO MATEUS/ES

Maikel Langkamer de Souza<sup>1</sup>, Patrick Abelio Fuzaro<sup>1</sup>, Soraia Bozi Dias dos Santos<sup>1</sup>, Beverson Beltrame Reis<sup>2</sup>

1 – Acadêmico do curso de Engenharia Civil

2 – Engenheiro Civil Especialista – Professor Multivix – São Mateus

## RESUMO

A execução de obras é uma área da Engenharia Civil que demanda estratégia e planejamento eficiente para que flua de forma coordenada. Se tratando de obra de loteamento, essa estruturação do cronograma físico eficaz é de extrema importância, visto que, se trata de um canteiro de obras com execução de diversos tipos de estruturas. E no loteamento estudado (de acesso controlado), outras obras prediais também são acrescentadas, sendo necessário uma gestão mais minuciosa. Com o intuito de entender qual é a melhor forma de estruturar um cronograma físico de obra ideal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com temas de execução e gestão de obras e uma entrevista com o gestor e responsável pela obra do loteamento Reserva Jardim, em São Mateus, Estado do Espírito Santo, implementada pela Soma Urbanismo. Foi possível identificar que elaboram um cronograma de forma macro, pois muitas obras são terceirizadas. Analisando os entraves evidenciados e o que a literatura propõe, um dos problemas seria mitigado através de um cronograma mais detalhado. A utilização de software alinhado a metodologia BIM, já praticada pelo setor de projetos da empresa, seria um importante aliado no planejamento e acompanhamento da obra, mais precisamente o software *Navisworks*.

Palavras Chave: Cronograma físico, Obras de Loteamento e Execução de obras

## ABSTRACT

The execution of works is an area of Civil Engineering that demands efficient strategy and planning so that it flows in a coordinated way. In the case of subdivision work, this structuring of the effective physical schedule is extremely important, since it is a construction site with the execution of different types of structures. And in the subdivision studied (with controlled access), other building works are also added, requiring more detailed management. In order to understand the best way to structure an ideal physical schedule of work, a bibliographic research was carried out, with themes of execution and management of works and an interview with the manager and responsible for the work of the Reserva Jardim subdivision, in São Mateus, State of Espírito Santo, implemented by Soma Urbanismo. It was possible to identify that they elaborate a schedule in a macro way, since many works are outsourced. Analyzing the obstacles highlighted and what the literature proposes, one of the problems would be mitigated through a more detailed schedule. The use of software aligned with the BIM methodology, already practiced by the company's project sector, would be an important ally in the planning and monitoring of the work, but precisely the *Navisworks* software.

**Keywords:** Physical schedule, Allotment Works and Execution of works

## 1. INTRODUÇÃO

A chegada de grandes polos industriais no Brasil, intensificou o processo de Êxodo Rural, onde pessoas migravam do interior do Nordeste (em principal) (SOUSA, FRENDA E GUSMÃO, 2009), com o objetivo de melhoria de vida, através do trabalho bem remunerado, com isso houve o adensamento das cidades, que por sua vez demandava maior número de moradias, bem como, teoricamente uma infraestrutura e saneamento básico.

Além de problemas sociais, o crescimento desordenado causa problemas ambientais, como por exemplo, aquecimento global, poluição da água dos rios, nascentes, falta de área para escoamento das águas das chuvas, dentre diversas outras. A fim de minimizar esses problemas causados pela expansão urbana desarranjada, o governo federal criou a Lei 6.766/79 (Lei de Parcelamento de solo), que regulariza a utilização do solo, para fins de moradia, comércio, lazer, ou seja, toda área que necessita de equipamentos urbanos como, água, energia, drenagem, transporte, rede telefônica etc.).

No cenário de crescimento urbano, uma solução que vem sendo feita é a construção de loteamentos particulares, onde a construtora solicita uma autorização de implantação do empreendimento, acompanhada por projetos de infraestrutura (drenagem, pavimentação, urbanístico e esgoto) e documentação necessária ao estudo da viabilidade (MORETTI, 1987). Durante a execução de obra de loteamento, muitos entraves podem ocorrer, como por exemplo, a incompatibilização de redes, atraso na entrega dos materiais, chuvas, erros de locação e marcação, encaixes divergentes de um mesmo material, porém de marcas diferentes (SALGADO, 2000). Isso ocorre pois dentro de um mesmo canteiro de obras está acontecendo a execução de vários tipos de estruturas ou infraestrutura ao mesmo tempo.

A construção de loteamentos oferece aos seus usuários, acesso à infraestrutura como rede de distribuição de água tratada, coleta de esgoto, drenagem, equipamentos públicos, calçamento e rede de energia elétrica, proporcionando maior qualidade de vida e área disponibilizada para futuras implantações de serviços/obras públicas como unidades de saúde, creches etc. (BECKER, 2014). No caso dos loteamentos de acesso controlado, são oferecidas estruturas administrativas e físicas, também chamadas de obras verticais como, por exemplo, o fechamento da área loteada através da construção de muros, guarita

para controle de ingressantes ao loteamento, áreas de lazer e em comuns como espaços gourmet, *coworks*, áreas administrativas, clubes aquáticos, dentre vários outros itens que podem ser ofertados pela loteadora e são chamados de acesso restrito, por possuírem guarita com um responsável pela identificação dos visitantes ou moradores do condomínio (VIEIRA, 2019).

Por ser uma obra que engloba todos esses critérios regidos por lei, sendo necessária toda essa infraestrutura e nesse estudo de caso, superestrutura também, quais são os parâmetros que podem ser adotados para a execução de todas essas obras de forma correta e nos prazos estipulados, garantindo o desempenho do loteamento a seus moradores futuros?

Essa pesquisa, tem como objetivo estudar a forma de execução de um loteamento com acesso controlado, com foco no cronograma executivo e organização do canteiro de obras. Para isso, foi feito um estudo de caso no loteamento em execução, denominado “Reserva Jardim” (Imagem 1), da loteadora Soma Urbanismo, na cidade de São Mateus/ES.

Imagem 1 – Obra do loteamento Reserva Jardim



Fonte: Soma Urbanismo, 2021

Para embasamento no tratamento dos dados e para obtenção de maiores informações sobre a temática abordada, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de material disponibilizado como, livros, dissertações, artigos, dentre outros, de autores que dissertaram sobre a estruturação dos loteamentos, desde os principais pontos

na elaboração de um projeto, e com foco mais em textos sobre a execução de obras de loteamentos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PLANEJAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS: FASE INICIAL DE OBRA

Como toda indústria tem seu setor de administração, produção e controle de qualidade, que visam o produto como o adequado a satisfação de seus clientes, o canteiro de obras deve ser visto da mesma forma e o seu produto final a ser considerado é a obra executada. Tendo como característica sua instalação pode ser possivelmente fixa ou provisório (o que acontece na maioria dos casos). Precisa ser planejado, pois nesse local da construção, serão instalados equipamentos, ferramentas, salas (alojamentos, vestiários, restaurante, banheiro, almoxarifados) e a construção que será executada, de acordo com a programação da obra, além de ter que oferecer condições dignas de trabalho a todos os envolvidos (KUMPEL e BORGARELLI, 2017).

O planejamento do canteiro de obras, dará coordenadas de cada etapa da construção, visando o melhor desempenho, movimentação de cargas e armazenamento de materiais. Para tanto, é imprescindível a elaboração de um *layout*, que deve levar em consideração a economia, fluxo progressivo, flexibilidade, integração de todos os setores, uso do espaço cúbico e higiene e segurança do trabalho (ELIAS et al, 1998).

De acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR (Norma Brasileira Regulamentadora) 1367 (1991, p. 11), o canteiro de obras pode ser entendido como “conjunto de áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência”.

Conforme dissertou Naback (2008), para que haja maior produtividade e agilidade na elaboração de um *layout*, as construtoras podem formular uma padronização do canteiro de obras, que deverá ser ajustada conforme a área a ser destinada sua instalação. Primeiro pode ser desenvolvido um *check-list* com todos os ambientes e tamanhos a serem implantados (banheiro, escritório, vestiário etc) de acordo com a quantidade de trabalhadores previstos, desenvolver o cronograma físico da obra, estimar as máximas de estoques, arranjo físico com a localização de

cada objeto, detalhamento das instalações e cronograma de implantação (RECRIAR, 2016).

Entende-se, sob uma visão abrangente, que o planejamento no canteiro de obras é o primeiro passo a ser considerado quando o assunto for: logística, estoque de materiais, ferramentas, maquinários, e segurança dos trabalhadores. Saurin e Formoso (2006, p. 18), explicam que:

O processo de planejamento do canteiro visa a obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, principalmente através da minimização das movimentações de materiais, componentes e mão-de-obra.

O planejamento da logística, dentro da obra, diz respeito à movimentação e estocagem dos materiais, focando a produtividade e mitigando as perdas de tempos que podem ocorrer, obedecendo às características de cada material e processo, também tem o objetivo de reduzir os riscos de acidentes, mesmo que, segundo Bonin (1993), a logística não está relacionada à proteção física, como treinamentos e análises de risco, sendo esse assunto pertencente à segurança no trabalho.

Para que a execução da obra seja de bons resultados finais, o planejamento além de ter que ser feito por profissionais experientes na área, requer tempo. De fato, um bom planejamento está associado a uma minimização considerável de acidentes.

Além da eficiência da execução do produto, a padronização diretamente influencia na segurança do ambiente onde os trabalhadores estão expostos, a fim de haver uma melhora na qualidade dos canteiros no quesito segurança e organização, a NR-18 foi elaborada a fim de suprir esta lacuna que existe na legislação brasileira quanto às instalações do canteiro e das áreas de vivência (FONSECA, 2013, p. 9).

É necessário deixar claro que os acidentes ocorridos no trabalho ou pelo trabalho, não são ocasionados somente pelo layout do canteiro de obras. No entanto, todo e qualquer “gargalo” existente na implantação do mesmo, deve ser analisado e eliminado, a fim de reduzir os empecilhos encontrados na atividade da segurança do trabalho. A falta de qualificação básica dos funcionários para exercer o trabalho não está em questão neste artigo.

A NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança do Trabalho e em Medicina do Trabalho, e a NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na

indústria da construção, são Normas Regulamentadoras que auxiliam na implantação de um sistema de prevenção mais eficaz, principalmente na instalação do canteiro de obras, além de determinar quais os tipos de atividades e as situações que se tornam necessários a adoção do engenheiro de segurança do trabalho (LEONELLI et al, 2019).

## 2.2 GERENCIAMENTO DE OBRAS DE IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTO

O engenheiro civil é o principal profissional responsável por coordenar de forma técnica todas as atividades desenvolvidas no canteiro de obras de forma a garantir o máximo de desempenho, sempre visando a segurança dos envolvidos e a preservação ambiental, ou seja, além de toda responsabilidade técnica de execução da obra, é imprescindível a consciência social e da sustentabilidade (CIMINO, 1987).

Planejar é uma ação essencial para a implantação de qualquer empreendimento, inclusive no canteiro de obras. Para Bernardes (2001), “o planejamento tem se resumido, em geral, à produção de orçamentos e outros documentos referentes às etapas a serem seguidas durante a execução do empreendimento”. Primeiramente, elabora-se um plano inicial, que deve analisar todo o contexto, necessidades e impactos, chamado também de Plano Mestre, que contém as dimensões do projeto, qual sistema de construção a ser adotado, bem como os equipamentos e materiais necessários, prazos e valores estimados e outras considerações específicas de cada projeto (GIAMMUSSO, 1991), porém, pode sofrer alterações.

Para Valeriano (2002) o gerenciamento estratégico e a administração de projetos, são as principais ferramentas de sucesso de uma empresa, mas também é o maior desafio, deve descentralizar a tomada de decisão, afim de ouvir melhor opinião técnica de determinada atividade.

A programação é parte do planejamento, nela deve conter como, onde e quando será desenvolvida cada atividade. Devendo ter a previsão detalhada dos prazos, recursos disponíveis, especificações técnicas, período de análise de evolução da obra, acompanhamento das metas a serem atingidas, tomada de decisão e replanejamento, caso necessário (HIRCHFELD, 1980). Uma má administração, que não tem como finalidade a boa utilização dos recursos disponíveis, sem que se preocupe em seguir a programação proposta, mas que seja

pró ativo a fim de propor melhorias, e não busca a interação entre todas as hierarquias, está fadada ao fracasso (FORMOSO, 1991 apud BERNARDES, 2001). Choma e Choma (2005) falam sobre a importância da interação entre os engenheiros e os empreiteiros dentro do canteiro de obras, pois é parte fundamental para atingir as metas e o planejamento previsto.

O projeto pode ser conceituado como uma representação de objetivos previamente expostos e idealizados, organizados e estruturado de forma que seja possível sua mais fiel execução, possuindo duas fases básicas, sendo elas, a concepção e a construção (CIMINO, 1987), no caso da engenharia, os projetos são desenvolvidos e representados em formas de desenhos, ou plantas e plotados em pranchas, além de serem acompanhados por memoriais descritivos e de cálculos, devem obedecer às Normas Brasileiras. A NBR 5679 (ABNT, 1977) trata da elaboração de Projetos de Obra de Engenharia e Arquitetura e o conceitua da seguinte forma

[...] o trabalho, segundo as determinações de projeto e as normas adequadas, destinado a modificar, adaptar, recuperar ou criar um bem, ou que tenha como resultado qualquer transformação, preservação ou recuperação do ambiente natural.

Segundo Casarotto Filho, Fávero e Castro (1999), as fases de um projeto podem ser definidas como:

- i) anteprojeto preliminar; plano sumário, captar todas as informações necessárias, afim de encontrar a melhor forma de chegar ao objetivo idealizado;
- ii) anteprojeto definitivo; é o estudo de viabilidade, é a escolha de melhores alternativas, principalmente da gestão financeira, ou seja, os custos envolvidos, para tanto é necessário orçamento;
- iii) projeto básico; especificamente de engenharia, é o desenvolvimento da melhor alternativa analisada no anteprojeto, que deve conter todas as características necessárias à aprovação do cliente e dos órgãos públicos que irão aprovar a implantação. Calcula-se que a precisão desses levantamentos é de 15% a 30%;
- iv) projeto executivo; serve para representar a esquematização de todo o projeto de execução e montagem da obra. Deve ser o mais detalhado possível e tecnicamente de fácil entendimento. Pode ocorrer de aumentar o volume de pranchas durante a obra, caso necessário mais detalhamentos e informações.

A obra é a execução de todas as ideias e planejamentos esboçados no projeto, obedecendo as plantas e memoriais descritivos, além dos prazos e todo cronograma, afim de garantir a satisfação do cliente e qualidade do produto final (SILVA, 2016).

A etapa de execução do projeto é onde surgem as maiores dúvidas, porque nem sempre é possível o cumprimento do cronograma e é a fase que mais gera inconsistências entre o real e o planejado. Para que se tenha uma segurança do que realmente foi contrato e a qualidade com que se está executando, é imprescindível um contrato firmado entre as partes, garantindo que não seja exigido algo além do contrato e assegurando que o cliente receba exatamente o que foi contratado (MEIRELLES, 1996).

A construtora deve assegurar um desempenho de segurança e estabilidade da edificação por um período de cinco anos, segundo o artigo 618º do Código Civil (LEI 10.406/2002).

### **2.2.1 Building Information Modeling (BIM), como metodologia de planejamento e gestão de obra**

A execução de um projeto é a etapa da construção civil em que começam as dúvidas com relação ao que foi projetado, isso porque é o momento que se coloca “in loco” todos os elementos dispostos graficamente no projeto, por esse motivo, podem surgir várias dúvidas. Além da preocupação em ter as especificações técnicas dos materiais a serem utilizados na obra, a execução fidedigna do projeto, garante a real entrega ao cliente daquele em que foi adquirido por ele em planta. Sendo possível o cumprimento do contrato feito entre as partes (MEIRELLES, 1996).

Quando se fala em ferramentas digitais de gestão de obras, se pensa primeiramente no computador locado no escritório e o responsável operando os dados de forma a preencher informações solicitadas pelos softwares, mas como foi visto, a gestão de uma obra, mesmo que ela seja projetada na plataforma BIM (*Building Information Modeling*), requer que aconteça uma gestão documental e de ferramenta (BERNARDES, 2001).

Na Engenharia Civil, o BIM é uma metodologia que trata da compatibilização, quantificação de materiais e modelagem digital de estruturas, podendo gerenciar desde o projeto, execução, até a manutenção futura da edificação, proporcionando

agilidade, precisão e eficácia no processo construtivo, monitorando toda a vida útil da construção (JACOSKI, [GRZEBIELUCHAS](#), 2011).

Essa metodologia não se trata de um software específico, mas sim da compatibilização de projetos desenvolvidos em diversos programas que interagem entre si, possibilitando o cruzamento de dados e gerando uma modelagem virtual, compatibilizando as estruturas que compõem aquele projeto em específico, otimizando a tomada de decisões e extração de informações como quantificações de materiais, pessoal necessário e cronogramas físicos, através da plataforma BIM, como explicou Garrido (2012).

No planejamento da obra, um *software* que é bastante utilizado na metodologia BIM é o *Navisworks*, uma vez que possibilita a interação e representação visual e digital dos mais diversos projetos desenvolvidos em programas diferentes e por profissionais de diferentes âmbitos, nos programas 3D da *Autodesck*, sendo possível detectar previamente os erros de compatibilização de redes, estruturas, utilização etc., através da função “Clash detective”, conforme Vieira (2019).

Com o *Navisworks*, o usuário pode simular a execução da estrutura, com cálculo estimado do tempo, da quantidade de materiais que precisarão se encontrar no canteiro de obras em certa data, o que mitiga perdas por desgastes de exposição a intempéries do tempo, maior organização espacial e previne problemas que só seriam identificados no momento da execução (VIEIRA, 2019).

### **3.METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA**

Para obter os dados necessários a atingir o objetivo proposto nessa pesquisa, foi realizada uma entrevista com o responsável técnico da obra do loteamento “Reserva Jardim” e visita ao canteiro de obras, para entender como a Soma Urbanismo esquematiza o canteiro de obras e executa o cronograma físico, além de entender a organização estrutural com os terceirizados atuantes.

Para embasar e salientar todas as conclusões e análises dos dados, foram feitas pesquisas bibliográficas sobre os temas de gerenciamento de obras de infraestrutura, planejamento de obra, cronograma físico de obras de loteamento e canteiro de obras eficiente. Como disse Gil (2002), esse tipo de pesquisa é feito através de material já elaborado por outros autores.

Essa pesquisa exploratória teve como procedimento o estudo de caso, e natureza básica, uma vez que foi estudada a forma de execução de um loteamento em obras, com a finalidade de obter maiores informações sobre a temática, mas sem testar possíveis interferências (SELLTIZ, 1965).

Esse estudo tratou os dados de forma qualitativa, pois tem como principal função entender quais são os principais critérios adotados pela Soma Urbanismo para a execução de um loteamento de acesso controlado, a fim de explicar o porquê da ocorrência de procedimento (GOLDENBERG, 2003).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para ser possível compreender como é executada uma obra de loteamento de acesso controlado, além do estudo bibliográfico, foi realizada uma entrevista com o responsável técnico da obra do loteamento denominado “Reserva Jardim”, pertencente a loteadora Soma Urbanismo. O entrevistado foi o Engenheiro Civil Dário César Soares da Cruz. As perguntas foram pautadas somente na forma de execução desse tipo de obra que compreende a construção e locação de obras de superestruturas como, *cowork*, área Gourmet, quadras, campos, guarita e muro de fechamento, e obras de infraestrutura urbana como, rede de drenagem, água e esgoto, terraplanagem, iluminação pública e pavimentação.

##### **4.1 IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS E CRONOGRAMA FÍSICO**

Conforme dados coletados na eventual entrevista, o engenheiro Dário, explicou que o primeiro passo para a implementação de uma obra de loteamento de acesso controlado, são as devidas aprovações dos projetos e a liberação da área. Após, são solicitadas as ligações de água e energia para as concessionárias locais. E então, são realizados estudos para o melhor posicionamento do canteiro de obras, que compreende a maneira mais eficaz para o processo de gestão da obra, identificando os riscos e parâmetros de produção.

Explicando cada item da implantação do canteiro de obras: (i) Escolha de pontos estratégicos – aqui torna-se necessário a compreensão do que será exposto da edificação e onde ela será implantada, sendo que, compreende-se obras verticais e edificações como termos similares; (ii) Identificação dos parâmetros de Segurança

– a determinação do local que será implantado o canteiro de obra deve ser norteado num posicionamento onde não fique tão longe do administrativo residente do empreendimento, para que quando se pensar em vigilância das unidades de produção, tornando-o economicamente mais viável e não fique tão perto, para que os ruídos provocados pelo sistema de produção não atrapalhem produção da equipe administrativa; (iii) Logística – pensando no tráfego de veículos e equipamentos e transporte de materiais, o canteiro de obra deve ficar posicionado em um local estratégico, onde possa permanecer durante toda a obra e, deve-se ter o cuidado, principalmente com a área de depósito, para que não cruze as áreas de trabalho e fique próximo ao raio de monitoramento de vigilância; (iv) Concessão de Água e Energia – deve-se ter o cuidado de certificar que a entrega da água e energia estejam o mais próximo possível das unidades de escritório e produção.

Com o canteiro de obras devidamente instalado, se inicia o cronograma físico da obra, o responsável técnico, especificou como as equipes da Soma Urbanismo programam essa execução. Parte-se do orçamento disponível, sendo que são determinados todos os tipos de projeto e seus custos, todos os tipos de equipamentos, ferramentas, materiais, quantitativos de pessoas que serão envolvidas, levantamento “in loco”, tipo que estrutura de edificação para apoio às obras, tempo a ser executado o empreendimento para se encontrar um valor de capital estimado, sendo que, o setor financeiro é responsável pelo levantamento do capital disponível para o empreendimento. O fluxo de caixa é outro fator determinante para a elaboração do cronograma físico que está relacionado com o cronograma financeiro, uma vez que, ele quem determinará o valor disponibilizado a cada mês. O tempo de obra é o limitador do custo do empreendimento, onde ele mede, de que forma, quem e quanto dos recursos será aplicado na cronologia da execução.

Fatores externos também são levados em consideração na elaboração do cronograma de obra como, por exemplo, o mercado consumidor que norteia o que se pede de produto (imóvel) em cada região, podendo ter mais ou, menos equipamentos e estruturas, o que implicará no tempo de obra. A demanda comercial determina o quanto de produto (imóvel) deve ser exposto no mercado, também aqui trata-se de como e quanto de matéria prima, secundária e terciária, está disponível no mercado e, onde pode ser encontrado tais recursos para atender o empreendimento. Outro parâmetro é o investidor externo à empresa, quando é o

caso, algum empreendimento utiliza-se deste parâmetro principalmente quando é um empreendimento vultuoso, fazendo incorporações com outros parceiros, tendo a obra que ser programada em parceria com um terceiro, a fim de atender demanda de mercado.

O Reserva Jardim é um loteamento de acesso controlado, sendo sua poligonal limitada por fechamento de muros e acesso através de guarita. Além disso, conta com superestruturas (já acima informadas), por esse motivo, são várias obras sendo executadas ao mesmo tempo e no mesmo espaço. As obras de infraestrutura são executadas por equipes da loteadora Soma Urbanismo e existem obras sendo executadas por terceirizados: edificações das áreas comuns do loteamento, guarita, sistema de água, esgoto, rede elétrica e paisagismo. Algumas frentes de prestação de serviços, conforme Dário César, foram surgindo de acordo com as demandas e crescimento dentro da própria Soma Urbanismo.

Os entraves recorrentes no canteiro de obras, foram identificados pelo gestor Dário, sendo que os grandes causadores são:

- (i) A Comunicação – deve determinar o mínimo possível de canal de comunicação, isso ajuda a diminuir os ruídos de compreensão do que se pede e o que se obtém;
- (ii) Escopo mal definido – engloba desde o tipo de projetos executivos, formas de execução e emprego de materiais se tem no mercado com fácil acesso;
- (iii) Gerenciamento de Risco – tem objetivo de evitar que os erros e falhas cheguem a causar grandes problemas dentro do empreendimento, ele não só tratada da gestão de qualidade nas frentes de execução, mas também do bem estar de todos os envolvidos e a saúde financeira do empreendimento;
- (iv) Incompatibilidade de projetos – a ferramenta que mais se utiliza quando se trata de projetos é o sistema BIM. Onde são feitas as compatibilizações dos projetos evitando assim que os erros sejam os mínimos possíveis levando para o canteiro de obra.

#### **4.1.1 Administração de pessoal**

Para a execução de obras, a empresa conta com profissionais das mais diversas áreas da construção civil, compreendendo serviço braçal, operação de máquinas, administração de equipes, segurança do trabalho, dentre outros. Para ser possível administrar toda a frente de trabalho, o canteiro de obras possui um

escritório “in loco”, além do administrativo / RH (Recursos Humanos) na sede da empresa.

As frentes de trabalhos são sistematizadas da seguinte maneira:

(i) Cronograma de equipes: para cada frente de serviço é estipulado os envolvidos e gestor, e determinado um prazo de entrega dos mesmos ao gestor; (ii) Sistema de equipe: são determinados quem são as equipes de frente da Soma Urbanismo e as equipes executantes dos terceirizados; (iii) Procedimento do serviço: para cada serviço a ser executado existem diretrizes de passo a passo a ser seguido, principalmente observando o que se pede nos projetos; (iv) Prazo – norteador de levantamento, lista de materiais para cada frente de execução e suas respectivas entregas aos gestores de compras. Dentro deste parâmetro também pode ser levantado equipamentos e ferramentas para as frentes de trabalho; (v) Sistema de compra: as terceirizadas fazem os levantamentos de materiais com 60 dias de antecedência e entrega aos gestores de suprimentos e compra da Soma Urbanismo.

Quanto aos terceirizados, a empresa aplica treinamentos para essas empresas, aprimorando as técnicas construtivas e agregando, dessa forma, qualidade desses serviços específicos, além de indicar melhorias de técnicas de execução e equipamentos, como, por exemplo, a execução de meio-fio de concreto extrusado.

#### **4.1.2 Literatura versus ao praticado na obra do loteamento “Reserva Jardim”**

De acordo ao autor Giammusso (1991), para a elaboração de um cronograma é essencial que se tenha um plano mestre, onde serão tratados os detalhes de projeto, contratação, execução, equipamentos, materiais e prazos, ou seja, tudo que diz respeito à implementação da obra. Segundo as informações obtidas através da entrevista com o gestor da obra do loteamento Reserva Jardim, pode-se notar que essa etapa é realizada, sendo que, primeiro é feito todo o detalhamento do projeto, depois o alinhamento de quantitativos e valores pelo setor de suprimentos, conciliado a prazos e entregas pretendidas pela obra, regida pela expectativa de lançamento do setor comercial e contrato com sócios investidores. Vale ressaltar que nessa etapa também é feita a negociação com os terceirizados.

Depois que definidos os projetos executivos, orçamentos e previsão de entrega, segundo Hirchfeld (1980), é o momento de definição de prazo e materiais

de forma mais detalhada, utilização dos recursos financeiros disponíveis, períodos para a verificação do avanço de obra e qual será o prazo para uma verificação de reprogramação da obra, caso necessário. Foi verificado que esse maior detalhamento não é realizado pela Soma Urbanismo, sua administração é feita de forma macro, ou seja, ela monitora a execução da obra feita pelos terceirizados contratados, não sendo necessário esmiuçar o cronograma executivo, mas é feita toda a programação macro de obra e fiscalização de serviço. A falta de materiais no mercado comercial e que constam no projeto foi apontado como um entrave, etapa seria fundamental ao bom funcionamento do cronograma físico da obra. E como explicou Valeriano (2002), o gerenciamento estratégico e a administração dos processos é um fator importante para uma empresa ser bem-sucedida.

Outro ponto identificado no canteiro de obras, foi a interação entre os operatários, administradores, empreiteiros e o engenheiro responsável, e como disseram Choma e Choma (2005), essa troca de informações e questionamentos no processo de execução de obra é de extrema importância para se cumprir prazos e métricas pré-estabelecidas, fazendo com que o cronograma seja executado dentro dos períodos estipulados.

A literatura propõe softwares de cronograma e gestão de obras, o que simplifica o processo administrativo e conseqüentemente, o financeiro da obra. Uma dessas ferramentas é o *Navisworks*, que é compatível com o sistema e softwares utilizado na Soma Urbanismo no setor de projetos, que são pertencentes a metodologia BIM, facilitando sua implementação. Esse processo de cronograma feito por software não é realizado pela empresa.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÕES**

O processo de ocupação do solo pode ser feito de forma ordenada e melhor pensada através de loteamentos planejados, pois a implantação desse tipo de empreendimento segue várias leis e normas, a fim de assegurar a preservação ambiental, menor impacto de vizinhança e bem-estar dos seus usuários.

Esse estudo utilizou a obra do loteamento Reserva Jardim, da Soma Urbanismo, como campo de estudo. Esse loteamento possui característica de acesso controlado, ou seja, fechamento por muros e acesso através de guarita. Além disso, foi comercializado aos futuros moradores, estruturas de uso comum

como, quadras, *coworks*, área de lazer, dentre outras, implicando maior número e tipos de obras concentradas num mesmo espaço, superestruturas e infraestruturas, por vezes, acontecendo ao mesmo tempo.

Os projetos da Soma Urbanismo são feitos dentro da metodologia BIM, a compatibilização das redes é feita de forma mais precisa, mitigando a possível ocorrência de ter duas tubulações de redes diferentes locadas no mesmo local no projeto, sendo que, quando for executar é inaplicável, tendo que recalcular todo o trecho. Porém, tem incompatibilidades que ocorrem como, por exemplo, tubulação de água fria passando por elementos estruturais, sendo necessário sua realocação nas obras verticais, pois compatibilização no BIM, feita no escritório da empresa, é somente nos projetos de infraestrutura urbana, não contemplando as obras verticais.

Outros entraves foram apontados pelo gestor da obra, como, falha na comunicação, materiais especificados em projeto que são obsoletos e segurança do trabalho. No plano inicial são idealizadas e mapeadas as atividades de compra de materiais e equipamentos, como foi apontado pelo engenheiro que não são realizados os detalhamentos dos itens, essa etapa não é cumprida, o que pode justificar esses problemas com materiais obsoletos, pois seriam identificados antes do início da obra.

De acordo ao estudo realizado na obra do loteamento Reserva Jardim, grande parte de um cronograma ideal é feito pela empresa. O nível de detalhamento por item não é feito, visto que o contrato de terceiros é firmado a execução de uma estrutura macro e tendo como base de preço global. Pelo estudado na literatura, a etapa de planejamento que engloba o detalhamento por item é ideal para que não haja problemas na compra de materiais durante a execução da obra, mitigando esse impacto na execução do cronograma.

A gestão do canteiro de obras, bem como, do pessoal da obra é feita de forma organizada e com estratégia, contribuindo para um fluxo de materiais de forma eficiente.

A empresa elabora um cronograma macro que se mostra eficaz à forma de execução através de terceirizados e internos. Uma evolução que pode ocorrer é a utilização do software *Navisworks* como ferramenta de elaboração de cronograma e gestão de obras, uma vez que a empresa já possui licença cadastrada para utilização de software que integram a metodologia BIM.

Portanto, através da literatura, conclui-se que o cronograma ideal é composto por um plano inicial, seguido do detalhamento de materiais e serviços, período pré-estabelecido de análise de evolução da obra e remanejamento de atividades previstas, caso necessário. A análise da forma de ordenamento da execução da obra no loteamento em estudo, é ideal à flexibilização, ou anulação de etapas para que haja uma aceleração no processo, porém, evoluir o processo já realizado é uma melhoria que pode ocorrer, e a utilização de softwares pode agregar ao processo já realizado.

Para projetos futuros, propõem-se a execução de um cronograma físico no *Navisworks*, apontando as facilidades e dificuldades de implantação do software.

## 6.REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5679**: Elaboração de projetos de obras de engenharia e arquitetura. Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1367**: Áreas de vivência em canteiros de obras, 1991.

BECKER, B. **O processo de Loteamento como mecanismo da regularização fundiária**. 2014. Disponível em: <<https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:redede.virtual.bibliotecas:artigo.revista:2008;1000820549>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. 2001. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Planejamento-Controle-Produ%C3%A7%C3%A3o-Empresas-Constru%C3%A7%C3%A3o/dp/8521613733>>. Acesso em: 10 de abr. 2021.

BONIN, L.C.; et al. **Manual de referência técnica para estruturas de concreto armado convencionais**. Sinduscon/RS: Programa de qualidade e produtividade na construção civil/RS,1993.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 1979. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-6766-19-dezembro-1979-366130-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

BRASIL. Lei Nº 10406, de 10 de janeiro de 2002. **Institui o Código Civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <<https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=85985>>. Acesso em 10 de set. 2021.

CASAROTTO, N.; FÁVERO, J. S.; CASTRO, J. E. E. **Gerência de Projetos: engenharia simultânea**. São Paulo: São Paulo. 1999. p. 170.

CHOMA, A. A.; CHOMA, A. C. **Como Gerenciar Contratos com Empreiteiros**. São Paulo: PINI, 2005. 95 p.

CIMINO, J. R. **Planejamento e execução de obra**. 1ª ed. São Paulo: Ed. Pini Ltda. São Paulo. 1987. p. 165.

ELIAS, S.J.B.; SILVA, R.R.T. da; LEITE, M.O.; ARAÚJO FILHO, C.F. de. **Procedimento de distribuição de argamassa em obras verticais**: sistema de

previsão de entrega - estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Anais do VII ENTAC. Florianópolis: ANTAC, 1998. p. 715-721.

FONSECA, A. L. **Estudo de instalação, organização e manutenção em canteiro de obras**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013.

GARRIDO, C, M. **Aplicação do controle de ritmo de produção e indicadores na gestão da produção em uma obra de edificação**. Trabalho de Conclusão de curso. Departamento Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2012.

GIAMMUSSO, S. E. **Orçamento e custos na construção civil**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1991. 181 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDENBERG, P.; MARSIGLIA, R. M. G.; GOMES, M. H. A. **O clássico e o novo: tendências, objetos e abordagens em ciências sociais e saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. p.117

HIRSCHFELD, H. **Planejamento com PER-CPM e análise do desempenho: método manual por computadores eletrônicos aplicados a todos os fins - construções civis**. São Paulo: Atlas, 1980. 381p.

JACOSKI, C. A.; GRZEBIELUCHAS, T. **Modelagem na contratação de projetos utilizando os conceitos de BPM - gerenciamento de processos de negócio**. 2011. Disponível em <[https://labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/ENTAC2002\\_jacoski.pdf](https://labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/ENTAC2002_jacoski.pdf)> Acesso em 5 de mai. 2021.

KÜMPEL, V. F.; BORGARELLI, B. A. **Condomínio de lotes: regime jurídico e aspectos registrais**. 2017. Disponível em: <<https://www.migalhas.com.br/coluna/registralhas/269493/condominio-de-lotes--regime-juridico-e-aspectos-registrais>>. Acesso em: 25 de abr. 2021.

LEONELLI, G.; MEDEIROS, L.; MARINHO, M. **Cardápio Legislativo: Opções e contradições da regulação urbana na produção de lotes nas capitais brasileiras**. Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. V. 17, n. 2, p. 60-75, 17 set. 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/risco/article/view/157642>>. Acesso em: 22 de mar. 2021.

MEIRELLES, H. L. **Direito Administrativo Brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1996.

MORETTI, R. S. **Loteamentos: Manual de recomendações para elaboração de projeto**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1987.

NABACK, G. L. S. **Planejamento de canteiro de obras**. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Minas Gerais: Poços de Caldas. 2008. 30p.

RECRIAR. **Morar em condomínio fechado tem suas vantagens**. Recriar. 2016. Disponível em: <<https://www.recriarimoveis.com.br/blog/tag/condominio/>>. Acesso em: 10 de mar. 2021.

SALGADO, E. C. O. **O Loteamento Residencial Fechado no Quadro das Transformações da Metrópole de São Paulo**. São Paulo: USP, 2000.

SAURIN, Tarciso Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos: recomendações técnicas**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. 112p.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.

SILVA, C. A. S. **O direito de propriedade sob o prisma da Constituição Federal de 1988. 2016.** Disponível em: <[http://site.fenord.edu.br/revistaagua/revista2012/textos/artigo\\_05.pdf](http://site.fenord.edu.br/revistaagua/revista2012/textos/artigo_05.pdf)>. Acesso em: 02 de mai. 2021.

SOMA URBANISMO. **Encontre o Soma certo para você.** 2021. Disponível em: <<https://www.somaurbanismo.com.br/loteamentos/>>. Acesso em: 01 de jun. 2021.

SOUSA, G. S.; FRENDA, P.; GUSMÃO, T. C. **EJA: Educação de jovens e adultos.** 2. ed. São Paulo, 2009.

VALERIANO, D. L. **Gerenciamento estratégico e Administração por projetos.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

VIEIRA, M. I. S. **A Evolução do Direito Condominial Brasileiro.** 2019. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/78057/a-evolucao-do-direito-condominial-brasileiro>>. Acesso em: 05 de mar. 2021.

# APLICAÇÃO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO COMO AUXÍLIO NA DRENAGEM URBANA

Juliana Lopes Martins<sup>1</sup>; Mayko Marily Sartorio<sup>1</sup>; Yasmim Priscilla de Souza<sup>1</sup>; Karina Zanetti<sup>2</sup>;

1- Acadêmicos do Curso de Engenharia Civil.

2- Engenheira Civil, Especialista em Gestão de Recursos Hídricos – Docente, Multivix – São Mateus.

## RESUMO

Com a evolução da construção civil e o desenvolvimento dos centros urbanos o solo vem se tornando cada vez mais ocupado por construções, o que limita as áreas permeáveis gerando problemáticas relacionadas ao escoamento das águas. Tornou-se importante a busca por pavimentos alternativos que pudessem auxiliar na drenagem possibilitando a redução da percolação e evitando alagamentos. Este artigo tem como objetivo a realização do teste ASTM C1701 que mede o coeficiente de permeabilidade do pavimento intertravado, possibilitando a análise dos resultados e o esclarecimento da hipótese relacionados à eficiência drenante deste pavimento de concreto. A partir dos resultados obtidos foi possível analisar a eficiência do pavimento e quais ações a serem tomadas para que o mesmo auxilie na infiltração da água no solo.

**Palavras Chave:** Pavimentação. Intertravamento. Drenagem. Permeabilidade.

## ABSTRACT

With the evolution of civil construction and the development of urban centers, the soil has become increasingly occupied by buildings, which limits permeable areas, generating problems related to the flow of water. It became important to search for alternative pavements that could assist in drainage, allowing the reduction of percolation and avoiding flooding. This article aims to perform the ASTM C1701 test that measures the permeability coefficient of the interlocking pavement, enabling the analysis of the results and the clarification of the hypothesis related to the drainage efficiency of this concrete pavement. From the results obtained, it was possible to analyze the efficiency of the pavement and what actions to be taken so that it helps in the infiltration of water into the soil.

**Keywords:** Paving. Interlock. Drainage. Permeability.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo presente neste trabalho é focado na realização do ensaio de medição da permeabilidade do pavimento intertravado já assentada em vários pontos na cidade de São Mateus – ES. A pavimentação intertravada se caracteriza como uma técnica onde os componentes da estrutura são formados por camadas, sendo elas de base (há possibilidades de haver sub-base) e a de revestimento. É formada por blocos pré-moldados de concreto intertravados por contenções laterais e alocadas acima do assentamento. Nos encontros existentes entre os mesmos há preenchimento com material rejuntante. (NBR 15953 da ABNT, 2011). Esse tipo de pavimento permite que as águas sigam o seu fluxo natural resolvendo uma grande problemática existente nos centros urbanos, onde geralmente o solo é impermeável propiciando a ocorrência enchentes e deterioração das vias, prejudicando a qualidade de vida da população. Desta maneira, este ensaio será utilizado para comprovar a empregabilidade do pavimento no auxílio da drenagem urbana.

Há uma busca crescente por materiais que possam servir como auxílio a essa problemática sem perder a eficiência, como exemplo o pavimento intertravado de concreto. Marchioni e Silva (ABCP, 2011) descrevem que essa forma de pavimentação é indicada como auxílio na drenagem da precipitação por oferecer permeabilidade.

A proposta de emprego desse pavimento pode se tornar uma alternativa interessante que traga resultados satisfatórios, mostrando o quão importante é conhecer a permeabilidade para a sua aplicação, visando diminuir a problemática envolvendo o solo que foi impermeabilizado.

Marchioni e Silva (2011) citado por Martins (2014) diz que há várias vantagens ligadas à aplicação das peças intertravadas, como a possibilidade de contenção de gastos na iluminação pública, já que tem o potencial de aumentar o refletir da luminosidade em até 30% com base em outras formas de pavimentação. Outro benefício é a manutenção, já que há facilidade na instalação e é possível que apenas o bloco defeituoso seja removido, havendo uma vantagem quando comparada a outras formas de pavimentação, devido ao reparo pontual, gerando ganho no tempo da obra, evitando o desperdício de material e ampliando a produtividade.

Sendo assim, esta pesquisa tem como finalidade comparar e analisar informações envolvendo o coeficiente permeável do bloco e a probabilidade de a aplicação desse material tornar-se uma alternativa para pavimentação local, oferecendo auxílio ao escoamento das águas sem que a área perca a funcionalidade. O projeto terá como foco de estudo 4 locais no município de São Mateus - ES identificados na tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Locais de teste dos pavimentos

<b>Pavimento I</b>	<b>Avenida Esbertalina Barbosa Damiani, bairro Guriri, São Mateus – ES tendo como pavimento o bloco retangular em espinha-de-peixe assim como o pavimento II porém este usado em uma avenida principal.</b>
<b>Pavimento II</b>	Rua sem novo próximo a coordenada -18,7137120, -39,8315710, Loteamento Burity II, Bairro Aviação, São Mateus – ES tendo como tipo o bloco retangular em espinha-de-peixe pavimento este dentro de um loteamento visado para baixo tráfego.
<b>Pavimento III</b>	Avenida Oceano Atlântico (Calçadão de Guriri), Bairro Guriri, São Mateus – ES tendo como tipo de pavimento o retangular em fileira porém este sendo um dos mais recentes e apenas destinado a tráfego de pedestres.
<b>Pavimento IV</b>	Avenida Esbertalina Barbosa Damiani, bairro Guriri, São Mateus – ES tendo como pavimento o bloco sextavado, muito usado em vias de tráfego leve.

Fonte: Produzido pelo autor

Os questionamentos que buscam ser respondidos ao final deste projeto são as possibilidades de o pavimento do tipo intertravado ser realmente uma alternativa atrativa que traga bons resultados à problemática da drenagem urbana, mostrando a sua eficiência no quesito permeabilidade no local estudado. Esclarecendo os efeitos do estudo, visando provar se as respostas obtidas serão realmente satisfatórias ao optar-se por esse modelo de pavimentação. Sendo assim, a pesquisa tem como enfoque responder o seguinte questionamento: O bloco intertravado de concreto, em seus variados tipos, é realmente uma opção adequada que beneficie a zona de aplicação, melhorando a drenagem?

Através da problemática apresentada, tem-se por objetivo a realização de estudos e testes de eficiência permeável do pavimento intertravado nas áreas urbanizadas, visando aumentar as zonas infiltráveis e diminuir o escoamento superficial. Influenciando a drenagem local, trazendo benefícios e sendo um modelo de pavimentação ecológico e eficaz.

Tem-se a finalidade de avaliar o coeficiente permeável do pavimento intertravado com a utilização do método ASTM C1701, apresentando suas características técnicas e informações relacionadas. Verificando se essa forma de pavimentação apresenta funcionalidade drenante ao local de assentamento e fazendo a comparação da drenagem entre diferentes tipos de blocos de concreto.

Por ser apresentado como uma pavimentação permeável, acredita-se que há aumento na drenagem e auxílio no abastecimento do lençol freático, sendo uma possível solução para problemas pré-existentes e trazendo melhora a vida nas cidades. Os locais escolhidos para os estudos foram identificados na tabela 1 e escolhidos de forma que anteriormente ao processo de execução o solo era permeável. Ao final das realizações dos testes feitos a partir do método proposto nesse projeto, poderão ser respondidos os questionamentos levantados a respeito da permeabilidade desse pavimento e seu possível auxílio à drenagem.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 HISTÓRICO**

Mesmo que a pavimentação intertravada seja tratada como uma tecnologia consideravelmente nova, quando associada à história dos pavimentos, que teve bastante desenvolvimento no século XX, essa ideia é bem antiga, anterior ao império romano (VAKS, 2018).

Conforme Hallack (2001), essa pavimentação foi idealizada nos Países Baixos, no final dos anos 40. É formado por blocos de concreto; veio para suceder os tijolos compostos por barro. Com o fim da segunda grande guerra, a reconstrução do continente europeu serviu de incentivo para a troca das peças feitas com argila pelos blocos de concreto. Essa técnica chegou ao Brasil na década de 70, mas a inexistência de critérios definidos, prejudicou a implantação e execução do material, e como consequência o uso dos blocos foi desacreditado como um bom material para compor a pavimentação do país.

### **2.2 IMPERMEABILIZAÇÃO E DRENAGEM DO SOLO**

Uma das problemáticas envolvendo os centros urbanos foi causada pelo processo crescente de urbanização no século XX, que se seguiu até a atualidade. Esse processo acarreta a impermeabilização de grandes áreas, e acaba

favorecendo o aumento do escoamento superficial, tornando os sistemas drenantes ineficazes, tendo como consequência grandes enchentes (MOURA, 2005).

O crescimento desenfreado das cidades, gerou impactos à população e ao meio ambiente. Uma das maiores consequências é a impermeabilidade das cidades devido as vias e construções (MULLER, 2017). Para Larentis (2017) quando o solo se torna impermeável causa a diminuição da infiltração das águas pluviais, e gera consequentemente o aumento do escoamento das águas.

Segundo Acioli (2005), atualmente existem técnicas para auxiliar no gerenciamento da drenagem urbana, prevendo que a infiltração das águas seja feita com a contribuição de mecanismos de controle. Esses mecanismos servem para recuperar a aptidão natural do solo conter a água que foi reduzida por consequência da urbanização. Com a mudança do escoamento de áreas impermeáveis para esses mecanismos, o solo recupera a sua capacidade drenante anterior a impermeabilização.

Com aplicação do bloco na pavimentação externa, há a detenção do volume das águas pluviais auxiliando na drenagem do local (ARAÚJO J. et al., 2018).

### 2.3 PAVIMENTO INTERTRAVADO

A estrutura que compõe o pavimento de blocos intertravados é aquela formada pela base (podendo existir sub-base), sucedida pela camada do revestimento, composta pelos blocos alocadas sobre o assentamento, onde, entre os encontros das peças, há a presença do material rejuntante e o travamento é fornecido pela contenção lateral NBR 15953 da ABNT (2011).

A NBR 16416 da ABNT (2015, p. 2) expõe que "Pavimento permeável pode ser definido como aquele que atende simultaneamente às solicitações de esforços mecânicos e condições de rolamento e cuja estrutura permite a percolação e/ou acúmulo temporário de água, diminuindo o escoamento superficial, sem causar dano à sua estrutura."

Essa forma de pavimentação consegue diminuir o escoamento em até 100% conforme quantidade de chuva e possibilita o atraso do encontro da água com o subleito, causando uma redução na erosão. A base granular existente filtra a precipitação, prevenindo possíveis contaminações do solo. Há a possibilidade de aplicação em ambientes diversos como estacionamentos, calçadas, ruas de trânsito leve (PORTLAND, 2010).

Para Godinho (2009) dentro dos inúmeros benefícios oferecidos pelos pavimentos intertravados está a fácil execução. Não é necessário um trabalhador especializado e não é preciso maquinário complexo. Permite também utilizar sinalização horizontal, oferecendo capacidade estrutural e agregando valor paisagístico, além da alternativa do uso imediato após executado, reparo e acesso fácil às instalações de serviços subterrâneos.

## 2.4 ESTRUTURA

A geometria dos blocos é planejada para possibilitar que haja uma alta transferência de peso entre a carga que o pavimento recebe e o grupo de peças, feita por intervenção do intertravamento, onde atua o alívio do carregamento propagado ao subleito e os níveis da pavimentação (MACIEL, 2007).

Segundo Godinho (2009) pode ser dito que a função básica dos pavimentos é espalhar as cargas concentradas, a fim de oferecer proteção ao subleito, fazendo com que não seja ultrapassado a resistência de carga suportado pelo bloco. Maciel (2007) simplifica a aplicação da pavimentação intertravada, dizendo que, requer somente que a peça seja assentada na camada composta por areia grossa, compactada e ocupando as juntas preenchidas de areia fina, compactar novamente. Para o intertravamento é indispensável a presença das contenções laterais.

Como referido por Maciel (2007) o pavimento é composto basicamente pelas camadas de:

- Subleito: Fundação, onde ocorre a terraplanagem. Recebe uma camada de maior resistência quando é necessário que haja reforço.
- Sub-base: Complemento da base, quando não é viável técnico economicamente construir a base acima da regularização.
- Base: Estruturalmente, é a camada mais importante. Suporta e faz a distribuição dos carregamentos fornecido pelo tráfego.
- Revestimento: Recebe atividade direta do tráfego, é resistente ao desgaste e tem a função de oferecer comodidade e segurança.

Contenções laterais são usadas com a finalidade de evitar que os blocos se desloquem durante a vida útil do pavimento. Podem ser conhecidas por alguns nomes, como: meios fios. A situação ideal é aquela em que as faces das contenções se encontrem com as peças perfeitamente verticais (PORTLAND, 2010).

Conforme a NBR 15953 da ABNT (2011) o rejuntamento deve ser aplicado nas juntas provenientes dos encontros das peças. É sugerido que o elemento usado no rejuntamento esteja seco quando aplicado, para favorecer o complemento das juntas.

A manutenção é tão importante quanto a execução do pavimento, conforme Parra e Teixeira (2015) visto que existe o acúmulo de resíduos no meio das peças que dificulta o processo de infiltração, gerando um aumento no escoamento superficial.

O assentamento também tem influência no ajuntamento de sedimentos, caso seja executado de forma incorreta, a estrutura não funcionará da maneira adequada.

**Figura 1: Estrutura do pavimento intertravado. Fonte: SILVA, 2013.**

## 2.5 BLOCOS COM JUNTAS ALAGADAS

Revestimento permeável cuja percolação da água ocorre por meio das juntas



existentes no encontro dos blocos que formam o pavimento. (ABNT, 2015).

A infiltração ocorre pelos espaçamentos entre blocos permitindo uma abertura de 5% a 15%, possibilitando a infiltração, tornando-o permeável sem prejudicar o intertravamento (MARCHIONI; SILVA, 2011).

A rapidez que levará para a água infiltrar no pavimento é dependente da área total das juntas e da permeabilidade dos materiais usados para preencher os encontros e formar as camadas que compõem o pavimento. (SOUZA J.; BAESSE; AMORIM J., 2018).

## 2.6 MÉTODO ASTM C 1701

Para Marchioni e Silva (ABCP,2011) para que a permeabilidade possa ser avaliada em pavimentos já assentados, é recomendado o uso do ensaio ASTM C 1701 – Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete.

Para a efetuação do método é necessário usar um cilindro vazado de 300 milímetros de diâmetro e 50 milímetros de altura mínima. Internamente o cilindro deverá conter duas linhas de referência com distâncias entre 10 e 15 milímetros da base do anel. O material deve ser rígido resistindo à água para não haver deformação quando for preenchido; balança; recipiente deve conter um volume mínimo de 20 L, possibilitando o derramamento controlado do volume da água; cronômetro; massa para vedar; água limpa (NBR 16416 da ABNT de 2015).

Seguindo ainda a NBR 16416 da ABNT (2015) os testes serão realizados em três pontos distintos de uma área de 2500 m<sup>2</sup>, e um ponto a mais a cada 1000m<sup>2</sup> acrescentados. O local dos testes deve ser escolhido aleatoriamente e se localizar de modo a representar o lote.

Com pavimentação limpa e seca, o corpo cilíndrico será fixado e selado sobre a mesma. Dando seguimento, ocorre a pré-molhagem, onde seu tempo de duração irá determinar a porção de água usada no ensaio. O teste começa 2 minutos após a pré-molhagem (MARCHIONI E SILVA, 2010).

Durante todas as etapas do ensaio, a adição de água deve se manter em fluxo constante, permanecendo a uma altura entre os 10 e 15 milímetros das marcações presentes no cilindro. A Lei de Darcy é usada para definir o fator de permeabilidade (MARCHIONI E SILVA, 2011).



**Figura 2: Ensaio para medir a permeabilidade. Fonte: Feito pelo autor**

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

Este projeto aborda a capacidade permeável da pavimentação já assentada, visando trazer informações relacionadas ao pavimento que será estudado, mostrar o método usado para realização do ensaio, requisitos normativos, focando na questão norteadora.

Esta pesquisa é caracterizada como bibliográfica, documental, experimental e estudo de caso. Caracteriza-se também como uma pesquisa aplicada, visto que busca conhecimento para ser aplicado na prática, objetivando solucionar problemas previamente definidos e descritiva, pois segundo Gil (2008) o objetivo principal é descrever as características de uma população específica ou fenômeno ou relacionar as variáveis.

É especificada como bibliográfica, referindo-se à classificação do material escolhido como fonte para a elaboração da pesquisa como: livros, textos (citando os nomes dos autores consultados), teses e dissertações (LIMA; MIOTO, 2007).

É classificada também como experimental, pois conforme dito por Prodanov e Freitas (2013, p.128) na pesquisa experimental o objeto a ser estudado é escolhido, as variáveis são selecionadas e há a escolha das formas de controlar e observar os efeitos; e estudo de caso, pois teve como método a escolha de utilização de um material específico em local de estudo previamente determinado como fonte para a análise de eficiência drenante do pavimento composto por blocos intertravados entre si. Com caráter quantitativo, já que o estudo é voltado à eficiência drenante do pavimento através do método apresentado e dos cálculos para se obter os dados dos quais ele será composto.

#### **3.2 TÉCNICAS PARA COLETA DE DADOS**

Fase da pesquisa em que é iniciada a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas escolhidas com o propósito de obter os dados previstos (MARCONI;

LAKATOS, 2002 p.32). A composição deste trabalho foi realizada por: análise documental, através dos dados do projeto de pavimentação; pesquisas bibliográficas, visto que as informações obtidas para compor a base do referencial teórico foram encontradas em artigos, livros, e o estudo de caso através das especificações dos fabricantes, das descrições das partes da estrutura que compõe pavimento e dos projetos de pavimentação.

Caracteriza-se como experimental através de fórmulas, e do ensaio que foi usado como meio para a aquisição de resultados, aprofundando os conhecimentos sobre todos esses componentes que compõem o pavimento intertravado no local escolhido para o estudo. O que a torna uma pesquisa de campo já que os resultados foram obtidos por observações e visitas ao próprio local.

Inicialmente foi necessário então que fosse feita uma visita ao local para reconhecimento da área.

Para se realizar a implantação do teste, 4 locais a serem estudados foram escolhidos aleatoriamente. Conforme Marchioni e Silva (ABCP, 2010) a pavimentação deverá ser varrida, retirando sedimentos que não sejam ligados ao mesmo. A massa deve ser aplicada na borda inferior do corpo cilíndrico sendo posicionada em cima do pavimento. Deverá ser aplicada também em volta do corpo cilíndrico com o intuito de que ele seja vedado. A água deverá ser despejada com uma velocidade que possibilite que seu nível fique dentro das marcações presentes no cilindro.

O início do teste começará em até 2 minutos após a etapa de pré-molhagem. Conforme o tempo gasto na pré-molhagem, se o processo obtiver uma duração menor que 30 segundos, 18 litros de água serão utilizados para que o ensaio seja executado, ou será usado 3,6 litros caso o processo obtenha a duração do tempo maior que 30 segundos. O cronômetro deve ser iniciado no momento em que o líquido encontrar o pavimento.

Durante a pré-molhagem e no decorrer do teste, o fluxo de água deve ser inserido no corpo cilíndrico mantendo-se constante. O nível da água contida no cilindro deverá ser mantido entre 10 milímetros e 15 milímetros. Quando não houver mais água sobre o pavimento, a contagem do cronômetro deve ser interrompida. A partir disto serão colhidos os dados a serem analisados.

### 3.3 FONTES PARA COLETA DE DADOS

As pesquisas documental e bibliográfica são muito semelhantes. O diferencial entre elas está nas fontes. Pesquisas bibliográficas são construídas com a contribuição de diversos autores sobre o tema tratado, enquanto a pesquisa documental utiliza materiais que ainda não foram analisados, ou que ainda podem ser reformulados conforme o objetivo da pesquisa (GIL, 2008, p.51).

Os dados para a elaboração do projeto foram obtidos baseando-se em livros, teses, trabalhos acadêmicos, permitindo assim, coletar informações essenciais para a aplicação do ensaio e dos cálculos, juntamente com a comparação que se baseará no quadro 1 para a obtenção dos resultados desse projeto. Os testes serão feitos a partir das informações encontradas nas visitas e observações do lugar estudado, o que caracteriza como uma pesquisa de campo. Segundo Marconi e Lakatos (2002, p.83) a pesquisa de campo é usada com a finalidade de colher informações e conhecimentos relacionados ao problema pelo qual se quer obter respostas, ou uma hipótese que queira ser provada, ou, ainda, a descoberta de novos fenômenos ou as relações entre eles..

### 3.4 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA PESQUISADA

Segundo Gil (1999 p.100) amostra pode ser definida como "subconjunto do universo ou da população por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população". Entre os grupos de classificação de uma amostra tem se a probabilística que segundo Gil (2008, p. 90 e 91) "é regida por leis estatísticas fundamentais, ou seja, apresentam uma fundamentação matemática". A amostra da pesquisa terá então caracterização probabilística que será baseada em análise matemática dos dados obtidos e que de acordo com Marafon (2013, p.122) é fundamentada "em leis estatísticas que lhe conferem a fundamentação científica: a lei dos grandes números, a lei da regularidade estatística, a lei da inércia dos grandes números e a lei da permanência dos pequenos números".

### 3.5 INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS

Para realizar uma pesquisa com eficácia é necessário a técnica, mas também os instrumentos para coleta de dado e para isso serão necessários alguns utensílios. Assim para compor este projeto serão utilizados livros, trabalhos acadêmicos, teses. É indicado que para pavimentações já executadas os estudos relacionados a

permeabilidade sejam baseados no método ASTM C1701 para alcançar os resultados de pesquisa. Os materiais essenciais para a realização do ensaio descrito nesta pesquisa são então: Um cilindro de 300 milímetros de diâmetro, massa para vedar o cilindro, balde, balança, cronômetro, recipiente graduado e água.

### 3.6 POSSIBILIDADE DE TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Após obter todos os dados necessários através do ensaio é necessário processá-los e fazer uma análise estatística e matemática. A pesquisa é classificada baseando-se na organização dos dados com a intenção de que o pesquisador possa tomar suas decisões e chegar a conclusões a respeito deles. Há necessidade de construção de categorias descritivas, podendo ser estabelecidas no referencial teórico da pesquisa. Mas, nem todas as vezes as categorias podem ser imediatamente definidas. Para atingi-las, é preciso muito estudo acerca do material obtido até que o conteúdo seja dominado, com a finalidade de compará-los ao referencial teórico. Nas pesquisas quantitativas, as categorias são estabelecidas previamente com frequência, simplificando o trabalho analítico (PRODANOV; FREITAS, 2013 p.113).

Assim para encontrar os resultados relacionados a permeabilidade da pavimentação será utilizada principalmente a fórmula da lei de Darcy, representada a seguir:

$$I = \frac{K \cdot M}{D^2 \cdot t}$$

Onde I representa a infiltração em milímetros por hora (mm/h) posteriormente convertido para (m/s), M ilustra a quantidade de água penetrada em quilogramas (kg), o D retrata o diâmetro do cilindro em milímetros (mm), t equivale ao tempo entre o derramamento da água e sua infiltração e K corresponde ao valor constante de 4.583.666.000.

A partir destes resultados será utilizado o parâmetro de comparação apresentado no quadro I abaixo:

**Quadro 1: Valores de Permeabilidade do solo**

<b>Tipo Solo</b>	<b>Coefficiente de permeabilidade I (m/s)</b>	<b>Grau de Permeabilidade</b>
Brita	$> 10^{-3}$	Alta
Areia de brita, areia limpa e areia fina	$10^{-3}$ a $10^{-5}$	Média
Areia, areia suja e silte arenoso	$10^{-6}$ a $10^{-7}$	Baixa
Silte, silte argiloso	$10^{-7}$ a $10^{-9}$	Muito Baixa

Argila	<10 <sup>-9</sup>	Praticamente Impermeável
--------	-------------------	--------------------------

Fonte: Jabur, 2013

A O trabalho será finalizado através de análise dos resultados encontrados pelo ensaio, podendo ser observada a permeabilidade do local escolhido por meio do seguinte modelo de tabela:

**Tabela 2: Tabela de permeabilidade**

Ensaio	Volume de Água (L)	Tempo (s)	Infiltração (mm/h)	Infiltração (m/s)
1				
2				
3				

Fonte: Produzido pelo autor

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 foram definidos os locais aos quais seriam feitos os testes, todos na cidade de São Mateus – ES. Para melhor identificação dos tipos de pavimento tem-se a figura 3 abaixo:



Figura 3: Tipos de Pavimentos Testados. Fonte: Feito pelos autores

Assim em cada um desses locais e tipos de pavimentos foram feitos 3 testes para se conseguir uma base real para os resultados apresentados a seguir. Basicamente, como já especificado no referencial teórico, ao chegar no local, após o pavimento ser varrido para melhor aderência, o corpo cilíndrico é vedado com a massa de calafetar. Após isto, é feito uma revisão da vedação e se necessário se utiliza mais massa para evitar ao máximo os vazamentos. Ao final dos testes usu-

se a lei de Darcy para a obtenção dos resultados em mm/h para determinar o coeficiente de permeabilidade dos pontos de estudo. É feita a conversão das unidades, pois esse coeficiente é medido em m/s para demonstrar a velocidade em que a água infiltra no solo (PINTO, 2002).

O primeiro local está situado no Bosque da praia no bairro Guriri, é formado pela paginação do tipo espinha de peixe, o encontro das peças possui 3mm de afastamento. O ponto 1 deste local é localizado na avenida principal de acesso onde há um fluxo maior de tráfego, o que pode ter gerado um acúmulo de sedimento entre as juntas obtendo uma infiltração de  $3,503 \times 10^{-5}$  m/s. O ponto 2 é localizado em uma rua de acesso lateral, a mesma possui um fluxo menor de tráfego, notou-se também um menor acúmulo de sedimento entre juntas; ao final do teste foi encontrada para este ponto uma infiltração de  $7,133 \times 10^{-5}$  m/s. O ponto 3 é situado também na avenida principal, o diferencial é que era localizado em uma curva que liga a avenida a uma rua de acesso lateral, foi notado que as juntas nesse local estavam bem mais preenchidas de um solo compactado o que afetou diretamente a permeabilidade, obtendo uma infiltração de  $9,238 \times 10^{-6}$  m/s.

O local 2 está localizado no loteamento Burittis II, a paginação do local é composta pelo tipo espinha de peixe, com juntas de 3mm. O primeiro ponto estudado está localizado em uma das ruas de acesso ao loteamento, o que gera uma maior incidência de tráfego e conseqüentemente o acúmulo de sedimento nos encontros das peças, o ponto 1 obteve uma infiltração de  $2,153 \times 10^{-5}$  m/s. O ponto 2 escolhido nessa localidade é situado na mesma rua do ponto 1, porém se encontra na direção de uma declividade. Por se tratar de um loteamento recente há muitos lotes vagos. Com chuvas intensas, o solo se desprende e escoar ladeira abaixo fazendo com que se deposite justamente onde o ponto 2 se localiza, devido a esse fato o acúmulo de sedimento prejudica a penetração das águas gerando a infiltração encontrada de  $6,196 \times 10^{-6}$  m/s. O ponto 3 está situado na rua acima da declividade do ponto 2, devido ao escoamento correto do local e o baixo fluxo de tráfego há pouco acúmulo de sedimento nas juntas, gerando uma infiltração de  $6,406 \times 10^{-5}$  m/s.

O local 3 é formado pela nova pavimentação que compõe o calçadão da orla da praia de Guriri, as juntas possuem um afastamento de 3mm e a sua paginação é formada pelo tipo fileira. Ponto 1 está localizado próximo à passarela de acesso à praia e também onde há menos vegetação para retenção da areia, o que pode ter

gerado um maior acúmulo de sedimento entre as juntas. Nesta localidade as mesmas estavam mais preenchidas por um material compactado o que acredita-se ter prejudicado a infiltração. Foi encontrado o valor de  $2,201 \times 10^{-5}$  m/s. Os pontos 2 e 3 possuem as juntas com pouco acúmulo de sedimentos devido a se tratar de uma pavimentação recente, ao fluxo apenas de pedestres e a contenção da areia da praia pela restinga presente no local. Os valores de infiltração encontradas para os dois pontos foram  $1,632 \times 10^{-4}$  m/s e  $9,345 \times 10^{-5}$  m/s respectivamente.

O local 4 é parte da avenida que leva até o Bosque da praia onde a pavimentação é composta por blocos intertravados sextavados. Por se tratar de um pavimento mais antigo e com um fluxo de tráfego recorrente, as juntas estão muito preenchidas de um solo bem compactado; outro fator de influência é a dimensão do bloco que conseqüentemente gera um número menor de juntas. Acredita-se que a falta de manutenção, o tempo de utilização e o tipo de bloco influenciam diretamente na permeabilidade do local. As infiltrações encontradas nos pontos escolhidos para o estudo foram  $7,933 \times 10^{-6}$  m/s para o ponto um,  $5,936 \times 10^{-6}$  m/s para o ponto dois e  $6,580 \times 10^{-6}$  m/s para o ponto três.

Todos esses resultados estão apresentados na tabela 3 a seguir de forma mais sucinta. Sabe-se que os “Valores de coeficiente de permeabilidade acima de  $10^{-5}$  m/s atestam que o pavimento irá funcionar de forma adequada.” (MARCHIONI; SILVA, 2011).

Tabela 3 – Resultados obtidos pelos ensaios de permeabilidade

<b>Pavimento Intertravado - Bosque</b>				
Ensaio	Volume de Água (L)	Tempo (s)	Infiltração (mm/h)	Infiltração (m/s)
1	3,6	1454	126,098 $\frac{mm}{h}$	$3,503 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$
2	3,6	714	256,788 $\frac{mm}{h}$	$7,133 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$
3	3,6	5513	33,257 $\frac{mm}{h}$	$9,238 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$
<b>Pavimento Intertravado – Buritis II</b>				
Ensaio	Volume de Água (L)	Tempo (s)	Infiltração (mm/h)	Infiltração (m/s)
1	3,6	2365	77,525 $\frac{mm}{h}$	$2,153 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$
2	3,6	8220	22,305 $\frac{mm}{h}$	$6,196 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$
3	3,6	795	230,625 $\frac{mm}{h}$	$6,406 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$
<b>Pavimento Intertravado – Calçadão</b>				
Ensaio	Volume de Água (L)	Tempo (s)	Infiltração (mm/h)	Infiltração (m/s)
1	3,6	2314	79,234 $\frac{mm}{h}$	$2,201 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$
2	3,6	312	587,649 $\frac{mm}{h}$	$1,632 \times 10^{-4} \frac{m}{s}$
3	3,6	545	336,416 $\frac{mm}{h}$	$9,345 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$
<b>Pavimento Sextavado - Bosque</b>				
Ensaio	Volume de Água (L)	Tempo (s)	Infiltração (mm/h)	Infiltração (m/s)
1	3,6	6420	28,559 $\frac{mm}{h}$	$7,933 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$

2	3,6	8580	21,369 $\frac{mm}{h}$	5,936 x 10 <sup>-6</sup> $\frac{m}{s}$
3	3,6	7740	23,688 $\frac{mm}{h}$	6,580 x 10 <sup>-6</sup> $\frac{m}{s}$

Fonte: Feito pelos autores

A partir desses resultados apresentados pode-se fazer algumas considerações para a hipótese do projeto: o bloco intertravado realmente auxilia na drenagem urbana?

Com base no tipo de paginação utilizado, nas observações preliminares dos locais e no trânsito em cada ponto pode-se verificar a área com melhor absorção. Como referência, tem-se a comparação entre o local 4 com tempo de permeabilidade mais elevado e o local 3 que obteve o melhor tempo de infiltração. Isto se dá devido a todas as características já citadas anteriormente. Vê-se que as condições, o local e dimensão do bloco influenciam diretamente na eficiência permeável do pavimento.

Na visão de SANTOS et al (2017) o solo se apresenta com maior dificuldade de absorção da água devido a colmatação, que se trata da vedação das juntas do pavimento com sedimentos e o autor ainda acrescenta que a variável para um maior acúmulo é a quantidade de veículos que passam no pavimento e se existem áreas propícias a ter carreamento do solo.

Percebe-se que o pavimento intertravado realmente auxilia na drenagem urbana, no entanto, em locais com tráfego mais intenso e pavimentos mais antigos apresentam índices de permeabilidade menores, devido aos sedimentos acumulados entre as juntas, o que prejudica a infiltração das águas. Deste modo para maior eficiência na drenagem urbana é necessária a retirada dos sedimentos que se acumulam, recomenda-se que seja feita uma limpeza anual da pavimentação para a garantia de sua vida útil e bom funcionamento. (MARCHIONI e SILVA, 2010).

## 5. CONCLUSÃO

Através de todos os dados e informações apresentados ao longo do artigo e de acordo MARTINS (2014) sabe-se que o pavimento intertravado é muito utilizado pelo fator estético, mas também por proporcionar vias com maior capacidade drenante, pois a água permeia por meio do encaixe das peças. Tendo como objetivo principal mostrar a aplicabilidade do bloco intertravado na drenagem urbana, consegue-se afirmar que a pavimentação intertravada é eficiente para tal, ainda mais quando comparado a outros tipos de pavimentações como o asfalto betuminoso onde a infiltração é feita somente por meio das galerias que fazem a captação e

transporte de águas pluviais. Ainda conforme o autor, é importante considerar que o teste ASTM C1701 é realizado em um ponto específico e concentrado, ou seja, o pavimento tem a habilidade de percolar a água através dos encontros dissipando-o a uma maior área quando um local se encontra saturado.

Conseqüentemente o piso intertravado contribui muito para que a água da chuva infiltre no solo sendo uma ótima solução para evitar o escoamento superficial, deterioração das vias e enchentes, trazendo maior conforto e qualidade de vida para a população. Logo concluiu-se através dos testes que apesar de ter um médio índice de permeabilidade, sua aplicação se torna vantajosa para auxiliar na drenagem urbana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIOLI, Laura Albuquerque. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de pesquisa hidráulicas, Porto Alegre, 2005.
- ARAÚJO J., Josemildo Verçosa de, et al., **Pavimento permeável: Funcionalidade e aplicabilidade em rede de drenagem**. 2018. I Encontro Regional de Estudos Agroambientais. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Alagoas, 2018.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 15953: **Pavimento intertravado com peças de concreto — Execução** - Rio de Janeiro, 2011.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 16416: **Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos** - Rio de Janeiro, 2015.
- DOS SANTOS, Thais Ferreira et al. **PAVIMENTO INTERTRAVADO PERMEÁVEL COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E MICROESFERAS DE PARAFINA**. Revista Univap, v. 22, n. 40, p. 551, 2017.
- GIL, Antônio Carlos. **Método e técnicas de pesquisa social**. 5. edição. São Paulo: Atlas, 1999. 100 p.
- GIL, Antônio Carlos. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6. edição. São Paulo: Atlas, 2008. 51p.
- GODINHO, Dalter Pacheco. **Pavimento intertravado: uma reflexão na ótica da durabilidade e sustentabilidade**. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- HALLACK, ABDO. “**Pavimento Intertravado: uma solução universal**”, Revista Prisma, dezembro. 2001.
- JABUR, Andrea Sartori. **Projeto de Pesquisa: MAPLU 2 – Manejo de águas pluviais em meio urbano – Técnicas Compensatórias**. Universidade do Rio Grande do Sul, 2013.
- LARENTIS, DANTE. **Conceitos da drenagem urbana**. Rhama Aprenda, [S.L.], 2017. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/conceitos-da-drenagem-urbana/>>. Acesso em: 11 mai. 2020.
- LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa**

**bibliográfica.** Disponível em: < [scielo.br/scielo.php?pid=S1414-49802007000300004&script=sci\\_arttext](http://scielo.br/scielo.php?pid=S1414-49802007000300004&script=sci_arttext) >. Acesso em: 03 maio.2020.

MACIEL, Anderson Brum. **Dossiê Técnico - Pavimentos Intertravados.** Santa Rosa: SENAI, Virgílio Lunardi, 2007.

MARAFON, José Glaucio et al. **Amostragem em pesquisa qualitativa; subsídios para a pesquisa geográfica.** Rio de Janeiro: EDUERJ, 540 p, 2013. NAGALLI, André. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. Oficina de Textos, 176 p. 2016

MARCHIONI, Mariana & SILVA, Cláudio Oliveira Pavimento Intertravado Permeável - Melhores Práticas. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2010. 24p.

MARCHIONI, Mariana; SILVA, Cláudio Oliveira. **Pavimento intertravado permeável – melhores práticas** - ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa** . 5.ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

MARTINS, Ronaldo Miotto. **Análise da capacidade de infiltração do pavimento intertravado de concreto.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MOURA, Thales Augustus Moreira. **Estudo experimental de superfícies permeáveis para o controle do escoamento superficial em ambientes urbanos.** 2005. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia. Brasília, 2005.

MULLER; Marina Zart. **TÉCNICA COMPENSATÓRIA DE DRENAGEM URBANA: UM ESTUDO SOBRE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEÁVEL.** 2017. Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

PARRA, Geovana Geloni; TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento. **ANÁLISE DA PERMEABILIDADE E DOS MÉTODOS DE INSTALAÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS CONTIDOS EM ARTIGOS CIENTÍFICOS E EM CATÁLOGOS TÉCNICOS.** 2015. Revista Nacional de Gerenciamento das Cidades - ISSN 2318-8472, v.03, n.15, 2015.

PINTO, C. **Curso básico de mecânica dos solos.** Oficina de textos. 2ª edição. São Paulo, 2002

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. **Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público.** Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010. 36p.

PRODANOV, Cléber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SILVA, Claudio Oliveira. **Execução e Manutenção de Pavimento intertravado.** ABCP, 2013. Disponível em <<http://lajesitaim.com.br/pdf/manual-instalacao-abcp.pdf>>. Acesso em: 11 Jun. 2020.

SOUZA J., Rogério Barbosa de; BAESSE, Thalita de Abreu; AMORIM J., Joãozito Cabral. **UTILIZAÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PARA REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL PROVINIENTES DAS ÁGUAS PLUVIAIS.** 2018. Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil – Faculdade Capixaba da Serra - MULTIVIX, Serra, 2018.

VAKS; Gabriel Londynski. **MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO PERMEÁVEL – ESTUDO DE CASO DE ESTACIONAMENTO COMERCIAL.** 2018. Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia

Civil – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

## **PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO EM OBRAS RESIDENCIAIS DE PEQUENO PORTE**

Joziane Rodrigues Santos<sup>1</sup>, Lucas Moreira Santos Andrade<sup>1</sup>, Uilian Costa Gaia<sup>1</sup>  
Béverson Beltrame Reis<sup>2</sup>

1- Acadêmicos do curso de Engenharia Civil – MULTIVIX - São Mateus

2- Especialista – Professor MULTIVIX - São Mateus

### **RESUMO**

O setor construção civil representa uma importante parcela no cenário econômico atual, o que implica em alta competitividade entre as empresas e a da Gestão da Qualidade é o ponto chave para quem deseja se sobressair no mercado, tão logo, a utilização de sistemas de controle e gerenciamento da qualidade dos serviços, passa a ser um ponto fundamental para a produtividade dos canteiros de obras. Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é apresentar um modelo de planejamento que auxilia o gerenciamento de obras residenciais de pequeno porte, baseando-se na ISO 9001:2015, utiliza-se do monitoramento através de checklist, controle dos processos produtivos, gerenciamento dos materiais e acompanhamento da obra por etapas. A abordagem do tema foi realizada através de revisão bibliográfica sobre gestão da qualidade e metodologia com aspectos qualitativos. Como resultado, foi possível compreender como a gestão da qualidade é aplicável aos canteiros de obras, e as atividades passam a ser geridas de maneira prática e organizada, possibilitando assim, o aumento da produtividade, a segurança e redução de desperdícios, e, portanto, garantir a qualidade final da obra.

**Palavras Chave:** Gestão de Qualidade, ISO 9001, Checklist. Controle, Gerenciamento.

### **ABSTRACT**

The civil construction sector represents an important part of the current economic scenario, which implies high competitiveness between companies and Quality Management is the key point for those who want to stand out in the market, as soon as the use of control systems and management of the quality of services, becomes a fundamental point for the productivity of the construction sites. In this context, the main objective of this work is to present a planning model that helps the management of small residential works, based on ISO 9001:2015, it uses monitoring through checklist, control of production processes, management of materials and monitoring of the work in stages. The approach to the topic was carried out through a literature review on quality management and methodology with qualitative aspects. As a result, it was possible to understand how quality management is applicable to construction sites, and activities are managed in a practical and organized way, thus enabling increased productivity, safety and waste reduction, and, therefore, guaranteeing the final quality of the work.

**Keywords:** Quality Management, ISO 9001, Checklist. Control, Management.

## **1. INTRODUÇÃO**

Com a competitividade e as exigências do mercado as empresas passaram a ser mais cobradas pelos clientes e consumidores. Os clientes querem gastar cada vez menos, exigindo das construtoras gestão e controle de cada material aplicado. Segundo Kerzner (2008), quando um projeto fracassava, jogava-se a culpa no mau planejamento, nas estimativas mal definidas, na programação inadequada ou na impropriedade dos controles.

A ideia de desenvolver e implantar ferramentas da qualidade dentro de uma construtora é fundamental estruturá-la a fim de que possa disputar mercados concorrentes e principalmente garantir satisfação de seus clientes. A organização que busca trabalhar com Gestão da qualidade em suas obras, adquire resultados em seus processos produtivos. Nesse sentido Vargas (2005) descreve que, diante da pressão desse contexto de mudanças, é preciso que nossas empresas consigam resultados com menos recursos, tempo e cada vez mais qualidade, ou seja, fazer mais que seus concorrentes, gastando menos.

Esta pesquisa apresenta, como os gestores, encarregados podem gerir suas obras, através de um melhor planejamento, utilizando-se de ferramentas da qualidade baseada na ISO 9001:2015. Descreve também quais tipos de ferramentas foram utilizadas, adequação dos processos produtivos, gestão de materiais e acompanhamento por etapas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 CICLO PDCA**

O conceito do PDCA é atribuído ao engenheiro americano W. Edwards Deming, especialista em controle de qualidade. O ciclo PDCA, baseia-se em conceitos do método científico, formulando hipóteses, realizá-la e avaliar o resultado ao final do “ciclo” (CALOBA, 2016).

Andrade (2017), ressalta que o ciclo PDCA é uma ferramenta completa e eficiente, o método do Ciclo PDCA é um dos mais conhecidos para ajudar na execução do planejamento estratégico de forma eficiente nas empresas.

Segundo Mattos (2010), por possuir grande quantidade de variáveis em suas atividades, o ciclo PDCA encaixa-se perfeitamente na construção civil, ressaltando a relação entre os processos de planejamento, controle, ações preventivas e corretivas. De forma bem objetiva a sigla PDCA significa Plan, Do, Check, Act, cuja tradução significa planejar, fazer, verificar e agir. Esses são os 4 passos do ciclo, que normalmente começa pelo Planejamento.

## 2.2 DIAGRAMA DE PARETO

O Diagrama de Pareto foi idealizado pelo sociólogo, teórico político e economista Vilfredo Pareto, nascido em 1848 em Paris (BEZERRA, 2019). O Diagrama de Pareto tem como finalidade apontar itens que devem melhorar, solucionar as tarefas que não estão sendo realizadas conforme o projeto e criar um plano de ação que deve ser realizado de acordo com a prioridade (SANTOS et al., 2019).

Um dos princípios do Diagrama de Pareto é o 80/20, onde 80% das consequências vêm de 20% das causas. Segundo Koch (2015), esse princípio afirma que há um desequilíbrio entre as causas e os resultados, onde sua maioria tem pouca influência e a pequena tem alto impacto.

Com relação ao princípio 80/20, Koch (2015, p. 13). Diz.

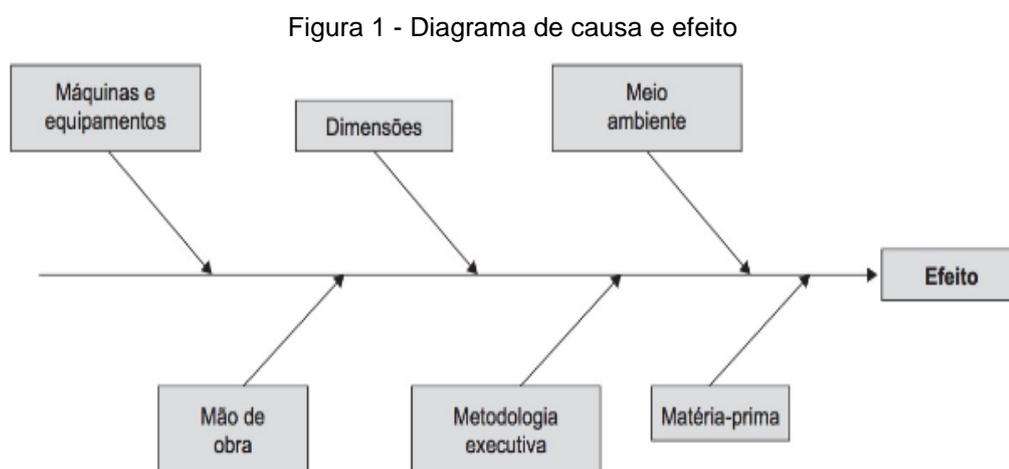
O Princípio 80/20 pode – e deveria – ser usado por toda pessoa inteligente em seu cotidiano, e por toda organização, grupo social e forma da sociedade. É um conceito que ajuda os indivíduos e os grupos a obterem muito mais com muito menos esforço. O Princípio 80/20 pode elevar a eficácia pessoal e a felicidade.

Conforme verificado, o Diagrama de Pareto é uma ferramenta importantíssima para gestão de qualidade. Sendo assim, podendo ser utilizada no controle dos projetos e atividades da área da construção civil.

## 2.3 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Desenvolvido em 1982 pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, o diagrama de Ishikawa também conhecido como diagrama de causa e efeito, se tornou uma ferramenta para resolução de problemas, utilizada facilmente por não especialistas (PINHEIRO, 2014).

Essa metodologia possibilita a identificação e a categorização das possíveis causas de um problema em seis fatores: Método, Material, Mão de obra, Meio Ambiente, Máquina, Medida (CAMPOS, 1992). Esse diagrama permite às construtoras organizar as informações através de uma representação gráfica como pode ser visto na figura 1. (PINHEIRO, 2014).



Fonte: (PINHEIRO, 2014)

Diante disso, para atender as características das edificações, os serviços envolvidos nas etapas das obras de edificações devem ser planejados, apresentando a sequência das atividades e suas interações. Em outras palavras atitudes devem ser tomadas para facilitar o andamento da obra, como a implantação de um gerenciamento da qualidade, e utilização das ferramentas de qualidade, tais como o ciclo PDCA, diagrama de Pareto e diagrama de Ishikawa (PINHEIRO, 2014).

## 2.4 SOBRE A ISO 9001:2015

A ISO 9001:2015 estabelece processos de gestão requisitados para certificação, porém, para o êxito dessas atividades sete princípios de gestão devem ser incorporados: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidências, gestão de relacionamento (CARPINETTI, 2019).

Carpinetti (2019, p. 53), destaca ainda a importância da busca de melhorias de processos de gestão nas empresas:

As boas práticas de gestão recomendam que as empresas definam prioridades de melhoria a partir da análise de desempenho em objetivos que sejam estratégicos para a sobrevivência e prosperidade do negócio. É muito comum que um dos objetivos estratégicos de empresas de manufatura ou de serviços seja o bom desempenho das operações de atendimento de requisitos de clientes relacionados a aspectos como conformidade de produto e/ou serviços, condições de entrega, atendimento no pós-venda, entre outros.

Diante disso, a utilização dos processos de gestão estabelecidos pela ISSO 9001:2015 em obras residências de pequeno porte se torna de suma importância, uma vez que, as etapas de construções são compostas com várias etapas que requerem avaliações para garantir a qualidade das etapas.

## 2.5 GESTÃO DA QUALIDADE APLICADA A OBRAS RESIDENCIAIS

De acordo com o dicionário Michaelis, a expressão gestão é o “ato de gerir ou administrar”, dessa maneira pode-se atribuir o termo gestão como sinônimo de administração, que conforme Chiavenato (2000) é o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar os recursos para se chegar a um objetivo. Portanto, pode-se afirmar de fato, que a qualidade está diretamente ligada ao ato de planejar. Costa (2019, p. 20), define o planejamento como o primeiro passo em qualquer situação onde se almeja atingir um objetivo, já Machado (2017), observa que a qualidade não deve ser “inspecionada”, mas sim “planejada”.

O desperdício dos recursos nos canteiros de obras é caracterizado pelo modo de produção frente a interrupção do fluxo de trabalho, descreve BULHÕES (2009). Concernente a isso, Souza (2005), afirma que a construção civil consome mais materiais do que o necessário, logo, as perdas existem e não são pequenas, no entanto, fazem parte de qualquer processo de produção. Essa situação, mostra a necessidade do aprimoramento dos processos produtivos.

Desta forma, a implantação da gestão da qualidade do canteiro de obras, além de proporcionar qualidade, segurança e organização, pode também reduzir o desperdício de materiais, bem como minimizar o tempo de execução e melhorar a aplicação dos recursos.

## 2.6 GERENCIAMENTO DE OBRAS DE PEQUENO PORTE

O planejamento é o ponto chave para a qualidade da gestão de obras residenciais. Segundo Visoli (2002), o planejamento possui cinco funções em seu processo: Execução, Previsão, Coordenação, Controle e Otimização, que podem ser aplicadas para garantir a qualidade da construção, o controle das atividades é uma importante ferramenta para o gerenciamento (BRAGA, 2016).

Através do gerenciamento, podem ser estabelecidos métodos eficazes para avaliar a produtividade, verificar a qualidade dos serviços prestados pelos diversos departamentos e otimizar o tempo, evitando desperdícios e atrasos na obra, fatores esses que causam o maior dano. Em obras pequenas, apesar de ser um projeto de baixa proporção, envolve grande número de atividades e conseqüentemente maior grau de interferências. Dessa maneira, algumas orientações são essenciais para efetivar a qualidade na gestão de obras residenciais.

### 2.6.2 aplicação de inspeções por etapas em uma obra residencial

O *Checklist* é uma lista de verificação que identifica se todos os requisitos foram atendidos. Na construção civil é bastante útil para a checagem da execução de serviços e materiais de uma obra (ALONSO, 2017).

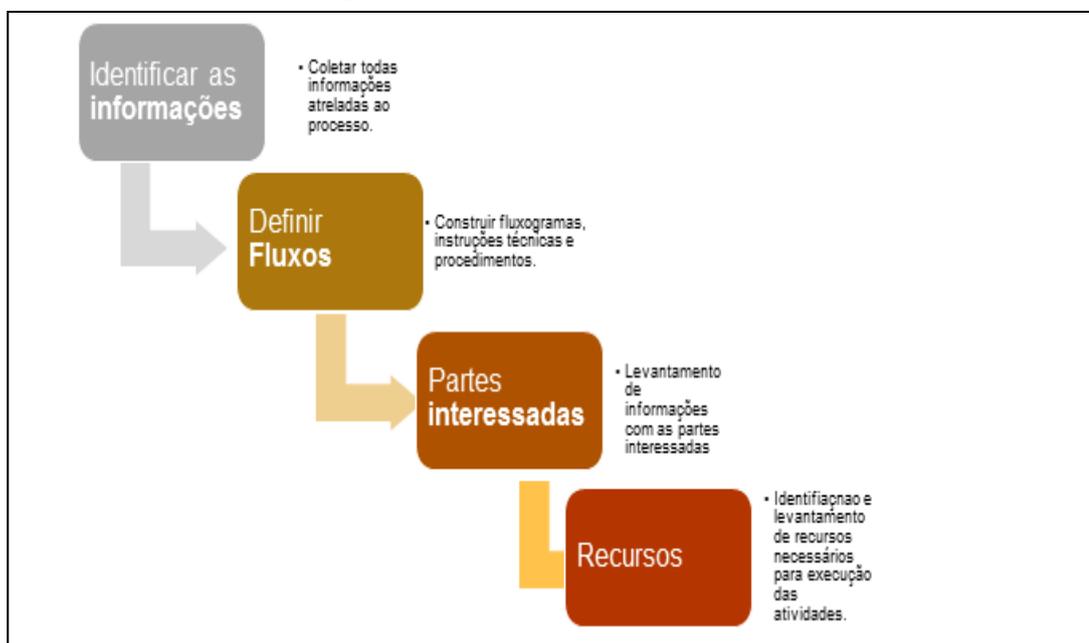
É aconselhável que o *checklist* esteja organizado por etapas de acordo com a programação do projeto. Na execução de uma obra residencial, depois da definição do projeto e orçamento e das devidas autorizações e tramites legais, geralmente ocorrem as seguintes etapas: **Serviços Preliminares**, **Estrutura** (fundações, pilares, vigas, escadas entre outros), **Alvenaria**, **Instalações Hidrossanitárias**, **Instalações Elétricas**, **Instalações Complementares** (gás, internet, tv, ar condicionado, segurança, entre outros), **Cobertura**, **Acabamento** (Forro, Esquadrias, Revestimentos, Louças e Metais, Pintura interna e externa) e por fim **Serviços Complementares** (área externa, muro, calçada, limpeza final).

### 2.6.3 mapeamento de processos na construção civil

Para que o trabalho de implementação de controle e monitoramento seja bem desenvolvido é fundamental que seja feito o Mapeamento do Processo de

construção residencial. Através do **Mapeamento de processos**, é uma ferramenta gerencial aplicada no projeto de implantação, com objetivos que podem ser verificados na figura 2.

Figura 2 – Mapeamento de processos



Fonte: Autor

O mapeamento de processo é realizado aplicando uma ferramenta de gestão conhecida como “Diagrama de tartaruga”.

Segundo Ramos (2017, p.1).

Diagrama de Tartaruga é uma ferramenta da qualidade utilizada para descrever visualmente as características dos processos. Com este diagrama, você conseguirá organizar as entradas, saídas, métricas, recursos e outras informações importantes sobre o processo de maneira muito simples. Ele auxilia no mapeamento geral de processos, facilitando a descrição e a análise de quais os recursos humanos, materiais e quais procedimentos são necessários para que o processo seja executado da melhor maneira possível e estabelecendo indicadores para monitorar as saídas.

Ele funciona muito bem para identificação das partes que envolvem um processo, e de forma muito simples é possível documentá-lo precisamente.

No desenvolvimento e no trabalho das obras residenciais é preciso avaliar com grande atenção as oportunidades que são geradas. As construtoras devem buscar oferecer serviço de qualidade se não perdem espaço no mercado. Dentro dessa disputa surgem as certificações. Assim as empresas têm buscado certificar-se

e se organizarem cada vez mais para responderem ao que se é exigido. Dentro dessa perspectiva, o monitoramento da obra consiste inicialmente em determinar as etapas de trabalho do processo, que são:

1. **Levantamento Inicial:** *Levantamento de etapas da obra ou serviço.*
2. **Definição de Obra:** *Definição de serviço/obra a ser implementado sistema de monitoramento.*
3. **Planejamento:** *Elaboração do planejamento da atividade, com definições de etapas, prazos e controles.*
4. **Check List Inicial:** *Verificações iniciais das condições gerais de trabalho.*

Após estas etapas será iniciada o processo de acompanhamento da obra que consiste em implantar os seguintes passos: 1) Monitoramento da obra e inspeções de verificação de atividades; 2) Controle de retrabalhos e não conformidades da obra; 3) treinamento e implantação de processo de melhoria contínua.

Yazig (2011, p.91) afirma.

Todo trabalho de monitoramento de uma residencial consiste em exclusivamente atender as expectativas dos clientes e de certa forma fazer com que a obra seja entregue superando suas expectativas. A total satisfação dos clientes é a mola mestra da gestão pela qualidade. Os clientes são a razão da existência de uma organização.

Por influência deste cenário, várias ações começaram a ser tomadas para garantirem o atendimento das expectativas dos clientes tanto a nível estadual e nacional, em busca de maior produtividade e melhor qualidade dos produtos. Além de certificações tradicionais: ISO 9000 - Sistemas de Gestão da Qualidade, ISO 14000 - Sistemas de Gestão Ambiental e OHSAS 18000, surgem certificações mais específicas com o PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat.

Segundo Yazig (2011, p.91).

É preciso criar a mentalidade da participação e passar as informações necessárias aos empregados. A participação fortalece grandes decisões, mobiliza forças e gera o compromisso de todos com os resultados; ou seja: a responsabilidade. O principal objetivo é conseguir o efeito sinergia, em que o todo é maior do que a soma de todas as partes.

Não adianta tentarmos implantar o Sistema de Gestão qualidade em uma empresa sem que antes se gere um comprometimento nos envolvidos. A equipe deve estar focada no processo de gestão, cada parte deve se responsabilizar pelo processo. Os elos dentro da organização precisam estar ligados e fortalecidos para que se alcance resultados positivos com o sistema.

### **3. METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA**

Para Nascimento (2016), existem algumas diferenças quanto a pesquisa, que poderá ser diferenciada quanto aos procedimentos, aos objetivos, a natureza e aos métodos. A tipologia da pesquisa optada foi a exploratória, assim, como cita Gil (2010), a pesquisa exploratória apresenta uma maior familiaridade com a questão escolhida, além, de proporcionar um estudo mais flexível em relação as variáveis que a temática possa apresentar.

Além da pesquisa exploratória, foi utilizada a pesquisa explicativa onde fatos foram registrados, analisados, interpretados para identificação de suas causas, definindo modelos teóricos em uma visão unitária do universo estudado gerando hipóteses e ideias através de dedução lógica (MARCONI E LAKATOS,2011).

O estudo baseou-se em pesquisa, bibliográfica, documental e estudo de caso, e sua abordagem de forma qualitativa. Os recursos utilizados para a realização da pesquisa baseiam-se em trabalhos acadêmicos, bibliografias.

Segundo Almeida (2014), o método bibliográfico tem como objetivo relacionar conceitos, características e ideias de diferentes temas, tornando se essencial uma vez que se torna normal partir de abordagem teóricas para verificar o estudo realizado.

Neste trabalho, a pesquisa descritiva e o estudo de caso são predominantes, segundo Appolinário (2011), na pesquisa descritiva o pesquisador se limita a “descrever o fenômeno observado, sem inferir relações de causalidade entre as variáveis estudadas”. O estudo de caso foi adotado, com intuito de conhecer profundamente o se obter uma visão real do caso em estudo. O propósito de um estudo de caso é reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno (PATTON, 2002).

A coleta de dados deu-se através de uma pesquisa bibliográfica. Para Oliveira (2017), as técnicas de coleta de dados são os procedimentos metodológicos que visam identificar e agrupar dados e informações necessárias para o desenvolvimento dos objetivos das pesquisas.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## 4.1 FUNCIONAMENTO DO PROCEDIMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL – OBRA RESIDENCIAL

O gerenciamento do Sistema de Gestão Integrada na construção civil de obras residenciais leva as construtoras a se posicionarem de forma competitiva em relação a outros que não busquem de forma mais efetiva implantar ações de qualidade visando melhoria nos seus processos de gestão e processos produtivos. Sem contar que a percepção dos clientes por qualidade tem sido aguçada, determinando dedicação das prestadoras de serviços.

Será destacado nesse ponto o funcionamento operacional do monitoramento de uma obra operacional. De posse de documentos iniciais como contrato, propostas técnicas, projetos e memoriais descritivos iniciar a obra.

### 4.1.1 Check List de Início de Obra Residencial

No *check list* são relacionados os itens que são verificados inicialmente na obra, eles são descritos e são verificados por responsável pela obra. Garantindo que a obra se inicie mediante parecer final de aprovado.

Figura 4 - Check List Inicial de Obras residenciais

Logo da Empresa		CHECK-LIST PARA INÍCIO DE OBRAS RESIDENCIAIS		Código: FO-ENG-002	
				Folha: 1/1	Versão: 0
				Última revisão: 16/09/2021	
				Área Responsável: Engenharia	
Obra:			Cliente		
Local:			Data		
ITEM	DESCRIÇÃO	Atende?		Observação / Comentário	
1.		<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
2.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
3.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
4.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
5.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
6.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
7.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
8.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
9.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
10.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
11.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
12.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
13.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
14.		<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> N.A	
PARECER FINAL:			OBSERVAÇÕES:		
<input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Aprovado com restrições <input type="checkbox"/> Reprovado					
RESPONSÁVEL					
Nome		Cargo		Data	
				Assinatura	

Fonte: Autor

#### **4.1.2 Planejamento da Obra / Cronograma da Obra**

Uma obra precisa ser planejada e acompanhada de perto para que os prazos sejam cumpridos efetivamente. A ideia de que tempo é dinheiro dentro da construção civil é muito válida, qualquer atraso pode impactar diretamente no custo da obra. Para gestão do tempo, mão de obra e materiais é fundamental que se faça um planejamento correto da obra.

Dentro dessa percepção, faz-se necessário utilizar ferramentas que contribuam para o planejamento, desde planilhas no excel ou até mesmo *software* de planejamento como o MS Project.

#### **4.1.3 Relatório diário de Obra**

O Relatório diário de Obras (RDO) é um dos principais documentos de uma obra, ele serve para registrar informações sobre o dia de trabalho de uma obra. Nele são apontadas informações como:

- Recursos utilizados
- Mão de Obra
- Equipamentos utilizados
- Materiais aplicados
- Condições climáticas.

Conforme verificado a primeira parte compõe informações gerais da obra, prazos e condições climáticas.



Figura 6 - Primeira parte do Relatório diário de Obra (RDO)

Observações da contratante:		
Contratante:	Nome	Data
Mais informações:		
Elaborado por:	Nome	10/09/2021
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data
	Nome	Data

Figura 7 - Primeira parte da Inspeção de Serviço / Obra

Logo da Empresa	<b>INSPEÇÃO DE SERVIÇO / OBRA</b>	Código: FO-ENG-003	
		Folha: 1/2	Versão: 0
		Última revisão: 16/09/2021	
		Área Responsável: Engenharia	

OBRA RESIDENCIAL:			
CLIENTE:			
DATA:		CONTRATO / NÚMERO:	

ITEM DE VERIFICAÇÃO	ATIVIDADE/ PRODUTO A SER VERIFICADO	PARECER		
		C	NC	NA
1.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LEGENDA: C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável).

Fonte: Autor

Na segunda parte da inspeção contém o relatório fotográfico da inspeção dos itens estabelecidos. Ele é de suma importância para uma análise visual da obra em si.

Figura 8 - Segunda parte da Inspeção de Serviço / Obra

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO		
FOTO 1:	FOTO 2:	FOTO 3:
Descrição da foto	Descrição da foto	Descrição da foto
FOTO 4:	FOTO 5:	FOTO 6:
Descrição da foto	Descrição da foto	Descrição da foto

PARECER FINAL	
<input type="checkbox"/>	APROVADO
<input type="checkbox"/>	APROVADO COM RESTRIÇÕES
<input type="checkbox"/>	REPROVADO

Observações Gerais:

Fonte: Autor

Caso seja identificado algum tipo de desvio durante uma inspeção planejada ou não, tratamos como produto não conforme. O registro é feito na própria inspeção de obra e dada as devidas tratativas de forma imediata para que a obra prossiga de forma adequada. Ao encontrar um desvio, o responsável sinaliza que foi encontrado um produto não conforme e parte para o preenchimento dos campos abaixo.

- Falha encontrada: Qual foi requisito que não foi atendido?
- Correção/Tratamento: Qual foi a medida tomada para correção do produto não conforme?
- Registro Fotográfico: Foto do desvio encontrado.
- Responsável: Responsável pelo tratamento do produto não conforme.

Figura 9 - Parte final da Inspeção de Serviço / Obra

Logo da Empresa	<b>INSPEÇÃO DE SERVIÇO / OBRA</b>	Código: FO-ENG-003	
		Folha: 2/2	Versão: 0
		Última revisão: 16/09/2021	
		Área Responsável: Engenharia	

Foi encontrado algum produto não conforme?	SIM ( ) NÃO ( )
--	-----------------

CONTROLE DA ATIVIDADE / PRODUTO NÃO CONFORME				
ITEM	FALHA ENCONTRADA	CORREÇÃO / TRATAMENTO	REGISTRO FOTOGRAFICO	RESPONSÁVEL
1.	Descrição da falha encontrada	Qual foi a medida de correção imediata tomada?	Foto 1	Nome do Responsável
2.	Descrição da falha encontrada	Qual foi a medida de correção imediata tomada?	Foto 1	Nome do Responsável

Fonte: Autor

A conclusão da inspeção se dá após os avaliadores validarem que o produto não conforme foi tratado de acordo com as medidas estabelecidas. Após tratamento é ideal que seja feito um treinamento com as demais equipes e frentes de trabalho para demonstrar o desvio evitando que ele se repita. Essa é uma das vantagens de se manter e aplicar uma metodologia de verificação de requisitos de uma obra.

#### 4.1.5 Relatórios Fotográficos da Obra

Os relatórios fotográficos são de essenciais para comprovação visual do avanço da obra e do acompanhamento visual de determinadas atividades. Em certas situações é utilizado para consulta e análise do processo produtivo em etapas anteriores. Além disso pode ser utilizado para apresentação do andamento da obra.

#### 4.1.6 Check List de Inspeção Final

No check list de inspeção final são considerado os itens finais de entrega de uma obra residencial, podendo ser listado conforme projetos executivos e especificações técnicas do memorial descritivo. Ao se estabelecer os requisitos que

devem ser analisados, o responsável da obra realiza todas verificações in-loco com intuito de eliminar qualquer tipo de irregularidade.

Figura 10 - Check List de inspeção Final

Logo da Empresa	<b>CHECK-LIST DE INSPEÇÃO FINAL</b>	Código: <b>FO-ENG-004</b>	
		Folha: 1/1	Versão: 0
		Última revisão: 16/09/2021	
		Área Responsável: Engenharia	

Obra/Serviço:	Nº Contrato:
Endereço:	Data:

ITEM	DESCRIÇÃO	Atende?	Observação / Comentário
1.	Aspecto físico (Aparência)		
2.	Limpeza da área		
3.	Devolução de materiais		
4.	Retirada de equipamentos		
5.	Atende as especificações de projeto		
6.	Atende as solicitações do cliente		
7.	Executadas correções verificadas no acompanhamento da Obra		
8.	Alterações no projeto, aprovada pelo cliente.		
9.	Descrever itens		
10.	Descrever itens		
11.	Descrever itens		
12.	Descrever itens		
13.	Descrever itens		
14.	Descrever itens		

<b>PARECER FINAL:</b>  <input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Aprovado com restrições <input type="checkbox"/> Reprovado	<b>OBSERVAÇÕES:</b>  
--	-----------------------------

RESPONSÁVEL			
Nome _____	Cargo _____	Data / / _____	Assinatura _____

Fonte: Autor

#### 4.1.7 Atestado de Conclusão de Obras

O Atestado de conclusão de obra é um documento comprobatório que atesta que a obra foi finalizada e aprovada pela parte fiscalizadora, podendo ser o próprio cliente ou mesmo responsável selecionado previamente pelo cliente.

Figura 11 - Atestado de Conclusão de Obras

Logo da Empresa	<b>ATESTADO DE CONCLUSÃO DE OBRAS</b>	Código: FO-ENG-005	
		Folha: 1/1	Versão: 1
		Última revisão: 29/09/2021	
		Área Responsável: Engenharia	
Obra:	Cliente		
Local	Data		
<b>OBSERVAÇÕES / DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>			
<b>CHECK LIST DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS</b>			
	ITENS	Sim	Não
1.	A Obra foi concluída?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Houve aditivos no Contrato?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Os prazos foram cumpridos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Emitidos RDO's Diariamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Outros:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Gestor da Guerrero Construtora</b>			
Nome		Cargo	Assinatura
		Data	
<b>APROVAÇÃO DO CLIENTE</b>			
Situação: <input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Aprovado com restrições <input type="checkbox"/> Reprovado			
Observações:			
<b>Assinatura do Cliente</b>			
Gestor do Contrato (Cliente)		Cargo	Assinatura
		Data	

Fonte: Autor

## 5. CONCLUSÃO

O controle e o monitoramento de obras são fundamentais para que os requisitos de uma edificação sejam validados etapa após etapa. Entendemos que o custo da não qualidade é extremamente alto. Implantar métodos de controle em um procedimento padrão de monitoramento de obras e instruções técnicas elimina riscos de erros e desperdícios, além de tudo possibilita as partes interessadas do projeto uma visão detalhada dos fatos ocorridos durante a execução da obra

Executar obras residenciais pensando exclusivamente na produtividade, no tempo de entrega, na parte técnica não é suficiente para garantir que a obra tenha o resultado esperado. Cada vez mais no ramo da engenharia, tem-se exigido dos profissionais que desenvolvam suas atividades, aplicando ferramentas de gestão. Os profissionais que possuem competências de gestão bem desenvolvidas, conseguem

tomar decisões com mais assertividade, promovendo ganhos e garantindo a qualidade da edificação.

Implementar ferramentas de acompanhamento de obras estabelecem dinâmica de análise mais detalhada de cada etapa de obra. Inicialmente, o *Check List* é essencial para apontamentos relacionados ao início da obra, ou seja, a obra se inicia apenas com a validação inicial. Ferramentas, quando elaboradas conforme a realidade da organização, garantem que a obra seja entregue conforme estabelecido inicialmente pelas partes. A busca pela qualidade faz com que a mentalidade de melhoria contínua é seja estabelecida no ambiente organizacional, promovendo uma análise mais criteriosa no executar das atividades.

O método de inspeção de obra garante que os serviços obedeçam a padrões previamente estabelecidos pelo gestor da obra. Uma construtora que não estabelece medidas de inspeção corre o risco de entrega de itens não conformes, prejudicando-a financeiramente e demonstra baixa credibilidade para o seu cliente final. O dia a dia da obra precisa ser minuciosamente controlado por métodos comprovadamente eficazes, decidir um método de controle durante a execução da obra não se torna viável, devido ao dinamismo da construção civil.

Ao final desse estudo percebe-se que a implantação de ferramentas da qualidade além de aumentar a satisfação e a confiança dos clientes pode reduzir custos internos. A empresa melhora a sua imagem e possibilita a melhoria dos processos continuamente; aumenta a produtividade e maior acessibilidade a novos mercados e conquistas de novos clientes.

Ao promover dentro do ambiente de obra uma sistemática de controle e monitoramento, os profissionais aumentam a sua percepção de qualidade, conseqüentemente os erros diminuem. O foco com a qualidade gera resultados no método construtivo, mudanças que impactam na satisfação do consumidor final.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. de S. **Elaboração de projeto, TCC, dissertação e tese: uma abordagem simples, prática e objetiva**. 2. ed. São Paulo: ATLAS. 2014.

ALONSO, G. **O que é e para que serve um Checklist?** 2017. Disponível em: <<https://certificacaoiso.com.br/o-que-e-e-para-que-serve-um-checklist/>>. Acesso em: 08 out. 2021.

ANDRADE, L. **O que é ciclo de PDCAA e como ele pode melhorar seus processos**. 2017. Disponível

em<<https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/ciclo-pdca/>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

APPOLINÁRIO, Fabio. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BEZERRA, F. **Diagrama de Pareto: O que é e como fazer**. 2019. Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com/2014/04/diagrama-de-pareto-passo-a-passo.html>> Acesso em: 04 ago. 2021.

BRAGA, C. S. Q. **Gestão da qualidade aplicada a canteiro de obras**. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016.

BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta**. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

CALOBA, G.; **Gerenciamento de projetos com PDCA: conceitos e técnicas para planejamento, monitoramento e avaliação do desempenho de projetos e portfólios**. Rio de Janeiro, Alta Books, 2016.

CAMPOS, V. F. **TQC-Controle da Qualidade Total**. 8ª ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1992.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade ISO 9001:2015: requisitos e integração com a ISO 14001:2015**. 1. ed. - [3. Reimpr.] - São Paulo: Atlas, 2019.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

COSTA, E. K. F. **Gestão de bras. residenciais em condomínio de casas: Estudo de Caso**. Trabalho de Conclusão de Curso – bacharelado. Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró- RN, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KERZNER, Harold. *Gestão de projetos: as melhores práticas*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

KOCH, Richard. **O Poder 80/20: Os segredos para conseguir mais com menos nos negócios e na vida**. São Paulo: Gutenberg, 2015.

MACHADO, J. D., POLETTI, L. H., CORNELIUS, R. A. **O futuro da gestão da qualidade para a indústria 4.0**. Artigo científico apresentado no 13º ENCITEC – Criar e Inovar. Faculdade Assis Gurgacz. Paraná. 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7 ed. São Paulo: Atlas S.A, 2011.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

NASCIMENTO, F. P. **Classificação da Pesquisa: Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. Como elaborar TCC**. Brasília. Thesaurus, 2016.

OLIVEIRA, E. L. **Pesquisa científica na graduação. Um estudo das vertentes temáticas e metodológicas dos trabalhos de conclusão de curso**. TCC (Graduação) - Faculdade de Ciências Contábeis do Portal, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

PATTON, M. G. **Qualitative Research and Evaluation Methods**, 3 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002.

PINHEIRO, A. C. F. B. **Qualidade na construção civil**. 1. ed. São Paulo : Érica, 2014.

RAMOS, D. **Gestão da Qualidade. O que é e como usar o Diagrama de**

**Tartaruga?** [s. /], 19 abr. 2017. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-e-como-usar-o-diagrama-de-tartaruga/>. Acesso em: 25 set. 2021.

SANTOS, A.P.; POZZETI, J. V. T.; MORAES, P. A. V.; AVELINO, C. H. **Utilização da ferramenta Diagrama de Pareto para auxiliar na identificação dos principais problemas nas empresas.** Artigo científico – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilian. Curso de Administração, São Paulo, 2019.

SOUZA, U. E. L.; **Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** São Paulo: Editora Pini, 2005.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos.** 6ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

VISOLI, R. C. **Metodologia Para Gestão de Obras Residenciais de Pequeno Porte: Um Estudo de Caso.** Dissertação Mestrado. UFSC – Florianópolis. 2002.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar.** São Paulo: Sinduscon

# ASFALTO BORRACHA COMO ALTERNATIVA NA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS DE LOTEAMENTOS NA CIDADE DE SÃO MATEUS/ES

Chayany Ferreira de Oliveira<sup>1</sup>, Fabiano de Oliveira Dussoni<sup>2</sup>, Weliton Ferrareis<sup>3</sup>, Beverson Beltrame<sup>4</sup>

1 – Acadêmico do curso de Engenharia Civil

2 – Acadêmico do curso de Engenharia Civil

3 – Acadêmico do curso de Engenharia Civil

4 – Engenheiro Civil – Professor Multivix – São Mateus

## RESUMO

Como em todos os setores da indústria, a construção civil gera muito impacto sobre o meio ambiente, tanto na extração de matéria-prima, como na geração de resíduos sólidos no processo construtivo. Por isso, é de extrema importância a busca por tecnologias viáveis a mitigação de impactos nocivos aos recursos naturais. O asfalto borracha é uma dessas alternativas, pois utiliza os pneus inservíveis que seriam descartados. Este estudo analisou a viabilidade da utilização do asfalto borracha na pavimentação de vias de novos loteamentos na cidade de São Mateus/ES. Para ter maiores conhecimentos sobre a técnica, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o modo de fabricação e aplicação desse tipo de pavimento, bem como as vantagens e desvantagens do asfalto ecológico em comparação ao convencional. Também foi realizada uma entrevista com a Soma Urbanismo que relatou que utilizam bloco inter-travado, porém é uma empresa que busca novas alternativas para seus empreendimentos. Portanto, o asfalto borracha tem grande potencial como pavimento de vias pois é economicamente viável e de fácil aplicação, além de ser ecológico.

**Palavras Chave:** Asfalto-borracha. Loteamento. Ecológico.

## ABSTRACT

As in all sectors of industry, civil construction generates a lot of impact on the environment, both in the extraction of raw materials and in the generation of solid waste in the construction process. Therefore, it is extremely important to search for viable technologies to mitigate harmful impacts on natural resources. Rubber asphalt is one of these alternatives, as it uses waste tires that would otherwise be discarded. This study analyzed the feasibility of using rubber asphalt in the paving of roads in new subdivisions in the city of São Mateus/ES. In order to have greater knowledge about the technique, a bibliographic research was carried out on the way of manufacturing and application of this type of pavement, as well as the advantages and disadvantages of ecological asphalt compared to conventional. An interview was also carried out with Soma Urbanismo, which reported that they use interlocking blocks, but it is a company that seeks new alternatives for its projects. Therefore, rubber asphalt has great potential as road pavement because it is economically viable and easy to apply, in addition to being ecological.

**Keywords:** Asphalt-rubber. Allotment. Ecological.

# 1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado dos grandes centros urbanos tem sido cada vez mais notório. Desde a chegada de grandes polos industriais no Brasil, que se concentraram em cidades de potencial como Salvador, São Paulo, Rio de Janeiro, dentre outras, que se intensificou o processo de Êxodo Rural, onde pessoas migravam do interior do Nordeste (em principal) (SOUSA, FRENDA E GUSMÃO, 2009), com o objetivo de melhoria de vida, através do trabalho bem remunerado. Com isso, houve o adensamento das cidades, que por sua vez demandava maior número de moradias, bem como, teoricamente uma infraestrutura de saneamento básico.

O setor da construção civil se destaca pelo volume exorbitante de resíduo sólido que necessita de um descarte final, que em maioria das vezes é realizado de forma incorreta. Aliando a necessidade de mitigação dos impactos negativos ao meio ambiente e “a ideia de um possível esgotamento dos recursos naturais constituiu nos inícios dos anos setenta, com o relatório Meadows, uma das primeiras manifestações de uma consciência ecológica mundial [...]” (IBIDEM apud GUERRA, 2012, p. 26), construtoras e pesquisadores vêm buscando alternativas de tecnologias de reaproveitamento e reciclagem esses resíduos.

O asfalto borracha surgiu dessa necessidade de contribuição ecológica e melhoramento de técnicas construtivas, pois é adicionado à massa do asfalto convencional agregados de pneus inservíveis. Porém, essa tecnologia é viável, no ponto de vista técnico e financeiro, na pavimentação de vias urbanas de novos loteamentos na cidade de São Mateus/ES?

Visando esse novo modelo de crescimento urbano, associado à preservação ambiental, vê-se a necessidade de trabalhos acadêmicos voltados para a investigação de viabilidades de novas tecnologias que visam a solução dessas problemáticas levantadas. Como foi dito, uma dessas alternativas é o asfalto ecológico que pode ser viável para a pavimentação das vias desses novos loteamentos.

A utilização do asfalto com adição de borracha será estudada para a finalidade de aplicabilidade na pavimentação de vias públicas de novos loteamentos na cidade de São Mateus/ES, como alternativa de substituição pelo material de calçamento mais utilizado, que será investigado através de questionário aplicado à

empresa Soma Urbanismo que constrói e projeta loteamentos para a municipalidade.

Foi feita uma pesquisa bibliográfica para identificar as características físicas do asfalto ecológico como, por exemplo, fabricação e aplicação, isso para ser possível estudar se gera alteração de projeto.

O asfalto borracha é uma excelente opção quando se trata da viabilidade financeira, pois é uma alternativa de custo de produção menor, além de ser sustentável.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 PAVIMENTAÇÃO ECOLÓGICA – ASFALTO BORRACHA**

A construção civil, como em diversos outros setores da indústria mundial, vem observando a necessidade de elaboração e implementação de tecnologias que aliam a economia financeira dentro do canteiro de produção, mas o mais importante que mitigam impactos nocivos causados ao meio ambiente.

Como exemplo de uma dessas tecnologias, existe o asfalto ecológico, ou seja, uma massa asfáltica produzida com a adição de borracha proveniente de pneus inservíveis, que na maioria dos casos seriam descartados de forma incorreta no meio ambiente (ZATARIN, 2017). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016), no Brasil são descartados algo em torno de 21 milhões de pneus/ano. Produzido basicamente por borracha e fios de aço, que o classifica como material inerte de tempo indeterminado de degradação (OLIVEIRA, 2015).

O asfalto-borracha, surgiu da necessidade de melhorar suas propriedades físicas (elástica) e vida útil da via, onde foi adicionado o látex e os polímeros na massa asfáltica. Foi então que em 1940, que a empresa U. S. Rubber Reclaiming Company começou a utilizar a borracha reciclada a partir de pneus inservíveis. Essa tecnologia foi chamada de Ramflex (ODA, 2000; PILATI, 2008).

No Brasil a Greca Asfaltos Ltda, foi a primeira empresa a utilizar essa tecnologia na pavimentação de vias públicas no estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2001, executando um trecho de aproximadamente dois mil quilômetros (GRECA, 2014).

Para entender melhor a possibilidade de adição da borracha na massa asfáltica, primeiramente é viável entender como é o processo de fabricação da

massa asfáltica convencional, que pode ocorrer de duas maneiras (BERNUCCI et al, 2010):

(i) Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) - é realizada a mistura de agregados de diversos diâmetros e Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP). São levados à temperatura previamente estabelecidas de acordo a viscosidade do ligante que se pretende ter como produto final;

(ii) Pré-mistura a Frio (PMF) – é o resultado da mistura de Emulsão Asfáltica de Petróleo (EAP) e agregado graúdos e miúdos para enchimento, por isso permite estocagem.

A borracha reciclada pode ser introduzida à massa asfáltica de duas formas distintas podendo ser Via Seco e Via Úmido.

Como explicou Visser e Verhaeghe (2000), no processo de introdução da borracha no modo Via Úmido, as partículas são incorporadas à massa no seguinte processo: o ligante é aquecido à uma temperatura de 190°C, é importante ressaltar que é o mesmo ligante utilizado no asfalto convencional, após atingir a temperatura que deve ser uniforme, o ligante é levado a um outro tanque, para que não haja a segregação da borracha quando adicionada ao ligante, a mistura é realizada. As partículas devem ter bitola inferior a 2mm. Ao ser introduzida ao ligante as partículas formam uma proteção externa em gel, o que aumenta sua viscosidade.

Ainda no processo Via Úmido, existem duas formas de produção do asfalto ecológico, o Continuous Blend, onde a borracha é submetida a temperaturas altas, em cisalhamento, causando a despolimerização e desvulganização, o que o torna um material viscoso, porém sem derretimento das partículas, como explicam Netto e Reis (2015), pode ser realizado no próprio canteiro de obras.

O outro método é o Terminal Blend, com o auxílio de movimentação mecânica com o emprego de calor, através da digestão térmica, as partículas se tornam agregadas ao ligante, formando uma massa uniforme e quando fria se estabiliza, viabilizando sua estocagem, esse processo é feito em uma usina (DIAS, 2005).

Voltando à classificação dos processos de adição de borracha na massa convencional, a outra forma é a Via Seca, onde o agregado de borracha é aquecido a uma temperatura de 200°C por um tempo de 15 segundos, ou até as partículas dissolverem e se homogeneizarem com os agregados convencionais. Após, o ligante asfáltico é depositado na mistura através de usinagem (VISSER e VERHAEGHE, 2000).

A massa asfáltica produzida tanto no processo Via Seco ou Via Úmido é utilizada em pavimentação de vias públicas. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR-7207 (GRECA, 2010), regulamenta as camadas que devem conter na pavimentação asfáltica, para que apresente resistências às cargas de tráfego de veículos leves e pesados e resistência aos esforços horizontais, como representa o esquema da figura 1.

Figura 1 – Estrutura de camadas da pavimentação asfáltica



Fonte: Gewehr, 2015

Como se pode observar, a massa asfáltica modificada com a adição de borracha é utilizada na camada de revestimento, e segundo Pilati (2008), com essa alteração, as vias pavimentadas com o asfáltico ecológico apresentaram maior resistência a tração, o que diminui a incidência de aparecimento de trincas, aumentando a vida útil da estrada, além de várias outras vantagens que serão apresentadas no próximo capítulo.

## 2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO ASFALTO BORRACHA EM COMPARAÇÃO AO ASFALTO CONVENCIONAL

O Asfalto Borracha surgiu da necessidade de melhoria do Asfalto Convencional, onde se observou que a adição de borracha à massa asfáltica, trazia benefícios tanto na vida útil da via, como também nas condições tráfego dos

utilitários. Como toda tecnologia inovadora, sua implementação gera dúvidas quanto as vantagens apresentadas, versus seu custo de execução (ZATARINI, 2017).

Com a adição da borracha, são incorporados materiais polímeros a mistura, ou seja, lineares amorfos que após submetidos a vulcanização, adquirem característica elástica. Como a borracha não se dissolve quanto acrescentada ao ligante quente, eles não se misturam, apenas se encorpam, tornando o pavimento mais flexível (FAXINA, 2006). O mesmo autor explica que essa flexibilidade não é possível acontecer no asfalto convencional, porque os polímeros são virgens, o que os torna sujeitos à separação, podendo ter mais incidência de trincas na via. Segundo Patriota (2004), de acordo com ensaios realizados com o asfalto com adição de borracha, com a adição de polímeros, houve melhorias nas propriedades dos ligantes. Os ensaios a serem realizados com o asfalto borracha são especificados em normas sendo elas a NBR 15235 (Variação máxima da massa), NBR 15086 (Recuperação elástica), NBR 6570 (Ponto de amolecimento), NBR 6576 (Porcentagem de penetração), de acordo com a obra de Bernucci (2010).

Ainda em comparação do Asfalto Ecológico com o asfalto convencional, em um estudo realizado por Netto e Reis (2015), feito através de ensaio em laboratório, a amostra com adição de borracha apresentou uma rigidez maior, alta viscosidade, elevada elasticidade e alto resistência ao cisalhamento que proporciona a via pavimentada um envelhecimento lento e redução no desgastes de trilho ocasionado pela circulação das rodas dos veículos, somado às cargas recorrentes. Com essa última vantagem, observa-se a possível diminuição em ocorrências de acidentes de trânsito, uma vez que, quando a via apresenta maior planície regular, o desvio de volante ou a tentativa de desvio de uma depressão no pavimento, é menor. Essas deformações também contribuem para o acúmulo de água na via, debilitando a drenagem pluvial (MARQUES, 2012).

Além das melhorias físicas apresentadas com relação à adição de borracha à massa convencional, outra vantagem é a contribuição da mitigação dos impactos negativos causados ao meio ambiente. Isso ocorre porque primeiro, o setor da construção civil é um grande gerador de resíduos sólidos que são descartados, na maioria das vezes, de forma inapropriada na natureza, causando desequilíbrio na fauna e na flora (SÁNCHEZ, 2008). Além de influenciar na saúde pública de circunvizinhos. Diante dessa problemática é necessário que a construção civil

busque tecnologias inovadoras, que visem a diminuição de dejetos e menor necessidade de recursos naturais (ZATARIN, 2017).

A borracha utilizada na massa asfáltica do Asfalto Borracha é proveniente de pneus inservíveis, evidenciando mais uma vez a vantagem ecológica dessa tecnologia, uma vez que esse item automobilístico só contém materiais inertes de difícil degradação, contando que são descartados em grandes volumes, é um objeto importante à proliferação de insetos causadores de doenças (CARVALHO, 2018).

Quanto às desvantagens apresentadas por esse método de melhoramento do asfalto convencional, dentre elas, evidenciam-se o custo de execução de uma via com o Asfalto Ecológico, que segundo Zatarin (2017), os custos iniciais são cinco vezes maiores, isso se atraindo o custo de execução, que engloba também o difícil transporte e a necessidade de mão de obra qualificada.

Porém, em um experimento realizado pela Greca Asfalto LTDA (2014), observou-se que um recapeamento de via feito com o Asfalto Convencional, após 98.000 ciclos de carga de eixo de 10tf, a via apresentou trincas, uma via em mesmas condições e recebendo mesma carga, mas recapeada com o asfalto borracha só apresentou trincas após 123.000 ciclos, o que evidencia menor custo de manutenção de via com o asfalto modificado.

Com relação ao custo, Zatarin (2017), exemplifica um caso onde uma obra de restauração de uma via de 30km, demandava 5cm de espessura da camada de revestimento com o asfalto convencional, em outro projeto para essa mesma via, foi feita a substituição pelo asfalto com adição de borracha, onde foi necessária apenas uma camada de 3,5cm de revestimento do Asfalto Ecológico, gerando uma redução de 30% de massa asfáltica.

### 2.3 TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS MAIS CONVENCIONAIS NO BRASIL

O crescimento da área urbana tem tido desde a época do êxodo rural vasta extensão, a infraestrutura urbana depende não somente da construção de residências, como também de obras de saneamento para atender as necessidades básicas da população. Essas obras consistem, na execução de rede de esgoto,

distribuição de água da rede pública, rede distribuição de energia elétrica, assim como também a pavimentação das vias.

Como conceitua Santana (1993), o pavimento é a estrutura que consiste na execução de uma via a partir da terraplanagem de uma área de circulação de pedestres, veículos e afins, que serve para oferecer conforto e segurança no trânsito de seus usuários.

A pavimentação tem grande contribuição no desenvolvimento e evolução da humanidade, facilitando o transporte de mercadorias, movimento e interagindo economias e produções de diferentes localidades, impulsionando a comercialização de materiais. A via urbana ao ser pavimentada, influencia diretamente na qualidade de vida de seus moradores, haja visto que facilita a mobilidade em tempos de chuvas, diminui a incidência de propagação de partículas de poeira e auxilia na circulação de veículos que possuem rodas (BETUSEAL, 2016).

O processo de calçamento de uma rodovia, rua ou via para que seja executada de forma eficaz é necessário que haja um estudo prévio de sua geografia, levando em consideração sua grade natural, a fim de haver a menor necessidade possível de cortes ou aterramentos. Para tanto, inicialmente o topógrafo traça os pontos de referência relevantes possíveis, podendo ser postes, cercas, pontos baixos, pontos intermediários etc. Os profissionais de engenharia civil ou arquitetura urbana, recebem essas referências e fazem o estudo da melhor distribuição e caída de água pluvial, pois, com uma melhor drenagem, a via apresentará melhor segurança e vida útil maior (MEDINA, 1997).

De acordo com a NBR-7207/82 (ABNT, 1982), o pavimento deve resistir aos esforços verticais causados pelo trânsito de veículos, proporcionar segurança e comodidade a seus usuários e resistir a esforços horizontais. Podendo ser classificados em três categorias: (i) Pavimento Flexível – não tem a função de trabalhar à tração. Basicamente, o betume é lançado sobre uma cama granular. (ii) Pavimento Semirrígido – Apresenta uma resistência intermediária à tração. (iii) Pavimento Rígido – Trabalha muito bem à tração, é constituído por placas de cimento Portland.

Para a elaboração de um projeto executivo de pavimento, são realizados estudos preliminares, pois o tipo de calçamento a ser escolhido dependerá da carga máxima legal a ser suportada (MARQUES, 2014) e volume de tráfego, onde são

estudados os volumes de tráfego atuais e projeções matemáticas de possível aumento de circulação (MEDINA, 1997).

A pavimentação contempla a execução de várias camadas como sub-leito, Sub-base e revestimento. Porém, esse estudo terá como foco a camada de revestimento, pois é onde é aplicada a massa asfáltica com adição de borracha.

A camada de revestimento do pavimento pode ser classificada como:

- (i) Rígidos – concreto de cimento (Cimento Portland, agregados, areia e água), macadame e Paralelepípedos (argamassa de cimento moldada);
- (ii) Flexíveis – Em solo estabilizado (lançamento de cascalhos ou material granulométrico sobre a terraplanagem), por calçamento (assentamento de blocos de concreto pré-moldados e articulares) e betuminosos (concreto asfáltico) (MARQUES, 2012).

Segundo Cunha (2013), na escolha do melhor método a ser utilizado, a fim de atender as normatizações relativas às características básicas de uma via, devem ser levadas em consideração a disponibilidade das matérias-primas da região, bem como, mão-de-obra qualificada para a execução do determinado método, equipamentos necessários como automóveis, ferramentas, localidade do canteiro de obra, tempo em que se deseja o término da obra e as tecnologias disponíveis.

### **2.3.1 Análise comparativa entre o asfalto convencional e o asfalto com adição de borracha**

De acordo com a Greca Asfaltos (2010), o asfalto com adição de borracha é utilizado na execução de pavimentação, onde foram 9.000 km de obras realizadas, além de comercializarem produtos de manutenção rápida (ensacados). No decorrer dos 16 anos de utilização dessa técnica houve aperfeiçoamentos, chegando a 3ª geração do produto, para atender melhor às condições encontradas nas estradas brasileiras.

Quanto à vantagem financeira observada pela empresa do asfalto modificado com a borracha em relação ao convencional, o custo da tonelada tende a ser maior. Entretanto, é necessário avaliar os benefícios a longo prazo como, por exemplo, vida útil maior, menor manutenção do trecho e possível redução na espessura da camada de revestimento.

A empresa utiliza a “Contabilidade Ecológica” para calcular o total de pneus necessários na produção do asfalto borracha. Considera a princípio que em uma pista com 7 metros de largura são necessários 1.000 pneus para cada quilômetro de serviço realizado.

A Greca Asfaltos Ltda (2016) ressalta que a questão ambiental é uma das vantagens que mais destaca no produto. Sendo que desde 2001 foram utilizados mais de 9 milhões de pneus. A empresa possui parceria com a Strasse Reciclagem de Pneus Ltda. Essa empresa utiliza mão de obra penitenciária, colaborando com as comunidades locais.

O investimento inicial é cinco vezes maior porém, a longo prazo é financeiramente viável, uma vez que necessita de menor número de manutenção em sua vida útil. Além disso, conforme explica Zatarin *et al* (2016), outra vantagem observada é a redução do tempo na execução do asfalto borracha.

Pode-se notar que o asfalto ecológico é uma nova tecnologia que está sendo estudada como forma de melhoria da pavimentação convencional visto que, apresenta melhor elasticidade, durabilidade, aderência e menor deformação aparente, bem como redução de ruídos, além de contribuir significativamente com a redução de descarte incorreto de pneus inservíveis. Por fim, a tabela 1, mostra um comparativo de custo de uma obra de restauração de 30 km de extensão, em que o projeto especifica espessura de 5 cm para a utilização do asfalto convencional e espessura de 3,5 cm para o asfalto borracha, resultando em uma redução de 30 % na espessura. Para a execução dos 30 km de asfalto convencional, a usina responsável, no caso X, demandou 3 meses para sua finalização, enquanto que para a pavimentação com o asfalto de borracha para o mesmo trecho demorou 2 meses. Uma redução de 33% no tempo de execução deste para aquele.

Tabela 1 – Comparativo CBUQ Convencional x CBUQ com asfalto borracha

<b>Revestimento em CBUQ convencional</b>	<b>Revestimento em CBUQ com Asfalto-borracha com redução de 30%</b>
30.000 m x 7,00 m x 0,05 m x 2500 t/m <sup>3</sup> =26.250 toneladas de massa asfáltica de CBUQ normal	30.000 m x 7,00 m x 0,035 m x 2500 t/m <sup>3</sup> = 18.375 toneladas de massa asfáltica de CBUQ com asfalto-borracha

Fonte: Zatarin et al (2016).

Considerando esses dados, para executar 30 Km do asfalto convencional a usina demandará de 3 meses para essa obra de pavimentação, sendo que utilizando

o asfalto borracha, para pavimentar esse mesmo trecho, demorará 2 meses, tendo uma redução de 30%.

### **2.3.2 Obras de infraestrutura urbana**

Planejar é uma ação essencial para a implantação de qualquer empreendimento, inclusive o canteiro de obras. Para Bernardes (2010), “o planejamento tem se resumido, em geral, à produção de orçamentos e outros documentos referentes às etapas a serem seguidas durante a execução do empreendimento”. Primeiramente, elabora-se um plano inicial, que deve analisar todo o contexto, necessidades e impactos, chamado também de Plano Mestre, que contém as dimensões do projeto, qual sistema de construção a ser adotado, bem como os equipamentos e materiais necessários, prazos e valores estimados e outras considerações específicas de cada projeto (GIAMMUSSO, 1991), porém, pode sofrer alterações.

A programação é parte do planejamento, nela deve conter como, onde e quando será desenvolvida cada atividade. Devendo ter a previsão detalhada dos prazos, recursos disponíveis, especificações técnicas, período de análise de evolução da obra, acompanhamento das metas a serem atingidas, tomada de decisão e replanejamento, caso necessário (HIRCHFELD, 1980).

O projeto pode ser conceituado como uma representação de objetivos previamente expostos e idealizados, organizados e estruturado de forma que seja possível sua mais fiel execução, possuindo duas fases básicas, sendo elas, a concepção e a construção (CIMINO, 1987), no caso da engenharia, os projetos são desenvolvidos e representados em formas de desenhos, ou plantas e plotados em pranchas, além de serem acompanhados por memoriais descritivos e de cálculos, devem obedecer as Normas Brasileiras. A NBR 5679 (ABNT, 1977) trata da elaboração de Projetos de Obra de Engenharia e Arquitetura e o conceitua da seguinte forma

[...] o trabalho, segundo as determinações de projeto e as normas adequadas, destinado a modificar, adaptar, recuperar ou criar um bem, ou que tenha como resultado qualquer transformação, preservação ou recuperação do ambiente natural.

Segundo Casarotto Filho, Fávero e Castro (1999), as fases de um projeto desde a sua idealização são:

- a) Anteprojeto preliminar – plano sumário: consiste em reunir as informações necessárias para descobrir se existe algum caminho para a consecução do objetivo visualizado;
- b) Anteprojeto definitivo – estudo de viabilidade: consiste no estabelecimento de alternativas que permitam o objetivo visado, acompanhadas de seus respectivos orçamentos. Esse é o instrumento básico para a tomada de decisões quanto ao prosseguimento do projeto escolhendo uma ou nenhuma das alternativas;
- c) Projeto básico – de engenharia, definitivo: caracteriza-se pela adoção da alternativa indicada no anteprojeto definitivo e por seu desenvolvimento em nível de aprovação por quem de direito, fornecendo elementos seguros para uma boa estimativa de custos, com precisão de 15 a 30%. Esse projeto deve indicar claramente as atividades obrigatórias e o que poderá ser eventualmente modificado, além de fornecer elementos técnicos suficientes que consolidem os dimensionamentos e esquemas principais do projeto;
- d) Projeto executivo – detalhado, de implantação e execução: destina-se a fornecer os elementos indispensáveis à construção e montagem; nem sempre o projeto executivo toma a forma de um volume compacto, como ocorre com o projeto básico. Geralmente, os documentos que o constituem vão sendo produzidos simultaneamente à implantação.

A etapa de execução do projeto é onde surgem as maiores dúvidas, porque nem sempre é possível o cumprimento do cronograma e é a fase que mais gera inconsistências entre o real e o planejado. Para que se tenha uma segurança do que realmente foi contratado e a qualidade com que se está executando, é imprescindível um contrato firmado entre as partes, garantindo que não seja exigido algo além do contrato e assegurando que o cliente receba exatamente o que foi contratado (MEIRELLES, 1996).

A construtora deve assegurar um desempenho de segurança e estabilidade da edificação por um período de cinco anos, segundo o artigo 618º do Código Civil (LEI 10.406/2002).

### **3.0 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA**

Este artigo está fundamentado na metodologia de pesquisa exploratória, de natureza básica e abordagem qualitativa. Gerhardt e Silveira (2009, p. 35) define “este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o

problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Um estudo envolvendo a análise da viabilidade técnica na utilização do asfalto com adição de borracha proveniente de pneus inservíveis.

Como coleta de dados, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com autores como Zatarin (2017), que dissertou sobre os resíduos sólidos e o meio ambiente, Oda (2000) e Pilati (2008), que falaram sobre o asfalto com adição de borracha, Bernucci (2010) e Faxina (2006), que explicaram sobre o processo de adição de borracha à massa asfáltica, Netto e Reis (2015), onde foi possível obter conhecimento sobre o comparativo dos dois tipos de asfalto e Betusal (2016) que explica sobre a pavimentação no Brasil, dentre outros. Além desses autores, os conhecimentos necessários ao desenvolvimento dessa pesquisa se deram através de Resoluções do CONAMA e NBR's. Tachizawa (2008, p. 4) salienta que “o conhecimento científico não provém do zero, do mesmo modo, raras são as perguntas que não foram levantadas. Por isso é pertinente antes de se prosseguir com a pesquisa, procurar inteirar-se sobre o que está escrito através da revisão bibliográfica”.

Também foi realizada entrevista com uma empresa loteadora, a Soma Urbanismo. Essa entrevista contou com perguntas que visaram entender se estão ou não utilizando o asfalto ecológico, entender o processo de elaboração de projetos executivos de pavimentação desses novos empreendimentos, para ser possível analisar a viabilidade.

Como fonte de dados primária, foram realizadas pesquisas em obras de autores que dissertaram sobre a fabricação do asfalto com adição de borracha proveniente de pneus inservíveis, bem como, o desenvolvimento urbano através da construção de novos loteamentos e a importância da utilização de tecnologias sustentáveis. As fontes para esses estudos foram obtidas por material disponível em sites, como livros digitalizados, artigos publicados, dissertações publicadas, dentre outras, sempre buscando pesquisas atuais e de alta confiança, artigos publicados no *Scielo*.

A fonte de coleta de dados secundária foi via Pesquisa de campo com um entrevistas a serem realizadas com uma empresa loteadora que elabora e executa obras de loteamento na cidade de São Mateus, afim de descobrir a técnica que mais utilizam. Além disso, foram realizadas visitas “in loco” em loteamentos já executados, para conhecer os tipos de pavimentos mais utilizados.

#### **4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na cidade de São Mateus/ES, a principal loteadora, levando em consideração a quantidade de loteamentos já executados, é a Soma Urbanismo. Em entrevista realizada com a loteadora citada, foi possível obter algumas informações sobre a ideologia da utilização do asfalto com adição de borracha.

A Soma Urbanismo está no mercado da construção de loteamentos a 11 anos, tendo 16 empreendimentos lançados, atuando nas cidades de São Mateus, Colatina, Jaguaré, Linhares e Guaçuí, sendo sua sede em São Mateus. Ao longo desses anos de projetos e execução de loteamentos, foram realizadas várias mudanças nos processos construtivos, visando o melhoramento do produto e infraestrutura entregue.

Durante a concepção do projeto, leva-se em consideração a região de implantação, material disponível, mão-de-obra e maquinários, para a escolha do melhor método construtivo a ser realizado. As mudanças propostas pelo setor de projetos é sempre em comum acordo com o setor de obras, pois é estudado a viabilidade do novo material ou método e as implicações que deve conter nos projetos executivos. Também é estudado junto ao setor de suprimentos a disponibilidade de materiais no mercado local, ou quanto fora, o custo adicional com o frete.

Eles destacam que houve modificações no material dos tubos de drenagem, antes de concreto e agora é PVC, o material ficou com um custo maior, porém levaram em conta que diminuirá o custo com homem/hora, ao final da obra saberão ao certo o custo benefício do novo sistema.

Outra mudança destacada é o modelo de execução do meio-fio. Antes ele era executado com peças pré-moldadas, montadas in loco na extremidade do pavimento executado, o modelo atual é o extrusado, que é visualmente mais bonito. Para a execução desse modelo é necessário uma extrusora.

Essas mudanças, dentre outras apontadas, mostram que a loteadora é uma empresa que está buscando inovação na sua forma de projetar e executar a infraestrutura dos loteamentos, a fim de melhorar os materiais e métodos já utilizados, mesmo que sejam tecnologias que a princípio possam gerar um custo adicional, mas a empresa que a longo prazo pode gerar resultados positivos.

Quanto à pavimentação, em seus loteamentos, a Soma utiliza o bloco inter-travado, pois acredita ser um tipo de pavimento que apresenta conforto de tráfego, necessita de pouca manutenção, visualmente é considerável viável a um loteamento familiar (esteticamente) e de fácil aplicação.

A Soma Urbanismo ressalta que sempre busca por novas tecnologias construtivas. Conhece o asfalto com a adição de borracha, porém nunca estudaram sobre a possibilidade de aplicação desse tipo de pavimento nas vias internas dos loteamentos, por julgarem mais confortável o bloco, mas concorda ser um tipo de pavimento viável para a ligação dos loteamentos a via existente da cidade, pois geralmente são rodovias de pavimentação asfáltica, pois o asfalto borracha além de ser um material economicamente viável, contribui positivamente para o meio ambiente e a empresa presa pela preservação ambiental.

Isso mostra a importância do estudo de aplicação de novas tecnologias em dada região, a fim de mostrar aos construtores locais a viabilidade da utilização de materiais e métodos diferentes dos convencionais.

No levantamento bibliográfico foi possível identificar que o asfalto borracha tem melhor desempenho, pois a borracha possibilita melhor recuperação elástica, viscosidade redução na deformação permanente e aumenta a vida útil da via, além de contribuir diretamente para a preservação do meio ambiente, com a recuperação de pneus inservíveis, reduzindo o acúmulo desse material na natureza. A tabela 2 foi elaborada de acordo a informação obtida através dos autores Marques (2012), Satana (1993), Greca Asfaltos (2015) e Zatarini (2017).

Tabela 2 – Relação Asfalto Convencional x Asfalto com adição de borracha

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>ASFALTO CONVENCIONAL</b>	<b>ASFALTO COM ADIÇÃO DE BORRACHA</b>
Materiais Usados	Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), ligante e agregado	Via Úmida: CAP, borracha usinada à quente (ligante) e agregados. Via Seca: CAP, ligante e borracha triturada (agregado)
Elasticidade	Menor elasticidade	Melhor propriedade elástica
Deformação	Deformação nos trilhos das rodas	Menor deformação
Durabilidade	5x menor	5x maior
Aderência	Menor aderência	Melhora consideravelmente na frenagem dos veículos
Ruídos	Apresenta ruídos	Redução de até 5dB dos ruídos
Custo	Investimento inicial menor, matéria-prima barata e maior necessidade de manutenção	30% mais caro no investimento inicial e menor necessidade de manutenção

Domínio de tecnologia	Estudado desde a antiguidade	Nova técnica, ainda está sendo aperfeiçoada
Mão-de-obra	Facilmente encontrada	Necessita do acompanhamento de uma equipe técnica do distribuidor

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em comparação ao convencional, tem custo inicial de preparação e execução 30% maior, o que o torna menos utilizado, devido à falta de conhecimento sobre essa tecnologia e incentivos políticos. Em contrapartida, a adição de borracha ao cimento asfáltico proporciona custos de manutenção menores, por ser mais flexível e resistente, mostrando seu custo benefício a longo prazo. Como foi visto, esse procedimento favorece um retorno ambiental e o financeiro a longo prazo, além das melhorias físicas que esta modificação apresenta na pavimentação.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Asfalto Borracha é uma alternativa ecologicamente correta, uma vez que na sua fabricação são utilizados pneus inservíveis que seriam descartados de forma incorreta na natureza. Além disso, em comparação ao convencional, tem custo inicial de preparação e execução 30 % maior, o que o torna menos utilizado, devido à falta de conhecimento sobre essa tecnologia e incentivos políticos. Em contrapartida, a adição de borracha ao cimento asfáltico proporciona custos de manutenção menores, por ser mais flexível e resistente, mostrando seu custo-benefício a longo prazo.

Por se tratar de um processo/material não muito utilizado no mercado local, as empresas loteadoras não possuem tanto acesso às informações e ao produto, o que o torna uma não opção no momento da escolha do tipo de pavimento por ser pouco acessível. E por ser loteamento familiar e estar no interior, o mercado consumidor se sente mais propenso a adquirir um lote em vias pavimentadas com material que não seja asfalto, por terem uma ideologia de aumentar a temperatura local e a velocidade do fluxo de veículos. Porém, por se tratar de um material mais barato e ecologicamente correto, seu uso pode ser implementado nas vias de acesso que ligam das vias do loteamento que ligam com rodovias municipais.

É notório o interesse das construtoras em investir em novas tecnologias sustentáveis, porém, é necessário que sejam mais acessíveis e tecnologicamente e economicamente, para isso é interessante que haja investimento no reaproveitamento de resíduos sólidos, através de incentivos fiscais e fiscalização

das normas presentes nas leis vigentes, assim tornará mais atraente a reutilização da borracha de pneus em pavimentação asfáltica, podendo ser produzida em grande escala, fazendo com que seja economicamente viável o investimento inicial, comparado ao convencional.

Para pesquisas futuras sugere-se que desenvolvam estudos sobre a utilização do asfalto borracha na pavimentação de vias públicas como alternativa de pavimentação de novas estradas, como também em sua utilização como material de manutenção, analisando sua viabilidade técnica e financeira.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5679**: Elaboração de projetos de obras de engenharia e arquitetura. Rio de Janeiro, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7207**: **Terminologia e Classificação de Pavimentação**. RJ: Rio de Janeiro. 2011.  
BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13718/000292771.pdf>>. Acesso em 13 de out. 2020.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação asfáltica**: Formação básica para engenheiros. 3 ed. Rio de Janeiro: Petrobras. p. 26-101. 2010.

BETUSAL. **As origens do asfalto**. 2016. Disponível em: <<http://www.betuseal.com.br/origens-asfalto/>>.

CARVALHO, José Carlos. **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002**. 2018. Disponível em: <[Http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html)>.

CASAROTTO FILHO, Nelson; FÁVERO, José Severino; CASTRO, João Ernesto Escosteguy. **Gerência de Projetos: engenharia simultânea**. São Paulo: Atlas, 1999. 170p.

CIMINO, J. Remo. Planejamento e execução de obra. 1ª ed. São Paulo: Ed. Pini Ltda, 1987. 165p.

CUNHA, P. F. **Dimensionamento e análise numérica de pisos industriais de concreto**. Mestrado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. RJ: Rio de Janeiro. 2013.

DIAS, Márcia Rodrigues. **Utilização de mistura asfáltica com borracha pelo processo da via-seca**: Execução de um trecho experimental urbano em Porto Alegre-RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. p. 08-50. 2005.

FAXINA, A. L. **Estudo da viabilidade técnica do uso de resíduo de óleo de xisto como óleo extensor em ligante asfalto-borracha**. Tese Doutorado em Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos. p. 01-34. 2006.

- GIAMMUSSO, S. E. **Orçamento e custos na construção civil**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1991. 181 p.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRECA Asfaltos. **Estudo comparativo do desempenho de um recapeamento utilizando asfalto borracha**. Rio Grande do Sul. p. 02-10. 2010.
- GRECA Asfaltos. **Estudo comparativo de deformação permanente de CBUQ'S confeccionados: Com ligantes asfálticos diversos**. Pará. p. 01-09. 2014.
- GUERRA, Sidney. **Resíduos sólidos**. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2012.
- HIRSCHFELD, H. **Planejamento com PER-CPM e análise do desempenho: método manual por computadores eletrônicos aplicados a todos os fins - construções civis, marketing, etc**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 1980. 381p.
- MARQUES, Geraldo Luciano de Oliveira. **Pavimentação: TRN 032**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. p. 01-17. 2012.
- MARQUES, G. B. **Análise de pavimento flexível: estudo de um trecho crítico na rodovia ERS-421**. UNIVATES, Lajeado. 2014.
- MEDINA, J. **Mecânica dos pavimentos**. Editora UFRJ. RJ: Rio de Janeiro. 1997.
- MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Administrativo Brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1996.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lixo: Um grave problema no mundo moderno**. p. 01-13. 2016.
- NETTO, Quincio Muniz Pinto; REIS, Ana Carolina da Cruz. **Análise do comportamento mecânico de misturas asfalto-borracha produzidas pelos processos úmido e seco**. Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET Ouro Preto. 09 a 13 de nov de 2015. Ouro Preto. p. 11-37. 2015.
- ODA, S. **Análise da Viabilidade Técnica da Utilização do Ligante Asfalto Borracha em Obras de Pavimentação**. Universidade de São Paulo. SP: São Paulo. p. 05-45. 2000.
- OLIVEIRA, Rui Manoel da Silva. **A importância dos pneus na segurança rodoviária**. p. 08-70. 2015.
- PATRIOTA, M. B. **Análise laboratorial de concreto betuminoso usinado a quente modificado com adição de borracha reciclada de pneus: Processo seco**. Mestrado em Ciência em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. p. 30-105. 2004.
- PILATI, Fernanda. **Análise dos efeitos da borracha moída de pneu e do resíduo de óleo de xisto sobre algumas propriedades mecânicas de misturas asfálticas densas**. Mestrado em Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. SP: São Carlos. p. 09-93. 2008.
- RICHARDSON, Roberto Jarry; e Colaboradores. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- SÁNCHEZ, Luiz Henrique. **Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2008.
- SANTANA, H. **Manual de pré-misturado a frio**. IBP. Rio de Janeiro: Comissão de Asfalto. 1993.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Parâmetros curriculares nacionais: Meio ambiente e saúde**. Brasília, 1998.
- SOUSA, Grasielle Silva de; FRENDA, Perla; GUSMÃO, Tatiane Crintina. **EJA: Educação de jovens e adultos**. 2. ed. São Paulo, 2009.

VISSER, A. T.; VERHAEGHE, B. **Bitum em rubber**: lessons in South África.  
In: Asphalt rubber 2000 conference – Brazil. Disponível em:  
<[http://www.estado.rs.gov.br/index.php?in=noticias\\_view.php&notid=47502](http://www.estado.rs.gov.br/index.php?in=noticias_view.php&notid=47502)>.

ZATARINI, Ana Paula Machado; SILVA, André Luiz Ferreira da; ANEMAM,  
Lehi dos Santos; BARROS, Marcos Roberto de; CHRISOSTOMOS, Walbert.  
**Viabilidade da pavimentação com asfalto-borracha**. Florianópolis. p. 10-66. 2017.

# Mundo Tecnológico

## Apresentação

A revista Mundo Tecnológico publica trabalhos técnicos culturais, científicos e/ou acadêmicos, nas áreas ligadas aos cursos oferecidos de graduação, desde que atenda aos objetivos da Instituição. Admite-se, de preferência, autor pertencente à Faculdade, sem limitar, contudo, as contribuições e intercâmbios externos, julgados pelo Conselho Editorial, de valor para a Revista e, sobretudo, para a sociedade brasileira.

## Normas de Publicação

Os originais entregues para publicação deverão ser assinados pelo autor e seguir as seguintes normas:

### 1 Texto

- 1.1 Os trabalhos devem ser inéditos e submetidos ao Conselho Editorial, para a avaliação e revista de pelo menos, dois de seus membros, cabendo-lhe o direito de publicá-lo ou não;
- 1.2 O texto deve ser apresentado em formato A4 (210x297mm);
- 1.3 Os trabalhos e artigos não devem ultrapassar o total de vinte laudas, em espaçamento normal; resumos de dissertação e monografia, duas laudas e resenhas e/ou relatos, não devem ultrapassar quatro laudas;
- 1.4 O texto deve ser entregue em CD e impresso, sendo composto no editor de texto Word for Windows, com fonte Time New Roman 12;
- 1.5 O trabalho deve apresentar obrigatoriamente:
  - Título;
  - Nome(s) do(s) autor(es)
  - Breve currículo do(s) autor(es), enfocando as atividades mais condizentes com o tema trabalhado;
  - Introdução;
  - Corpo do trabalho;
  - Resultado e/ou conclusões;
  - Referências bibliográficas.

### 2 Referências Bibliográficas

As referências bibliográficas deverão ser listadas imediatamente após texto, em ordem alfabética, obedecendo Normas Técnicas.

### 3 Citações

Qualquer citação no texto deverá ter obrigatoriamente identificação completa da fonte, acrescida da (s) página (s) de onde foi retirada a citação.

### Pede-se aos autores

- Seguir rigorosamente o Manual de Normas Técnicas da Multivix, que se encontra a disposição de todos na Biblioteca e na intranet do site da Instituição;

- Linguagem condizente como produção científica, evitando abreviações, jargões e neologismos desnecessários;
- Objetividade quanto à construção do título do artigo;
- Apresentação do significado de cada sigla que conta do texto na primeira vez em que ocorre.

### **Considerações Finais**

Os artigos são de inteira responsabilidade de seus autores e o Conselho de Editoração não se responsabilizará pelas opiniões expressadas nos artigos assinados.