

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

Ficha Catalográfica

C765 Construtech Week / organização Leandro Henrique Magalhães. --
Londrina: Ed. UniFil, 2024.

ISBN 978-65-87703-36-7

1. Engenharia civil. 2. Construtech. I. Magalhães,
Leandro Henrique, org. II. Título.

CDD 624

Bibliotecária responsável Graziela Cervelin CRB9/1834

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EXISTENTES EM UMA EDIFICAÇÃO ESCOLAR NO MUNICÍPIO DE LONDRINA

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EXISTENTES EM UMA EDIFICAÇÃO ESCOLAR NO MUNICÍPIO DE LONDRINA

Alessandro Bontempi

1. INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas são definidas como um mecanismo de degradação, e por isso podem ser identificadas por sintomas que uma edificação pode apresentar ao longo de sua vida útil. Tais anomalias geralmente podem ser identificadas visualmente, pois estão diretamente relacionadas à sua causa e sua origem do problema.

Neste contexto, existem muitos fatores e conceitos relacionados ao surgimento de cada tipo de manifestação patológica, que podem causar desconforto ao usuário, seja relacionado ao uso quanto à segurança.

Assim, com base na revisão bibliográfica e na inspeção visual da edificação é possível verificar as principais anomalias da edificação.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente artigo é examinar as manifestações patológicas mais importantes em uma instituição pública de ensino em Londrina-Pr, o Colégio Estadual Polivalente, no endereço Rua Figueira, 411, Santa Rita I. A edificação escolar mencionada, foco deste estudo, começou a funcionar em março de 1976, e atualmente atende alunos do ensino fundamental, médio e técnico. Devido ao fato de que a maioria das manifestações patológicas foi encontrada nas áreas externas das edificações, este estudo se concentra principalmente nessas áreas.

Durante a inspeção do edifício escolar, várias manifestações patológicas foram identificadas. O objetivo é explicar as possíveis causas e origem desses sintomas. O desempenho, a vida útil, a utilização e a segurança foram examinados. Para cada caso, o registro fotográfico foi utilizado para catalogar as manifestações patológicas, verificar os mecanismos por trás de suas formações e sugerir soluções possíveis para o problema.

Durante a inspeção da escola, foram encontradas fissuras, umidade, fendas, pinturas descascadas e descolamento de placas cerâmicas.

3. DELIMITAÇÕES

3.1 Procedimentos de inspeção

Para fazer a análise das manifestações patológicas, foi necessária uma visita à escola, de modo a encontrar e catalogar os sintomas patológicos na edificação. A visita foi realizada no período da manhã, com o tempo predominantemente ensolarado. As manifestações patológicas foram identificadas por meio de inspeção visual e fotografadas com auxílio de um telefone celular.

3.2 Identificação e descrição das manifestações patológicas

Uma pequena síntese da literatura sobre os tipos de manifestações predominantes na edificação é apresentada neste tópico. Deste modo, para facilitar a compreensão dos conceitos que norteiam essas manifestações, os tópicos foram organizados de acordo com o grau de incidência.

3.2.1 Fissuras

A existência de fissuras em estruturas de concreto armado é um problema de grande importância, não somente do ponto de vista econômico, ao originar gastos de recuperação e diminuir a vida útil das edificações, mas também por atingir o usuário sob o ponto de vista de conformo, salubridade e satisfação psicológica dentro da edificação. (MOLIN, 1988).

Além disso, outra perspectiva que deve ser muito bem analisada na presença de fissuras em elementos estruturais de concreto armado, é sua correlação com o aviso prévio de problemas estruturais sérios na edificação, além de comprometimento do desempenho de serviço da obra (requisitos que atendem a NBR 15575).

As fissuras podem ser classificadas quanto a sua espessura ou atividade, podendo ser ativas ou passivas. (DUARTE, 1998). De forma simples, as fissuras ativas podem ser compreendidas como fissuras que apresentam variação linear, ou seja, se movimentam, por exemplo, fissuras ocasionadas por variação térmica. Já as fissuras passivas encontram-se estabilizadas, ou seja, não apresentam nenhuma variação ao longo do tempo. (ZANZARINI, 2016). As fissuras podem ser causadas por vários fatores, entre eles a retração hidráulica, variação de temperatura, flexão, cisalhamento, torção, compressão, tração, punção e umidade.

3.2.2 Umidade

Um dos problemas mais difíceis de resolver na construção civil é a umidade. Os problemas causados pela umidade causam desconforto aos usuários, podem afetar sua saúde, deterioram rapidamente a edificação e causam danos a equipamentos e objetos internos. A umidade em uma obra pode ser causada por vários fatores, como capilaridade, chuva, vazamentos hidráulicos, fenômeno de condensação e também pode ter ocorrido durante a construção. A maioria dos problemas relacionados à construção é causada pela umidade. É o principal responsável por corrosão, eflorescências, mofo, bolores, perda de pintura, rebocos e até mesmo acidentes estruturais.

3.2.3 Pintura

A patologia em revestimentos de pintura pode surgir após a aplicação ou durante a execução. Isso se deve à interface do filme com o substrato ou a própria película da pintura. A escolha inadequada da tinta de acordo com sua exposição ou incompatibilidade com o substrato, condições meteorológicas inadequadas por temperatura, umidade muito alta ou muito baixa e ventos fortes podem ser alguns dos fatores que podem causar esses problemas. Pode ser causado também por um excesso de umidade no substrato; não ser preparado adequadamente. Além disso, a diluição excessiva ou a formulação inadequada podem causar defeitos na tinta. Problemas como descoloração, enrugamento, fissuração e pulverulência podem ser causados por uma formulação de tinta inadequada.

Para evitar manifestações patológicas, os materiais e sistemas devem ser compatíveis com a superfície a ser pintada. As manifestações mais comuns de aderência incluem empolamento, descamação, destacamento e destacamento entre camadas.

3.2.4 Descolamento de placas cerâmicas

A placa cerâmica é um material feito de argila e outras matérias-primas inorgânicas. É usado para revestir paredes e pisos, sendo fabricado por extrusão ou prensagem, mas pode ser feito com outras técnicas.

Geralmente, após a conclusão de uma obra, apenas a camada do revestimento, seja ela cerâmica ou não, permanece exposta. Esses revestimentos proporcionam conforto funcional e estético à estrutura e a seus usuários, porém, por permanecerem expostos, ficam mais vulneráveis ao surgimento de manifestações patológicas. Dentre tais manifestações patológicas, destaca-se o descolamento de placas cerâmicas, que pode ser cotidianamente observado (JUST; FRANCO, 2001)

4 MÉTODO DE PESQUISA

4.1 Inspeção fotográfica e avaliação de possíveis causas e origens

A vistoria realizada encontrou vários problemas patológicos em vários locais da edificação. As principais manifestações patológicas são discutidas neste tópico.

4.1.1 Fissuras

Manifestação 1: Uma abertura alongada é caracterizada por uma fissura que se estende como uma linha retilínea que corta as paredes externas, como mostrado nas Figuras 1-a e 1-b.



Figura 1-a: Fachadas externa



Figura 1-b: Fachadas externa com incidência de fissura contínua

A escola está rodeada por uma elevação de aproximadamente trinta centímetros de altura, conforme pode ser observado visualmente. A estrutura está apoiada por essa

elevação, contudo a fundação mostrava sinais de recalque, o que levou a uma fissura gradual em quase todo o contorno. O recalque foi causado possivelmente por um erro de dimensionamento no projeto e na execução da estrutura e da fundação.

Manifestação 2: Na superfície da parede externa da edificação, existe uma fissura vertical alongada. A abertura, em relação à sua geometria, começa verticalmente no canto da parede e se estende em 45° em direção ao canto da janela, conforme ilustrado na Figura 2.



Figura 2: Fissura na parede externa

A fissura foi causada por abertura na parede posterior à execução da mesma, relacionada à passagem da tubulação de ar condicionado.

4.1.2 Umidade

Manifestação 3: Apresenta manchas de umidade e descascamento da tinta na parede no bebedouro da escola.

Conforme ilustrado na Figura 3, o bebedouro de água está apoiado na parede do refeitório da escola. Devido à passagem da canalização de água, a umidade acidental surge nesta área. A mancha embaixo do bebedouro é causada por vazamento de água ou má vedação entre canos.



Figura 3: Parede do bebedouro com problema de infiltração de umidade.

4.1.3 Pintura

Manifestação 4: A Figura 4 apresenta dois tipos de manifestações patológicas, que são: biodegradação da pintura e descascamento.



(a)



(b)

Figura 4: Descascamento da parede (a) e forro do teto (b)

As patologias associadas a pinturas normalmente ocorrem na fase de execução, porém sendo diversas as causas geradoras. Existem várias maneiras de tratar isso, mas a melhor maneira de acabar com o problema é remover toda a pintura danificada e aplicar uma nova pintura usando um método de execução adequado que respeite todas as etapas do processo.

A Figura 4 traz um exemplo de desagregação da pintura externa e interna do edifício.

4.1.4 Descolamento de placas cerâmicas

Manifestação 5: Conforme Figura 5, observa-se o descolamento de placas cerâmicas.

As causas mais comuns para o descolamento são: deficiência quanto a preparação do concreto em sua rugosidade, emprego de traço inadequado de aderência de contra piso, em suma em sua maioria problemas quanto a aderência. Também existem outros fatores como por exemplo, o mau assentamento.



Figura 5: Descolamento de placas cerâmicas

Já quando se trata do reparo adequado para essa anomalia, é preciso resolver primeiro a causa do problema, para que, posteriormente, seja substituído o revestimento em partes ou no todo.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

As manifestações patológicas são comuns na construção civil, o que pode causar desconforto além de colocar em risco os usuários. Logo, o diagnóstico das anomalias deve ser feito corretamente para reduzir a perda de recursos e o desempenho da construção.

Portanto, todas as manifestações patológicas mencionadas devem ser corrigidas, pois elas tendem a aumentar com a idade da edificação. Além dos reparos e correções para todas as anomalias, essa intervenção deve incluir um plano de manutenção preventiva. Esses cuidados devem levar em consideração a segurança dos usuários, a preservação da estrutura e de anomalias futuras.

Quase toda a edificação apresenta manifestações patológicas, com destaque para o recalque da fundação, resultado de dimensionamento inadequado da estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAL MOLIN, Denise C. Coitinho. Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988.

Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10183/15655>>. Acesso em 10 maio. 2024.

DUARTE, R.B. Fissuras em alvenaria: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre, 1998. CIENTEC, Boletim técnico, n.25. Disponível em:

<http://www.cientec.rs.gov.br/upload/20160728175220boletim_tecnico_25fissuras_em_alvenarias_causas_principaismedidas_preventivas_e_tecnicas_de_recuperacao.pdf>. Acesso em 14 maio 2024.

GONÇALVES, Eduardo A. Buys. Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.

Rio de Janeiro, 2015.

Disponível em: < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>>.

Acesso em 16 maio. 2019.

JUST, Angelo; FRANCO, Sérgio Luiz. Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00285.pdf> Acesso em: 01 maio 2024.

SANTOS, Altair. Trincas, fissuras, fendas e rachaduras exigem cuidado.

Disponível em:

<<https://www.cimentoitambe.com.br/trincas-fissuras-fendas-e-rachaduras-exigem-cuidado/>>.

Acesso em: 10 maio 2024.

SILVA, Isaias Martinez Matias da; SANTOS, Gabriel Dardengo Moraes dos. Levantamento e análise de fissuras em elementos estruturais de concreto armado em edificações no município de Serra – ES. 2018. 20 f. Curso de Engenharia Civil, Faculdade Capixaba da Serra – Multivix, Vitória, 2018. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/levantamento-e-analise-de-fissuras-em-elementos-estruturais-de-concreto-armado-em-edificacoes-nomunicipio-de-serra-es.pdf>>.

Acesso em: 6 maio 2024.

ZANZARINI, José Carlos. Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – estudo de caso. 2016. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6879/1/CM_COECI_2016_1_15.pdf>.

Acesso em: 16 maio 2024.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas em edificações constituíram uma preocupação contínua e representaram um desafio substancial para engenheiros e profissionais da construção civil. Tais manifestações amplificaram os prejuízos, transformando pequenos problemas patológicos, que poderiam ser resolvidos com baixo custo de recuperação, em perdas financeiras significativas.

O aumento desses prejuízos em edificações tornou-se inaceitável, uma vez que problemas como fissuras, infiltrações e desagregação de materiais podiam comprometer a segurança estrutural. A necessidade de realizar estudos sobre as manifestações patológicas na construção civil cresceu consideravelmente. Esses problemas resultaram em edificações com desempenho e durabilidade reduzidos, além de apresentarem comprometimentos estéticos e funcionais. A análise das manifestações patológicas em edificações foi fundamental para garantir a longevidade e segurança das construções.

Este trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso no qual se observaram diversas falhas construtivas na obra, decorrentes da falta de fiscalização e da falta de uma mão de obra qualificada. Para atingir os objetivos propostos, foi feita uma revisão bibliográfica visando descrever as principais manifestações patológicas encontradas em uma edificação de alvenaria não estrutural ocorridas no processo de execução da obra. Utilizou-se como bibliografia livros, artigos e periódicos, além de arquivos eletrônicos para auxiliar no desenvolvimento e sustentação do assunto abordado.

O trabalho teve origem realizando-se inspeções visuais, com o objetivo de localizar problemas de ordem patológica na edificação, fotografando-os. Após isso, foi feita uma análise de cada um individualmente, buscando estudar a causa que levou à ocorrência de tal falha. A elaboração da revisão bibliográfica permitiu aprofundar o conhecimento em relação às causas e prevenções das manifestações patológicas.

Sendo assim, o trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

- Realização de inspeções visuais do estabelecimento;
- Análise dos problemas, identificação dos GUTs;
- Investigação das possíveis causas dos problemas identificados;
- Análise da solução de reparo e de medidas preventivas utilizadas na obra.

2. OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo geral realizar uma análise detalhada das principais patologias que poderiam surgir em edificações, com o intuito de fornecer insights valiosos para o avanço do conhecimento e das práticas no campo da engenharia civil e para os profissionais da área, contribuindo para a identificação precoce e a resolução eficaz de problemas, os quais eram originados por falhas de projeto, execução inadequada, utilização de materiais de baixa qualidade ou ausência de manutenção adequada. A intenção foi identificar e compreender as principais manifestações patológicas presentes na edificação,

bem como determinar suas causas, origens, mecanismos e sintomas das anomalias da construção civil.

Objetivo do estudo:

- Realizar uma análise detalhada das principais patologias em edificações.

Propósito:

- Fornecer insights para o avanço do conhecimento e práticas na engenharia civil.
- Auxiliar os profissionais da área na identificação precoce e resolução eficaz de problemas.

Origens das patologias:

- Falhas de projeto.
- Execução inadequada.
- Utilização de materiais de baixa qualidade.
- Ausência de manutenção adequada.

Intenção do estudo:

- Identificar e compreender as principais manifestações patológicas presentes na edificação.
- Determinar causas, origens, mecanismos e sintomas das anomalias da construção civil.

3. DELIMITAÇÕES

Este estudo se concentra em uma edificação específica localizada na cidade de Londrina, Paraná. A escolha desta edificação baseou-se em sua representatividade quanto às características comuns de construções prediais na região. As análises foram limitadas às manifestações patológicas observáveis externamente e internamente nos principais ambientes da edificação. Considerando a importância de se compreender essas manifestações patológicas em edificações prediais, a escolha dessa edificação específica permitirá uma investigação mais abrangente e eficiente das causas e efeitos das patologias. No entanto, é importante ressaltar que áreas técnicas, como telhados e fundações, serão excluídas, uma vez que sua inspeção demanda métodos invasivos que fogem ao escopo deste estudo. Além disso, ao restringir a análise às manifestações patológicas visíveis sem a necessidade de métodos intrusivos, garantimos uma abordagem pragmática e viável do ponto de vista técnico e econômico.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Fundamentação Teórica:

A análise das manifestações patológicas em edificações residenciais requer uma abordagem sistemática e detalhada, fundamentada em princípios teóricos e metodológicos que permitam identificar, diagnosticar e propor soluções para os problemas observados. Para tal, a fundamentação teórica deste estudo baseou-se em diversas áreas do conhecimento da engenharia civil, incluindo patologia das construções, técnicas de inspeção e diagnóstico, bem como metodologias de manutenção preventiva e corretiva (Helene, 1992; Andrade, 2003).

Revisão de Literatura:

A primeira etapa do método de pesquisa envolveu uma extensa revisão de literatura, abrangendo artigos científicos, livros técnicos, normas e regulamentos pertinentes à patologia das construções. Essa revisão forneceu uma base teórica sólida para entender os diversos tipos de manifestações patológicas, suas causas comuns, mecanismos de desenvolvimento e métodos de reparo. Fontes como "Manual de Patologia das Construções" (Helene, 1992) e "Diagnóstico de Patologias em Estruturas de Concreto Armado" (Andrade, 2003) foram fundamentais para esta fase.

- **Estudo de Caso:**

A pesquisa foi conduzida através de um estudo de caso detalhado, focado em uma edificação específica localizada em Londrina, Paraná. A escolha desta edificação baseou-se em sua representatividade em termos das características comuns de construções residenciais na região.

- **Levantamento de Dados:**

O levantamento de dados foi realizado através de inspeções visuais e técnicas não invasivas, conforme delimitado anteriormente. As principais etapas incluíram:

- **Inspeção Visual:**

Realização de uma inspeção minuciosa das áreas externas e internas da edificação, identificando e registrando todas as manifestações patológicas visíveis, como fissuras, infiltrações, eflorescências, desagregação de materiais, entre outras.

- **Documentação Fotográfica:**

Registro fotográfico detalhado de todas as patologias identificadas, permitindo uma análise mais precisa e a comparação com literatura especializada.

- **Mapeamento das Patologias:**

Criação de mapas esquemáticos da edificação, indicando a localização exata de cada manifestação patológica observada.

- **Diagnóstico:**

A etapa de diagnóstico envolveu a análise dos dados coletados para identificar as causas e mecanismos das patologias observadas. Este processo foi guiado por técnicas reconhecidas na literatura, como a análise das condições ambientais, métodos construtivos utilizados, qualidade dos materiais empregados e histórico de manutenção da edificação.

- **Análise das Causas:**

Identificação das causas principais das manifestações patológicas, podendo incluir falhas de projeto, execução inadequada, utilização de materiais de baixa qualidade ou ausência de manutenção adequada.

- **Mecanismos de Degradação:**

Determinação dos mecanismos específicos que levaram ao desenvolvimento das patologias, como umidade ascendente, retração térmica, corrosão de armaduras, entre outros.

- **Propostas de Intervenção:**

Com base no diagnóstico realizado, foram elaboradas propostas de intervenção para correção das patologias identificadas. Estas propostas incluíram:

- **Soluções de Reparação:**

Métodos e materiais recomendados para a reparação das patologias específicas identificadas na edificação.

- **Medidas Preventivas:**

Estratégias de manutenção preventiva para evitar o reaparecimento das patologias, tais como selagem de fissuras, impermeabilização de superfícies e aplicação de tratamentos protetores.

- **Validação das Propostas:**

As propostas de intervenção foram validadas através de consulta a normas técnicas e recomendações de especialistas na área de patologia das construções. Além disso, a viabilidade técnica e econômica das soluções propostas foi analisada, garantindo que as intervenções recomendadas fossem práticas e sustentáveis.

5. DISCUSSÃO DA PESQUISA

Conforme objetivos propostos foram identificados alguns problemas estruturais e de infraestrutura que demandam atenção. Abaixo, apresentamos uma listagem das anomalias encontradas na edificação:

- Manifestação patológica 1 (MP1): Craqueamento ou craquelamento.
- Manifestação patológica 2 (MP2): Formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor.
- Manifestação patológica 3 (MP3): Abrasão.
- Manifestação patológica 4 (MP4): Vazamento em válvula de descarga.
- Manifestação patológica 5 (MP5): Descolamento por empolamento.

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA 1



Manifestação Patológica: Craqueamento ou Craquelamento

Causa: Envelhecimento da pintura e contração e expansão da pintura.

Origem: Falta de Manutenção

Mecanismo: Desenvolvimento de fissuras na superfície da tinta, que são causadas pela movimentação do substrato, devido a variação de temperatura e umidade (exposição a sol e chuva).

Classificação técnica: Anomalia exógena – Vício Aparente.

Criticidade: Gravidade: 1 Urgência: 1 Tendência: 1 Total: 1

Nível de criticidade: Prioridade 3

Recomendação técnica: A superfície afetada deve ser preparada adequadamente, para a devida intervenção, isso inclui a remoção da tinta antiga e danificada, limpeza da superfície, reparo de fissuras ou falhas no substrato, se necessário e aplicação de primers ou selantes apropriados.

Após a preparação, realizar a aplicação de camadas uniformes de tinta, respeitando os tempos de secagem entre as demãos, e evitando a aplicação em condições climáticas desfavoráveis.

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA 2



Manifestação Patológica: Formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor

Causa: Infiltração de água, devido a telhas e rufos danificados

Origem: Falta de Manutenção

Mecanismo: A água se infiltra através do telhado ou da estrutura do edifício e entra em contato com o teto de gesso, causando manchas descoloridas ou escurecidas.

Classificação técnica: Anomalia endógena – Vício oculto.

Criticidade: Gravidade: 8 Urgência: 6 Tendência: 6 Total: 288

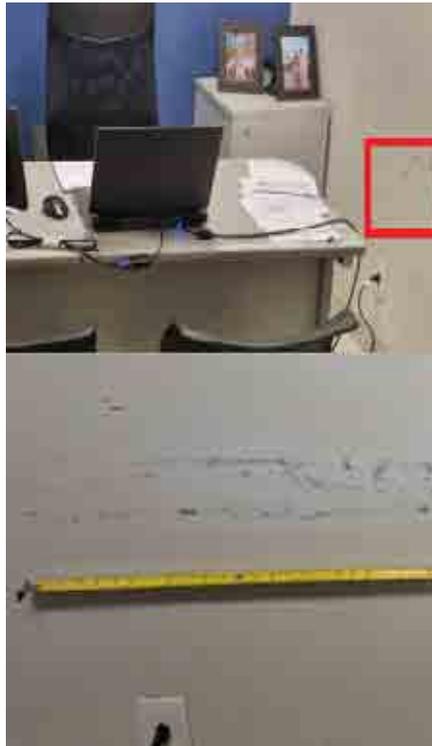
Nível de criticidade: Prioridade 1

Recomendação técnica: Verificar se as calhas, rufos e telhas estão em boas condições, calhas entupidas ou danificadas podem impedir o escoamento adequado da água, levando a infiltrações.

Realizar os reparos necessários, fazendo a substituição de telhas danificadas, vedação de rachaduras ou lacunas, reparo de pontos de acesso para a água, entre outros.

É recomendado inspeções periódicas no telhado para identificar e corrigir problemas potenciais antes que se tornem mais graves.

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA 3



Manifestação Patológica: Riscamento

Causa: Este desgaste pode ser causado por diversos fatores, movimentação de móveis sem proteção adequada, limpeza inadequada com produtos abrasivos, entre outros.

Origem: Uso

Mecanismo: O riscamento envolve o desgaste gradual da camada superficial do revestimento, resultando na perda de sua integridade e na exposição de camadas subjacentes.

Classificação técnica: Anomalia exógena – Vício aparente.

Criticidade: Gravidade: 1 Urgência: 1 Tendência: 2 Total: 2

Nível de criticidade: Prioridade 3

Recomendação técnica: Realizar o lixamento da área afetada para remover irregularidades e preparar a superfície para a aplicação subsequente de materiais. Em seguida, aplica-se massa corrida para corrigir quaisquer imperfeições remanescentes, permitir que a película formada seque completamente, e caso seja necessário, realizar novas correções para assegurar uniformidade na superfície. Por último, é recomendado aplicar uma nova camada de tinta em toda a área afetada, a fim de prevenir o aparecimento de possíveis patologias, como o encostamento.

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA 4



Manifestação Patológica: Vazamento em válvula de descarga

Causa: Desgaste dos componentes do sistema hidráulico

Origem: Uso

Mecanismo: Os componentes móveis da válvula de descarga, como o êmbolo ou a válvula de vedação, estão sujeitos a desgaste mecânico devido ao movimento repetitivo durante o ciclo de descarga. Com o tempo, as peças se desgastam, provocando folgas maiores e menor eficiência no funcionamento da válvula.

Classificação técnica: Anomalia funcional – Vício oculto.

Criticidade: Gravidade: 6 **Urgência:** 10 **Tendência:** 8 **Total:** 480

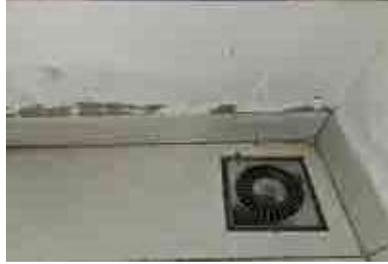
Nível de criticidade: Prioridade 2

Recomendação técnica: Verificar a vedação e realizar a limpeza e se necessário, fazer a substituição das peças danificadas da válvula de descarga, como o êmbolo, a vedação ou outros componentes móveis.

Ajustar corretamente a válvula, para que a pressão e a quantidade de água estejam adequadas à necessidade da descarga. Muitas vezes, ajustar a válvula pode resolver problemas de vazamento.

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA 5





Manifestação Patológica: Descolamento por Empolamento

Causa: Infiltração de umidade

Origem: Falta de Manutenção

Mecanismo: Na ausência de um rejunte adequado entre o rodapé e o piso, a água penetra na base da parede, essa água sobe verticalmente por meio da capilaridade, causando a expansão e deformação do material.

Classificação técnica: Anomalia endógena – Vício oculto.

Criticidade: Gravidade: 3 Urgência: 6 Tendência: 8 Total: 144

Nível de criticidade: Prioridade 3

Recomendação técnica: Para a correção, recomenda-se descascar a área empoleirada até a alvenaria, fazer a limpeza adequada, realizar uma nova impermeabilização e então, aplicar argamassa de reboco e refazer o rejunte. É necessário que os processos sejam executados corretamente para que evite o aparecimento de novos pontos de infiltração.

Sendo assim concluímos que esta pesquisa conseguiu alcançar seus objetivos, proporcionando uma visão detalhada das patologias em edificações e suas causas subjacentes. As descobertas ressaltam a importância de um enfoque integrado e rigoroso em todas as fases do ciclo de vida das construções, desde o projeto até a manutenção. Assim, contribui-se para a melhoria contínua das práticas na engenharia civil e para a sustentabilidade das edificações.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, C. (2003). Diagnóstico de Patologias em Estruturas de Concreto Armado. São Paulo: Editora Pini.

Basílio, F. (2016). Gestão da Manutenção de Edifícios: Teoria e Prática. Porto Alegre: Bookman.

Casarotto, N., & Falcão, F. A. (2013). Inspeção Predial: Anomalias Construtivas. São Paulo: Editora Blucher.

Couto, J. P. (2011). Patologia das Construções: Identificação, Diagnóstico e Terapêutica. Lisboa: IST Press.

Helene, P. R. L. (1992). Manual de Patologia das Construções. São Paulo: Editora PINI.
Norma ABNT NBR 15575 (2013). Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT.

American Concrete Institute (ACI). (2005). ACI 201.2R-01: Guide to Durable Concrete. Farmington Hills: ACI.

Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2006). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. New York: McGraw-Hill.

Souza, V. C. de, & Ripper, T. (2008). Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro: Zigate.

Vázquez, E., & Fullea, J. (2004). Handbook of Inspection, Maintenance, and Rehabilitation of Concrete Structures. London: Spon Press.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS UTILIZANDO OS MÉTODOS LIGHT STEEL FRAME E ALVENARIA CONVENCIONAL

TCC I

MODALIDADE: ACADEMIA CIENTÍFICA (Artigo)

Alisson Gabriel dos Anjos Caldas

COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS UTILIZANDO OS MÉTODOS LIGHT STEEL FRAME E ALVENARIA CONVENCIONAL

1. INTRODUÇÃO

Devido ao aumento significativo da população, há uma necessidade crescente por novas estruturas em todo o globo, impulsionando consideravelmente o avanço da indústria da construção. Como resultado, emergem novas técnicas construtivas para atender às demandas por habitação, aumentando a produtividade e a eficiência. Estas técnicas, cada vez mais ágeis e eficazes, são continuamente desenvolvidas para suprir as necessidades do mercado.

No contexto brasileiro, observa-se uma tendência à adoção de métodos construtivos mais adaptados e competitivos, destacando-se a busca por eficiência, velocidade, economia e sustentabilidade.

Assim, vemos uma técnica amplamente empregada na Ásia, Estados Unidos e na Europa, conhecida como Light Steel Frame, emergindo como uma alternativa construtiva vantajosa. Este método destaca-se pela redução de resíduos, pela rápida execução, e pela excelente performance em termos de acústica, conforto térmico e durabilidade.

Enquanto a maioria das construções no Brasil adota o sistema tradicional de Alvenaria Convencional, o que o torna uma escolha arraigada e resistente a mudanças, surge a pergunta sobre as vantagens do método Light Steel Frame em comparação com a alvenaria convencional neste contexto.

2. OBJETIVO

O propósito deste estudo é fornecer uma análise comparativa entre dois sistemas de construção: Light Steel Frame e Alvenaria Convencional. Serão discutidas as vantagens e desvantagens de cada método, assim como as etapas de execução e a viabilidade econômica.

Este estudo é relevante por comparar dois métodos de construção amplamente utilizados globalmente, com diversas aplicações no mercado. Pretende-se auxiliar e informar aqueles interessados em adotar novos métodos construtivos ainda pouco difundidos nacionalmente. A adoção de tais sistemas proporciona segurança, rapidez, sustentabilidade e redução de desperdícios, promovendo uma vida útil mais longa para os empreendimentos.

Dentro do contexto de inovação tecnológica, o Light Steel Frame é apresentado como uma alternativa construtiva, com uma análise comparativa detalhada em relação à Alvenaria Convencional. São destacados os pontos positivos e negativos de cada sistema, descrevendo os processos e facilitando a compreensão das etapas. O objetivo é alcançar uma combinação otimizada de materiais e mão de obra, garantindo as melhores condições para a realização dos projetos.

3. DELIMITAÇÕES

Este estudo investigará especificamente o uso de Light Steel Frame na construção de habitações unifamiliares em áreas urbanas de médio e grande porte, limitando-se a analisar

os aspectos de sustentabilidade ambiental, resistência estrutural e viabilidade econômica dessa técnica construtiva.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para iniciar este artigo eu pesquisei a respeito de novas tecnologias que poderiam ajudar a melhorar a construção civil e trazer mais agilidade e menos desperdício de materiais nas obras, tendo em vista isso conversei com alguns engenheiros da minha cidade e eles em comum acordo propuseram que as estruturas feitas em Steel Frame em vez da alvenaria convencional tem sido cada vez mais comum nas obras, tendo isso em mente elaborei um questionário para tirar algumas dúvidas sobre o assunto, o objetivo era obter insights e avaliações qualitativas sobre as vantagens e desvantagens de cada sistema, o foco deste questionário foi ver se eles tinham alguma experiência prática com Light Steel Frame e Alvenaria Convencional e o que achavam em questão de desempenho, sustentabilidade, e aplicabilidade dos métodos.

Depois de tirar as primeiras dúvidas fui atrás de alguns livros fazendo uma Revisão de Literatura, onde foram consultados livros, dissertações e artigos científicos. Entre os principais autores citados estão: "Milito, 2009", "Santiago, 2012" e "Yazigi, 2016", entre outros. Os artigos analisados abrangem publicações dos últimos quinze anos. Outro método de pesquisa foi a leitura de um TCC de um antigo aluno que hoje atua como engenheiro na cidade de Sertanópolis. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: "Steel Frame", "Alvenaria" e "Sistemas Construtivos". Este estudo é relevante por comparar dois métodos construtivos amplamente utilizados globalmente e com diversas aplicações no mercado

Para termos uma análise melhor, pesquisamos dois projetos, dois projetos construídos simultaneamente e em condições semelhantes. Um dos projetos adotou Light Steel Frame, enquanto o outro utilizou Alvenaria Convencional. Os projetos foram selecionados com base na localização urbana, tipologia de construção (habitações unifamiliares) e disponibilidade de dados financeiros e técnicos adequados para análise comparativa. Os dados foram coletados detalhadamente, incluindo custos, prazos de execução, consumo de materiais e desempenho técnico (acústica, térmica, resistência).

Ao finalizar todas as pesquisas parti para a análise dos dados obtidos, utilizei o Software Excel para analisar as estatísticas e o Software ATLAS.ti para a análise qualitativa, com isso pude fazer a comparação entre os dois sistemas construtivos estudados e podendo assim identificar padrões entre eles e quais as suas vantagens e desvantagens em relação ao outro. Assim é possível criar um guia prático para a escolha do método construtivo mais adequado conforme as condições específicas de cada projeto e oferecer para o consumidor final a melhor opção conforme a sua necessidade.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Este estudo oferece uma análise comparativa entre os sistemas de construção Light Steel Frame e Alvenaria Convencional. A investigação abrange vantagens, desvantagens, etapas de execução e viabilidade econômica de cada método. Comparando métodos de construção amplamente usados, o estudo visa informar e auxiliar a adoção de novos métodos construtivos, destacando a segurança, rapidez, sustentabilidade e redução de desperdícios, com a perspectiva de uma vida útil prolongada das construções. O Light Steel Frame é explorado como uma alternativa inovadora à Alvenaria Convencional, fornecendo uma análise detalhada para facilitar a compreensão dos processos e a otimização de materiais e mão de obra, visando condições ideais para a realização de projetos.

Antes de fazer o estudo foi visto uma necessidade crescente de novas estruturas, impulsionada pelo aumento populacional global, colocando pressão sobre a indústria da construção para adotar técnicas mais eficientes e produtivas. A análise apresentada compara os métodos de Light Steel Frame e Alvenaria Convencional, destacando a relevância da inovação tecnológica e sua aplicação no contexto brasileiro.

A adoção do Light Steel Frame (LSF) como alternativa à alvenaria convencional reflete uma tendência global para métodos construtivos mais sustentáveis e ágeis. O LSF oferece vantagens significativas como redução de resíduos, rapidez de execução e boa performance acústica e térmica. Estas características são especialmente valiosas em um cenário onde a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental são prioridades crescentes. Além disso, a rápida execução e menor geração de resíduos do LSF respondem diretamente à necessidade de construção de habitações de forma mais eficiente e com menor impacto ambiental.

Apesar das vantagens do LSF, a alvenaria convencional mantém sua prevalência no Brasil devido à tradição e ao conhecimento consolidado no setor. A resistência à mudança é comum em indústrias estabelecidas, onde a familiaridade com métodos tradicionais pode gerar uma inércia que dificulta a adoção de novas tecnologias. A cultura construtiva nacional, as práticas enraizadas e as regulamentações existentes também influenciam essa resistência, tornando a transição para novos métodos, como o LSF, um desafio que requer não apenas mudanças técnicas, mas também culturais e educacionais.

A viabilidade econômica do LSF em comparação com a alvenaria convencional depende de vários fatores, incluindo o custo inicial dos materiais, a mão de obra qualificada, e a escala do projeto. O estudo delimita sua análise ao uso de LSF em habitações unifamiliares em áreas urbanas de médio e grande porte, o que é um campo relevante, mas limitado. A generalização das conclusões para outros tipos de edificações ou áreas pode não ser direta, requerendo uma avaliação cuidadosa das condições locais e dos requisitos específicos de cada projeto.

O estudo apresenta o Light Steel Frame como uma alternativa promissora à alvenaria convencional, enfatizando suas vantagens em termos de sustentabilidade e eficiência. No entanto, a análise crítica sugere que a adoção de LSF no Brasil enfrenta desafios culturais e práticos. Para superar essa resistência, é essencial investir em educação e treinamento, atualizar normas e regulamentações para acomodar novas tecnologias, e realizar mais estudos de caso para demonstrar a eficácia do LSF em diferentes contextos. A combinação otimizada de materiais e mão de obra proposta no estudo é um objetivo desejável, mas a sua realização depende de um esforço coordenado entre setores da construção, academia e governo para promover uma transição suave e bem-sucedida para novos métodos construtivos.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, Bernardo. Análise de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: Light Steel Frame x Alvenaria Convencional. Rio de Janeiro, 2018

YAZIGI, Walid. A técnica de edificar, 4ª edição Editora Pini. São Paulo, 2002

RODRIGUES, Francisco C. Manual de Construção em Aço: Steel Frame: Engenharia. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro De Siderurgia/CBCA, 2012.

SANTIAGO, A.K; RODRIGUES, M. N.; OLIVEIRA, M.S. de Light Steel Frame como alternativa para a construção de moradias populares. In: CONSTRUMETAL. 2010, São Paulo. Congresso Latino-americano da construção metálica.

MILITO, José Antônio. Técnica de construção civil, São Paulo. 2009.

MOLITERNO, José. Caderno de Projetos de telhados em estruturas de madeira. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 2003.

SABBATINI, F.H. O Processo de Produção das vedações Leves de gesso Acartonado, São Paulo. 1998.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. "Steel Frame": Arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em aço. 2012. 151p.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

**IMPACTO DO NOVO COEFICIENTE DE FRAGILIDADE
(η_1) INTRODUZIDO NA NORMA 6118 2023 EM PROJETOS DE
ENGENHARIA DE ESTRUTURAS COM RESISTÊNCIA DO
CONCRETO DE CLASSE ACIMA DE 40 MPA**

TCC I

MODALIDADE: ACADEMIA CIENTÍFICA (Artigo)

Conrado Linares Castello Rauen

IMPACTO DO NOVO COEFICIENTE DE FRAGILIDADE (η_1) INTRODUZIDO NA NORMA 6118 2023 EM PROJETOS DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS COM RESISTÊNCIA DO CONCRETO DE CLASSE ACIMA DE 40 MPA

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da tecnologia e a modernização no âmbito da construção civil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), responsável pelas Normas Brasileiras (NBR), trouxe em 2023, a revisão da NBR-6118/2023 - Projetos de Estrutura de Concreto, a qual havia sido modificada em 2014. Um dos pontos mais importantes da revisão refere-se ao item 8.2.10.1. Nele, foi alterado o critério de compressão do concreto e introduzido o novo coeficiente de fragilidade η_1 ao diagrama de tensões e deformações no Estado Limite Último (ELU). Essa alteração foi estabelecida para projetos com resistência do concreto de classe acima de 40 MPa e, segundo Araújo (2022), o novo coeficiente influenciaria num aumento significativo na quantidade de armadura na seção de uma peça estrutural.

A necessidade de obras civis mais econômicas possibilita estudos e avanços científicos que cada vez mais ganham visibilidade no mercado. Ao analisar as mudanças realizadas na NBR-6118/2023, nota-se a relevância dos impactos econômicos gerados em projetos de alta resistência.

A coleta de dados para o desenvolvimento do trabalho foi a partir de pesquisa bibliográfica e documental e será abordada em: objetivo, delimitações, método de pesquisa e discussões da pesquisa.

2. OBJETIVO

Ao analisar as mudanças realizadas na NBR-6118/2023, nota-se o quão relevantes são os seus impactos em projetos de grande porte. No presente estudo, serão abordados:

- efeitos econômicos;
- efeitos de dimensionamento;

Ambos, gerados pela introdução do novo coeficiente de fragilidade η_1 , em um projeto de estruturas de concreto armado de alta resistência (CAR), a fim de permitir uma proximidade com o tema e contribuir para a comunidade acadêmica.

3. DELIMITAÇÕES

O impacto na mudança no dimensionamento de um projeto pode ser positivo e negativo dependendo da sua natureza. Com o gerenciamento eficaz dos processos de projeto é possível garantir que seu objetivo seja obtido com clareza e sem apresentar futuros imprevistos durante a sua execução.

A engenharia exige um grande nível de habilidades específicas e conhecimento técnico aprofundado, no entanto, não serão apresentados cálculos ou escopo de processos nesse trabalho.

4. MÉTODO DE PESQUISA

No ano de 2023, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresentou a revisão da NBR 6118, que trouxe mudanças no quesito de fatores de segurança da ruptura do concreto de alta performance. A revisão propõe critérios para garantir a durabilidade e segurança em obra civis e, uma das principais novidades apresentadas pela norma, segundo Kimura (2023), Secretário da Comissão de Estudo de Estruturas de Concreto, foi a introdução do novo coeficiente de fragilidade η -C.

O estudo de dimensionamento de estruturas de concreto vem sendo explorado durante anos por autores independentes com base em dados experimentais e metodologias. Os principais pontos abordados e discutidos no presente estudo se fundamentaram nas considerações feitas pelo autor José Milton de Araújo (2022), apresentadas previamente à aprovação do projeto de revisão da nova NBR-6118, a qual viria a ser publicada pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil.

Para a elaboração deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica das normas brasileira e europeia e de trabalhos sobre gerenciamento de projetos no âmbito da construção civil. A pesquisa bibliográfica é dada a partir de registros de pesquisas já realizadas e publicados em livros, documentos e teses.

Os termos escolhidos para o desenvolvimento do tema, foram: revisão da NBR-6118; coeficiente de fragilidade; processos e viabilidade de projetos de infraestrutura; dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais; materiais da construção civil; diagrama de tensão e deformação do concreto e seus domínios; flexão simples e flexão composta oblíqua.

Com base nas referências obtidas, a proposta do trabalho é trazer uma abordagem qualitativa sobre os impactos gerados em projetos de infraestrutura quando uma norma técnica é alterada, a fim de trazer uma pequena contribuição nesse quesito.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

A evolução no setor da construção civil demanda um avanço nas normatizações brasileiras a fim de assegurar que as estruturas sejam projetadas de maneira eficaz e segura. A execução de obras mais robustas resultou no aumento do uso de material de alta resistência, surgindo a necessidade de adicionar parâmetros de segurança para a atual realidade.

O termo coeficiente de fragilidade foi determinado com base na norma europeia Eurocode 2, apresentado no gráfico FIB Model Code 2010, no qual compreende-se que o coeficiente η -C desempenha um papel importante na resistência do concreto, pois acrescenta o fator de segurança ao dimensionamento estrutural.

O concreto após atingir a sua resistência última, tem como principal característica, uma redução progressiva no suporte de carregamentos submetidos às tensões de compressão. Esse comportamento é demonstrado no gráfico adaptado por Kaufmann e Monarch (1988), que evidenciou os limites do concreto sob estados de tensões extremas, visto a possibilidade de ruptura de um elemento estrutural. Logo, uma vez que formada a fissura, parte da capacidade resistente daquele local é esgotada, o que modifica o comportamento geral da estrutura. O parâmetro η -C atua como um fator dinâmico, quanto maior é a resistência do concreto, menor será o seu coeficiente de fragilidade, dessa forma, uma peça estrutural teria um crescimento da sua seção transversal e, por consequência, resultaria no aumento da quantidade de armaduras. O Comitê Brasileiro da Construção Civil, considera uma abordagem cautelosa por ampliar a precisão do dimensionamento. Para Araújo (2022), a alteração da norma não traz impactos relevantes quando se trata de flexão simples e

composta, contudo resulta em um consumo excessivo de aço em verificações de flexo-compressão oblíqua com pequenas excentricidades. O autor acrescenta que a introdução do novo parâmetro baseado nas normas europeias, pode não ser adequado para o contexto brasileiro, pois o modelo foi copiado de forma equivocada.

O Brasil é reconhecido internacionalmente como referência em tecnologia de concreto armado e pelo protagonismo na construção civil. A proposta de revisão da norma se dá por um processo complexo que objetiva atender às crescentes exigências da indústria e pode ser benéfica ou não.

Os impactos econômicos gerados pelo coeficiente de fragilidade derivam-se do aumento da área de aço do elemento estrutural, tornando os projetos de concreto de alta resistência (CAR) mais onerosos. Segundo o Índice Nacional de Custos da Construção (INCC) 2023, o custo elevado dos materiais utilizados na construção civil tem sido um desafio para o setor. Esses desafios financeiros destacam a necessidade de focar em abordagens mais eficientes e inovadoras, como forma de manter a sustentabilidade econômica a longo prazo. Um dos fundamentos norteadores para essa prática está relacionado à uma gestão de qualidade, a fim de atingir um bom desempenho e o cumprimento do orçamento estabelecido.

A revisão da NBR 6118/2023 e a implementação da prática do novo parâmetro de fragilidade E_t-C , desempenham um papel fundamental na transformação da Engenharia, pois adotam parâmetros de segurança mais conservadores. Entretanto, é importante considerar as vantagens e desvantagens que podem surgir ao longo do processo de inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. M. Curso de Concreto Armado. VOLUME I. 5.ed. Rio Grande, RS: Dunas, 2023.

ARAÚJO, J. M. Curso de Concreto Armado. VOLUME III. 5.ed. Rio Grande, RS: Dunas, 2023.

ARAÚJO, J. M. Considerações do Autor sobre a nova NBR-6118/2023. Disponível em: https://www.editoradunas.com.br/NBR_6118_2023.html. Acesso em: 12 abr. 2023, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2000.

EUROCODE 2, Design of concret structures – General Rules and Rules for Buildings, Final Draft, British Standards Intuition, U.K., 2010.

KAUFMANN, T.; MONARCH, I.; Knowledge-Based Indexing And Hipertext. Carnegie-Mellon University. Computer Science Department, 1988.

KIMURA, A. Personalidade Entrevistada – Alio Ernesto Kimura. IBRACON, São Paulo, Ed. 111. p. 9-13, Jul-Set, 2023.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

MONTAGEM E ADMINISTRAÇÃO DE EMPREITEIRAS: UMA PERSPECTIVA DE GESTÃO E LIDERANÇA

**MONTAGEM E ADMINISTRAÇÃO DE EMPREITEIRAS:
UMA PERSPECTIVA DE GESTÃO E LIDERANÇA**

1. INTRODUÇÃO

No contexto da engenharia civil, a montagem e administração de empreiteiras desempenham um papel crucial no desenvolvimento e na execução de projetos de construção. A gestão eficaz dessas empresas requer não apenas competências técnicas e operacionais, mas também uma compreensão sólida de princípios de administração e liderança (SILVA, 2018).

Este artigo propõe uma análise abrangente sobre como montar e administrar uma empreiteira, destacando a importância da administração de empresas e da liderança como pilares fundamentais para o sucesso nesse setor. Ao longo do texto, serão explorados conceitos-chave, estratégias e melhores práticas que podem orientar empreendedores e gestores na construção e na manutenção de empreiteiras eficientes e competitivas (CHIAVENATO, 2014; PINTO, 2019).

Inicialmente, será apresentada uma visão panorâmica do cenário atual da construção civil, destacando os desafios e oportunidades enfrentados pelas empreiteiras em um ambiente dinâmico e em constante evolução (CURY; ANDRADE, 2018). Em seguida, serão discutidos os principais aspectos relacionados à montagem de uma empreiteira, incluindo a estrutura organizacional, o planejamento estratégico, a captação de recursos e a definição de objetivos empresariais (OLIVEIRA, 2015).

Além disso, será abordada a importância da administração de empresas como ferramenta essencial para o gerenciamento eficaz de uma empreiteira, englobando áreas como contabilidade, finanças, recursos humanos, marketing e gestão de projetos (IUDÍCIBUS; MARTINS; GELBCKE, 2010). Serão apresentados modelos de gestão e ferramentas administrativas que podem contribuir para a otimização dos processos operacionais e a maximização dos resultados empresariais (BOHLANDER; SNELL, 2016).

Por fim, será dedicada uma seção à discussão do papel da liderança na condução de uma empreiteira bem-sucedida. Serão exploradas características e habilidades de liderança que são fundamentais para inspirar equipes, promover a inovação, resolver conflitos e enfrentar os desafios inerentes ao ambiente de negócios da construção civil (KERZNER, 2017).

Por meio desta análise abrangente, pretende-se oferecer perspectivas valiosas e orientações práticas para empreendedores, gestores e profissionais do setor que buscam estabelecer e gerir empreiteiras de forma eficiente, sustentável e orientada para o sucesso.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar o cenário da construção civil, identificar elementos essenciais para montar uma empreiteira e desenvolver recomendações práticas para sua administração eficaz.

Os objetivos específicos para o desenvolvimento deste trabalho são:

- Fornece uma visão panorâmica do cenário atual da construção civil, destacando os desafios e oportunidades enfrentados pelas empreiteiras;

- Descrever a estrutura organizacional necessária para uma empreiteira;
- Explorar o planejamento estratégico, a captação de recursos e a definição de objetivos empresariais como componentes essenciais para o sucesso da empreiteira.
- Proporcionar orientações concretas baseadas na análise de conceitos chave e estratégias discutidas no texto;
- Oferecer diretrizes aplicáveis na prática para aqueles que desejam montar e administrar uma empreiteira com eficácia.

3. DELIMITAÇÕES

Serão apresentados modelos de gestão e ferramentas administrativas que podem contribuir para a otimização dos processos operacionais e a maximização dos resultados empresariais.

Por fim, será dedicada uma seção à discussão do papel da liderança na condução de uma empreiteira bem-sucedida. Serão exploradas características e habilidades de liderança que são fundamentais para inspirar equipes, promover a inovação, resolver conflitos e enfrentar os desafios inerentes ao ambiente de negócios da construção civil.

Por meio desta análise abrangente, pretende-se oferecer insights valiosos e orientações práticas para empreendedores, gestores e profissionais do setor que buscam estabelecer e gerir empreiteiras de forma eficiente, sustentável e orientada para o sucesso.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento deste trabalho sobre montagem e administração de empreiteiras na engenharia civil, foi adotada uma abordagem metodológica de revisão bibliográfica. A realização de uma revisão abrangente da literatura relacionada ao tema, incluindo livros, artigos científicos, teses, dissertações e relatórios técnicos. Esta etapa foi crucial para compreender o estado atual do conhecimento na área e identificar lacunas a serem preenchidas.

O estabelecimento claro dos objetivos do trabalho, bem como dos temas e questões a serem abordados. Isso orientou a pesquisa e ajudou na estruturação do trabalho de forma eficaz.

A discussão dos resultados encontrados em relação aos objetivos do trabalho e à revisão da literatura. Os dados foram interpretados criticamente, destacando-se as principais conclusões e implicações para a prática e pesquisa futuras.

Essa metodologia de pesquisa permitiu uma abordagem holística para explorar os desafios e melhores práticas na montagem e administração de empreiteiras na engenharia civil.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 Cenário Atual da Construção Civil

A construção civil desempenha um papel crucial na economia brasileira, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) de 5.8% (2020) e pela geração de empregos diretos e indiretos (CAMARGO et al., 2020). Este setor enfrenta uma série de desafios e oportunidades que moldam seu atual cenário.

Nos últimos anos, o Brasil tem enfrentado desafios econômicos significativos, como instabilidade política e econômica, que impactam diretamente o setor da construção civil (DI SABBATO et al., 2019). Além disso, a necessidade de modernização da infraestrutura urbana e a falta de investimentos adequados são desafios cruciais que afetam a capacidade

do setor de atender à demanda crescente por habitação e infraestrutura (GONÇALVES, 2018). Essa problemática afeta diretamente as empreiteiras, a conjuntura dificulta a previsibilidade de investimentos e a execução de projetos de longo prazo (SILVA, 2018).

Além disso, a necessidade premente de modernização da infraestrutura brasileira é um desafio constante. A infraestrutura urbana e rodoviária do país carece de investimentos adequados, o que limita o potencial de crescimento das empreiteiras no setor (PINTO, 2019).

A busca por práticas sustentáveis tem ganhado destaque no setor da construção civil brasileira, impulsionada por regulamentações ambientais mais rigorosas e pela crescente conscientização sobre os impactos ambientais das atividades de construção (SILVA et al., 2021). Iniciativas como o uso de materiais sustentáveis, técnicas de construção verde e certificações ambientais são cada vez mais adotadas pelas empresas do setor para reduzir sua pegada ambiental e promover um desenvolvimento mais sustentável. As empreiteiras são obrigadas a adotar práticas sustentáveis na construção, o que não só aumenta os custos operacionais, mas também exige adaptações tecnológicas e de gestão para cumprir as normativas vigentes (CURY; ANDRADE, 2018).

A introdução de tecnologias como o Building Information Modeling (BIM), a automação de processos e o uso de drones para monitoramento de obras estão revolucionando a maneira como os projetos são concebidos, executados e gerenciados no Brasil (FONSECA et al., 2020). Essas inovações não apenas melhoram a eficiência operacional, mas também contribuem para a redução de custos e prazos de entrega.

Apesar dos desafios, a construção civil no Brasil apresenta diversas oportunidades para as empreiteiras que estão atentas às demandas do mercado e às tendências emergentes. A inovação tecnológica, por exemplo, oferece oportunidades significativas. A adoção de tecnologias como o BIM e a automação de processos pode melhorar a eficiência operacional e reduzir custos, tornando as empreiteiras mais competitivas no mercado (OLIVEIRA, 2015).

5.2 Gestão e Planejamento Estratégico de uma Empreiteira

A estrutura organizacional de uma empreiteira deve ser cuidadosamente planejada para garantir eficiência operacional e capacidade de resposta às demandas do mercado. A estrutura organizacional define como as atividades serão divididas, coordenadas e controladas dentro da empresa. Para uma empreiteira, isso envolve a definição clara de departamentos, hierarquias, responsabilidades e fluxos de comunicação, garantindo que todas as partes do projeto sejam gerenciadas de forma integrada e eficaz (CHIAVENATO, 2014).

O planejamento estratégico é crucial para orientar as decisões de longo prazo e definir o rumo da empreiteira no mercado, envolvendo a análise do ambiente externo e interno da empresa, a formulação de objetivos claros e a definição de estratégias para alcançá-los. No contexto da construção civil, isso inclui a identificação de oportunidades de mercado, a avaliação de riscos e a definição de planos de ação para maximizar a competitividade e o crescimento sustentável da empreiteira (MINTZBERG; et al. 2010).

A captação de recursos financeiros e materiais é um aspecto crítico para viabilizar os projetos da empreiteira. A gestão financeira eficiente envolve a busca por fontes de financiamento adequadas, a análise de custos e orçamentos, e a administração dos recursos disponíveis de maneira eficaz. Além dos recursos financeiros, a captação de materiais e equipamentos também requer planejamento detalhado para garantir a disponibilidade necessária durante a execução dos projetos (ASSAF NETO, 2018).

A definição de objetivos claros e mensuráveis é essencial para direcionar as atividades da empreiteira e avaliar seu desempenho ao longo do tempo. Os objetivos empresariais devem ser específicos, alcançáveis, relevantes e temporais. Isso permite que a empreiteira mantenha o foco em metas concretas, como crescimento de mercado, rentabilidade financeira, qualidade na execução dos projetos e satisfação dos clientes (MAXIMIANO, 2012).

Portanto, a montagem de uma empreiteira requer uma abordagem integrada e estratégica, que considere desde a estrutura organizacional até a definição de objetivos empresariais claros. A adoção de práticas eficientes de planejamento estratégico, gestão de recursos e definição de metas contribui significativamente para o sucesso e a competitividade no dinâmico mercado da construção civil.

5.3 Administração de Empresa

A administração de empresas desempenha um papel fundamental no gerenciamento eficaz de uma empreiteira. A gestão contábil e financeira é crucial para uma empreiteira, pois permite o controle preciso dos recursos financeiros e a tomada de decisões embasadas. A contabilidade proporciona informações sobre a situação econômica da empresa, como balanços e demonstrações de resultados, que são fundamentais para a análise de desempenho e para a elaboração de estratégias financeiras que visem à sustentabilidade e ao crescimento organizacional (IUDÍCIBUS, MARTINS E GELBCKE; 2010).

A área de recursos humanos assume um papel estratégico na gestão de uma empreiteira, ao garantir a seleção, capacitação e motivação adequadas dos colaboradores. Em um setor altamente especializado como a construção civil, a gestão de pessoas é essencial para formar equipes qualificadas, assegurar um ambiente de trabalho seguro e saudável, e promover a retenção de talentos em um mercado competitivo (CHIAVENATO, 2014).

O marketing desempenha um papel crucial na empreiteira, auxiliando na identificação de oportunidades de mercado e na construção de uma imagem positiva da empresa perante os clientes e pessoas interessadas, estratégias de marketing bem definidas permitem que a empresa se posicione de maneira competitiva, diferenciando seus serviços e atraindo novos clientes, além de manter relacionamentos duradouros com os atuais clientes (KOTLER; KELLER, 2012).

A gestão de projetos é uma competência essencial para assegurar a entrega de obras dentro do prazo, custo e qualidade estabelecidos. A aplicação de metodologias de gestão de projetos eficazes, como o PMBOK (Project Management Body of Knowledge), permite o planejamento detalhado, o controle rigoroso das atividades e a mitigação de riscos durante a execução dos projetos, contribuindo para a satisfação do cliente e o sucesso da empreiteira (KERZNER, 2017).

Portanto, a administração de empresas desempenha um papel central no gerenciamento eficaz de uma empreiteira, integrando áreas como contabilidade, finanças, recursos humanos, marketing e gestão de projetos. A adoção de práticas sólidas nessas áreas não apenas melhora a eficiência operacional da empresa, mas também fortalece sua posição no mercado, permitindo adaptar-se às demandas dinâmicas e desafios do setor da construção civil.

5.3 Liderança na Condução de uma Empreiteira

A liderança desempenha um papel crucial na condução de uma empreiteira bem-sucedida, sendo um fator determinante para inspirar equipes, promover a inovação, resolver conflitos e enfrentar os desafios inerentes ao ambiente de negócios da construção civil. Um dos principais papéis da liderança é inspirar e motivar as equipes de trabalho. Líderes eficazes

na construção civil são capazes de comunicar uma visão clara e inspiradora, alinhando os colaboradores em torno de objetivos comuns. Isso não apenas aumenta a produtividade, mas também fortalece o comprometimento dos funcionários com os resultados da empresa (SILVA, 2018).

Líderes também são responsáveis por promover a inovação dentro da empreiteira. A capacidade de incentivar a criatividade e a busca por soluções inovadoras em processos e tecnologias é essencial para a adaptação às mudanças no mercado e para o desenvolvimento de novas oportunidades de negócio (PINTO, 2019).

No ambiente dinâmico da construção civil, conflitos são inevitáveis. Líderes habilidosos, possuem competências para resolver conflitos de forma eficaz, promovendo um ambiente de trabalho harmonioso e produtivo. Além disso, são capazes de tomar decisões rápidas e assertivas, considerando o impacto a curto e longo prazo para a empresa (CHIAVENATO, 2014).

Investir no desenvolvimento de talentos e na sucessão de liderança é outra responsabilidade crucial dos líderes. A criação de um pipeline de liderança robusto garante a continuidade dos valores e da visão da empresa, preparando novos líderes para assumir posições estratégicas no futuro (KERZNER, 2017).

Portanto, a liderança desempenha um papel multifacetado na condução de uma empreiteira bem-sucedida, desde inspirar equipes até promover a inovação, resolver conflitos e garantir a continuidade organizacional. Líderes eficazes não apenas orientam a empresa rumo ao sucesso operacional, mas também cultivam um ambiente de trabalho positivo e motivador para todos os envolvidos.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Ao longo deste trabalho, foi discutida a montagem e administração de empreiteiras na engenharia civil, com foco na importância da administração de empresas e da liderança para o sucesso dessas organizações. Os principais pontos abordados incluíram a análise do cenário atual da construção civil brasileira, os desafios enfrentados pelas empreiteiras, a estrutura organizacional necessária, o planejamento estratégico, a captação de recursos, a definição de objetivos empresariais, e a importância das áreas funcionais como contabilidade, finanças, recursos humanos, marketing e gestão de projetos.

O objetivo principal deste trabalho foi analisar o cenário da construção civil, identificar elementos essenciais para a montagem de uma empreiteira e desenvolver recomendações práticas para sua administração eficaz. Os objetivos específicos foram alcançados ao fornecer uma visão panorâmica do setor, descrever a estrutura organizacional necessária, explorar o planejamento estratégico e a captação de recursos, e oferecer diretrizes aplicáveis na prática.

Foi possível analisar criticamente cada um desses aspectos, destacando a relevância da gestão eficiente para enfrentar os desafios do mercado, promover o crescimento sustentável e garantir a competitividade das empreiteiras. A discussão sobre a liderança reforçou a importância de habilidades como motivação de equipes, resolução de conflitos e promoção da inovação para o sucesso organizacional.

No entanto, é importante reconhecer que este trabalho se baseou principalmente em uma revisão bibliográfica e análise teórica, sem a inclusão de dados quantitativos ou novos dados empíricos. Assim, embora tenha cumprido o propósito de oferecer uma análise abrangente e orientações práticas, futuras pesquisas poderiam complementar este estudo com estudos de caso ou pesquisa de campo para validar as recomendações discutidas.

Portanto, este trabalho proporcionou uma visão crítica e organizada dos principais elementos envolvidos na montagem e administração de empreiteiras na engenharia civil, contribuindo para o entendimento das práticas essenciais e desafios enfrentados no setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAF NETO, A. Finanças Corporativas e Valor. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2018. Disponível em:< <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=4689710&forceview=1>>. Acesso em: Junho de 2024.

BOHLANDER, George; SNELL, Scott. Administração de Recursos Humanos. Cengage Learning, 2016. Disponível em:< <https://www.cengage.com.br/livro/ebook-administracao-de-recursos-humanos/>>. Acesso em: Junho de 2024.

CAMARGO, P. S. S. et al. "Contribuição do Setor da Construção Civil para o Desenvolvimento Econômico no Brasil". Revista Brasileira de Construção Civil, v. 12, n. 3, p. 45-56, 2020.

CHIAVENATO, I. Administração Geral e Pública. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2014. Disponível em:< https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8309700/mod_resource/content/0/Administra%C3%A7%C3%A3o%20geral%20e%20p%C3%BAblica%20%20teoria%20e%20mais%20de%2000%20quest%C3%B5es%20com%20gabaritos%20%28Idalberto%20Chiavenato%29%20%28Z-Library%29.pdf>. Acesso em: 10 de Junho.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração. Elsevier, 2014. Disponível em:< https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8309701/mod_resource/content/0/Idalberto%20Chiavenato%20-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o%20%20Teoria%20Geral%20da%20Administra%C3%A7%C3%A3o-Editora%20Manole%20%282014%29.pdf>. Acesso em: Junho de 2024.

CURY, A.; ANDRADE, V. "Regulamentações Ambientais na Construção Civil Brasileira". Revista de Engenharia Ambiental, v. 7, n. 2, p. 45-58, 2018.

CURY, Marco Antonio; ANDRADE, Fernando Silva. Desafios da Construção Civil no Brasil: Uma Abordagem Sobre Sustentabilidade e Inovação. Revista Engenharia e Construção, 2018.

DI SABBATO, A. et al. "Desafios Econômicos na Construção Civil Brasileira". Cadernos de Economia, v. 37, n. 1, p. 102-115, 2019.

FONSECA, F. A. et al. "Impacto das Tecnologias Digitais na Construção Civil Brasileira". Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 15, n. 4, p. 210-225, 2020.

GONÇALVES, R. A. "Investimentos em Infraestrutura Urbana no Brasil". Planejamento e Políticas Públicas, v. 45, n. 2, p. 78-91, 2018.

IUDÍCIBUS, S.; MARTINS, E.; GELBCKE, E. R. Manual de Contabilidade Societária: Aplicável a Todas as Sociedades de Acordo com as Normas Internacionais e do CPC. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em:< <https://repositorio.usp.br/item/001827188>>. Acesso em: Junho de 2024.

IUDÍCIBUS, Sérgio; MARTINS, Eliseu; GELBCKE, Eduardo Rocha. Manual de Contabilidade Societária: Aplicável a Todas as Sociedades. Atlas, 2010. Disponível em:< <https://cienciascontabeis6a.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/02/manual-de-contabilidade-societa-eliseu-martins-ernesto-rubens1.pdf>>. Acesso em: Junho, 2024.

KERZNER, H. Gestão de Projetos: As Melhores Práticas. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

KERZNER, Harold. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Wiley, 2017. Disponível em:< <https://honestyets.pbworks.com/f/Project+Management+-+A+Systems+Approach+-+10thEd.pdf>>. Acesso em: Junho, 2024.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. Administração de Marketing. 14. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012. Disponível em:< https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7519481/mod_resource/content/0/Administrac%CC%A7a%CC%83o%20de%20Marketing%2015%C2%AA%20Edic%CC%A7a%CC%83o_compressed.pdf>. Acesso em: Junho, 2024.

MAXIMIANO, A. C. A. Introdução à Administração. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2012. Disponível em:< http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM038/2013-1/Livro_-_Introdu%EA7%E3o%EA0%20Administra%E7%E3o_-_Antonio_Cesar_Amaru_Maximiano_-_5%B0Ed.pdf>. Acesso em: Junho, 2024.

MINTZBERG, H. et al. Safari de Estratégia: um Roteiro pela Selva do Planejamento Estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2010.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologias e Práticas. Atlas, 2015.

PINTO, A. B. "Desafios Econômicos na Construção Civil Brasileira". Cadernos de Economia, v. 37, n. 1, p. 102-115, 2019.

PINTO, A. Gestão Estratégica na Construção Civil. São Paulo: Saraiva, 2019.

PINTO, Ana. "Liderança na Construção Civil: Estratégias e Desafios". Revista de Engenharia, vol. 25, nº 2, 2019, pp. 45-62.

SILVA, A. B. et al. "Práticas Sustentáveis na Construção Civil: Um Estudo de Caso no Brasil". Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 8, n. 2, p. 123-135, 2021. Disponível em:< <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/22629>>. Acesso em: Junho, 2024.

SILVA, Carlos. "Gestão de Empreiteiras: Desafios e Oportunidades". Revista de Engenharia Civil, vol. 12, nº 3, 2018, pp. 78-91.

SILVA, J. Liderança e Motivação nas Organizações. Rio de Janeiro: Campus, 2018. Disponível em: <
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38825068/lideranca_e_motivacao-libre.pdf?1442706726=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DVIII_Convibra_Administracao_Congresso_Vi.pdf&Expires=1719023528&Signature=QQ5M8CwwitCnFw922kScN54AyC1vOY2f0a0Sb5rGnmiZHxhF3KLJDzBH77jXnH78iPqZ4siHNrwUgvXxdgjiFYU787BC3s61YZoqaurCIBiH8gQ6MNDdbWoIYrDQfVY8yo~UcNOZiXIOjHZw0bhwdxZYJvgP8POMx-RylKxQPYSneffBSea9PkTzWm0vXAsvNM73oQPU4SXYPQKcSuQ--3wQQZnyMAAnsWxCgK07zu4p3-2Um uXTNdblfgmIp5xCQT89ZbJf43ti7Jpd0rnQEz~Np9xLZyvMNN90vPs-Hwl6joMOxtr2Lj571xLYhc7U5Fd~AYn~E04~FNwEr3zIDw &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: junho, 2024

SILVA, J. R. "Instabilidade Política e Econômica no Brasil e seu Impacto na Construção Civil". Revista de Gestão Econômica, v. 20, n. 3, p. 78-91, 2018.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA UMA SOCIEDADE INCLUSIVA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA UMA SOCIEDADE INCLUSIVA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Eduardo Hiroyuki Kikuchi

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual busca um mundo mais inclusivo, onde a acessibilidade na construção civil é um dos aspectos em destaque. A acessibilidade arquitetônica é essencial para garantir que os direitos das pessoas com deficiência e mobilidade reduzida sejam respeitados, bem como a sua qualidade de vida. A acessibilidade na construção civil não se limita à adequação às normas, regulamentos e leis estabelecidos pela sociedade. Acima de tudo, significa uma obrigação ética e social de equiparar as condições de vida e acesso a espaços construídos independentemente das limitações físicas, sensoriais ou cognitivas. Este trabalho pretende explorar e examinar os desafios, as soluções e as oportunidades relacionadas à acessibilidade em construção civil, analisar todas as etapas, desde a concepção e planejamento de projetos de engenharia e arquitetura, até à construção e manutenção de edifícios. Além disso, examinar as leis e regulamentos que determinam como a acessibilidade deve ser garantida em construção civil à nível nacional. O presente trabalho também trata das barreiras que ainda permanecem e precisam ser superadas para garantir que a sociedade tenha acesso total à oportunidade e à igualdade em todos os campos. Portanto, é importante lembrar que o trabalho contribui para a difusão do conhecimento e chama a atenção para problemas em um contexto de construção civil.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é investigar a relevância do tema: acessibilidade na construção civil, apresentando as influências nos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Para isso, o trabalho busca verificar as normas, legislações e diretrizes acerca da acessibilidade na construção civil, analisar quais são os desafios na implementação de projetos de acessibilidade na construção civil, analisando as etapas que envolvem o processo, desde o planejamento até a execução dos projetos e a manutenção dos edifícios e apresentar as principais barreiras arquitetônicas e tecnológicas que dificultam o acesso e a utilização de espaços construídos para pessoas com deficiência e mobilidade reduzida. Assim, por meio da análise desses aspectos, o trabalho pretende contribuir para o conhecimento acerca da relevância da acessibilidade na construção civil.

3. DELIMITAÇÕES

O estudo será direcionado à edificações residenciais e comerciais baseadas nas normas brasileiras de acessibilidade, não sendo consideradas normas internacionais.

4. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa foi conduzido por meio de pesquisas bibliográficas para fundamentar teoricamente o estudo sobre acessibilidade na construção civil, utilizando das normas NBR 9050, Decreto Federal 5.296/2024 e teorias relacionadas ao assunto proposto. De acordo com Gil (2002):

[...] a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o

problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Por exemplo, seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre população ou renda per capita; todavia, se tem a sua disposição uma bibliografia adequada, não tem maiores obstáculos para contar com as informações requeridas. A pesquisa bibliográfica também é indispensável nos estudos históricos. Em muitas situações, não há outra maneira de conhecer os fatos passados se não com base em dados bibliográficos. (2002, p. 3).

Sendo assim, foi utilizado como método a pesquisa bibliográfica com a finalidade de fornecer ao pesquisador acesso direto à diversos meios de pesquisa, como livros, manuais técnicos, normas, entre tantos outros que possam contribuir e solucionar os desafios do estudo em questão, uma vez que exige do pesquisador dados que podem ser obtidos nos devidos materiais.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

5.1. Fundamentação Teórica sobre Acessibilidade na Construção Civil

A acessibilidade na construção civil é um conceito fundamental que visa garantir que os espaços construídos sejam acessíveis e utilizáveis por todas as pessoas, independentemente de suas habilidades físicas ou cognitivas. Esta fundamentação teórica abordará os principais aspectos relacionados à acessibilidade na construção civil, incluindo definições, normas técnicas, legislação e impactos sociais.

Pela legislação brasileira, toda pessoa, incluindo aquelas que apresentam deficiências, têm direito ao acesso à educação, à saúde, ao lazer e ao trabalho. Desta forma, as pessoas devem ser percebidas com igualdade, implicando assim no reconhecimento e atendimento de suas necessidades específicas (ANDRADE et al., 2007(BRASIL, 1994; BRASIL, 1998 apud LAMONICA et. al. 2008).

5.3. Histórico de Acessibilidade na Engenharia

Para entender melhor sobre acessibilidade na engenharia, é importante conhecer a origem e seu progresso gradual ao longo do tempo, impulsionado por mudanças sociais, avanços tecnológicos e regulamentações governamentais.

A promulgação da Constituição Federal de 1988 foi a primeira a reconhecer a igualdade de todos perante a lei, incluindo as pessoas com deficiência, e estabeleceu a garantia de acesso à educação e ao mercado de trabalho.

Em 1989, a lei 7.853, dispõe sobre o apoio às pessoas com deficiência e estabelece normas para sua integração social, incluindo medidas para acessibilidade em espaços públicos, transporte, edificações, entre outros.

Em 1991, foi decretado o artigo 93 da lei 8.213, também chamada de Lei de Cotas, onde exigia que as empresas incluíssem um percentual de pessoas com deficiência em seu quadro de funcionários.

Em 2000, foi decretada a Lei 10.048, também conhecida como Lei da Prioridade de Atendimento, estabelece que pessoas com deficiência, idosos, gestantes, lactantes e pessoas com crianças de colo têm prioridade de atendimento em serviços públicos e privados, além de impor penalidades àqueles que não cumprissem.

Ainda em 2000, foi criada a Lei Federal nº 10.098, primeira voltada exclusivamente à acessibilidade, que estabeleceu normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, com o objetivo de garantir que todos consigam realizar as atividades sem barreiras, classificando em quatro

categorias: urbanísticas, arquitetônicas, transportes e comunicações e informações e definindo as diferenças entre pessoas com deficiência (PcD) e pessoas com mobilidade reduzida.

Em 2004, com o decreto 5.296, as leis de acessibilidade foram regulamentadas, utilizando a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como parâmetro para garantir o cumprimento nas edificações públicas, privadas e coletivas.

Posteriormente, em 2015, foi instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), Lei Federal nº 13.146, que abrange todos os direitos fundamentais, bem como as penalidades para quem descumprir as leis.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a norma ABNT NBR 9050, que estabelece critérios e parâmetros técnicos de acessibilidade a serem observados no projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Essa norma tem sido uma referência importante para arquitetos, engenheiros e profissionais da construção civil em todo o país.

A acessibilidade tornou-se uma preocupação crescente em projetos de infraestrutura urbana, incluindo calçadas, transporte público, praças, parques e outros espaços públicos. Muitas cidades brasileiras têm implementado políticas e programas para melhorar a acessibilidade em seus ambientes urbanos, com destaque para a requalificação de calçadas e a implantação de rampas de acesso.

Instituições de ensino superior e entidades profissionais têm promovido a conscientização sobre acessibilidade na engenharia por meio da inclusão de conteúdos sobre o tema nos currículos acadêmicos, bem como da realização de cursos, seminários e eventos especializados.

Apesar dos avanços, ainda há desafios a serem enfrentados para garantir a plena acessibilidade na engenharia no Brasil, incluindo a necessidade de adaptação de edificações existentes, a melhoria da fiscalização e cumprimento das normas de acessibilidade, e a promoção de uma cultura inclusiva em todos os setores da sociedade.

Ao longo das últimas décadas, o Brasil tem progredido significativamente no campo da acessibilidade na engenharia, refletindo um compromisso crescente com a promoção dos direitos e da igualdade de oportunidades para todas as pessoas, independentemente de suas capacidades físicas ou sensoriais.

5.2. Definição de Acessibilidade

A acessibilidade na construção civil refere-se à prática de projetar, construir e adaptar ambientes físicos, edifícios e infraestruturas de forma a garantir que todas as pessoas, independentemente de suas habilidades físicas ou sensoriais, possam acessar, utilizar e desfrutar desses espaços com segurança, autonomia e conforto. Isso envolve a implementação de medidas e técnicas específicas para eliminar barreiras arquitetônicas e proporcionar igualdade de acesso a todas as áreas e serviços, considerando as necessidades de pessoas com mobilidade reduzida, deficiências visuais, auditivas, cognitivas e outras condições que possam afetar sua interação com o ambiente construído.

“A acessibilidade é uma condição acessível aos lugares, às pessoas, aos serviços, dentre outros. É a possibilidade de interagir com o ambiente de forma segura, com o máximo de autonomia possível, mesmo que as pessoas tenham singularidades acentuadas. Isso implica condições acessíveis e sem obstáculos (SOUSA et. al., 2017, p. 111).”

5.3. Normas Técnicas e Legislação Pertinente

No Brasil, a NBR 9050, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é a principal norma que estabelece critérios e parâmetros técnicos para a acessibilidade em edificações, espaços urbanos e mobiliário. Esta norma abrange uma ampla gama de aspectos, como rampas de acesso, largura de portas, sinalização tátil, barras de apoio e dimensionamento de espaços.

Os requisitos de acessibilidade para a comunicação na prestação de serviços e atendimento ao público, incluindo diretrizes para a produção de materiais acessíveis, como documentos, websites e aplicativos são definidos na NBR 16537

A NBR 16537-1, trata da acessibilidade em comunicação visual, estabelecendo requisitos para a concepção de sinalizações acessíveis em espaços públicos e privados.

São definidas diretrizes para a acessibilidade de pessoas com deficiência visual em espaços públicos urbanos, abordando aspectos como a instalação de sinalização tátil no ambiente externo na NBR 15599

São estabelecidas diretrizes para o acesso de pessoas portadoras de deficiência a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos na NBR 15250

Os requisitos de projeto e instalação de elevadores para pessoas com mobilidade reduzida são definidos na NBR 15922.

A revisão das normas de acessibilidade desempenha um papel fundamental na promoção da inclusão e na melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência, pois permite incorporar os últimos avanços tecnológicos, garantindo que as soluções de acessibilidade sejam eficazes e atualizadas, colaborando para que os profissionais possam criar ambientes e produtos mais acessíveis desde o início, economizando tempo e recursos, e garantindo a conformidade legal.

5.4. Desafios e Soluções em Acessibilidade na Construção Civil

Muitas edificações foram construídas desconsiderando as necessidades das pessoas com deficiência. Isso inclui a falta de rampas de acesso, corrimãos adequados, banheiros adaptados, entre outros elementos essenciais para a acessibilidade.

A implementação pode ser um obstáculo, pois, o custo adicional, muitas vezes, se torna um desafio, especialmente em um cenário econômico restrito. Além da falta de conhecimento e conscientização.

Mesmo quando as normas de acessibilidade são estabelecidas, a falta de fiscalização adequada contribui para que as edificações não atendam plenamente aos padrões de acessibilidade.

Encontrar soluções viáveis e eficazes pode ser um desafio para os engenheiros e arquitetos, isso inclui reconhecer a diversidade das habilidades humanas e valorização da inclusão como um princípio fundamental.

Apesar dos avanços normativos, ainda existem desafios significativos na inclusão da acessibilidade na construção civil. Enfrentar esses desafios requer uma abordagem abrangente e colaborativa, envolvendo governos, profissionais da engenharia e arquitetura, pessoas com deficiência e a sociedade em geral.

No entanto, diversas soluções e boas práticas têm sido desenvolvidas para superar esses desafios. Estas incluem o design universal, que visa criar espaços acessíveis para todas as pessoas desde a concepção do projeto, e o uso de tecnologias assistivas, como elevadores e rampas motorizadas, para facilitar o acesso e a mobilidade.

5.5. Impactos Sociais e Econômicos

A acessibilidade na construção civil promove a inclusão de pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, permitindo que elas participem plenamente da sociedade, acessem serviços públicos, educação, emprego e lazer sem restrições desnecessárias.

Ambientes construídos com acessibilidade proporcionam maior independência e autonomia para indivíduos com deficiência, melhorando sua qualidade de vida e bem-estar geral.

A construção civil acessível reflete um compromisso com a diversidade e a igualdade de oportunidades, reconhecendo e valorizando as diferentes habilidades e necessidades das pessoas.

Ambientes acessíveis são mais seguros e confortáveis para todos os usuários, reduzindo o risco de acidentes e promovendo o bem-estar físico e emocional.

A acessibilidade na construção civil cria oportunidades de emprego e negócios em setores relacionados, como arquitetura, engenharia, construção e adaptação de edifícios, impulsionando o crescimento econômico e a geração de renda.

Edificações acessíveis tendem a ter maior demanda e valorização no mercado imobiliário, uma vez que atendem a uma parcela maior da população e são mais versáteis para diferentes usos e ocupações.

Investimentos em acessibilidade durante a construção ou reforma de edifícios podem resultar em economia de custos a longo prazo, pois evitam a necessidade de adaptações posteriores e minimizam os riscos de processos judiciais por falta de conformidade com regulamentos.

Infraestruturas turísticas acessíveis atraem um número maior de visitantes, incluindo pessoas com deficiência e idosos, contribuindo para o crescimento do turismo e da economia local.

Em resumo, a acessibilidade na construção civil não apenas promove a inclusão social e o bem-estar das pessoas com deficiência, mas também traz benefícios econômicos tangíveis, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a prosperidade das comunidades.

5.6. Requisitos de Acessibilidade

Os requisitos de acessibilidade da engenharia variam em função do contexto específico do projeto de construção, bem como das leis e diretrizes de acessibilidade pertinentes. Todavia, alguns requisitos comuns e princípios gerais são reconhecidos na engenharia para garantir a acessibilidade.

O atendimento das leis e regulamentos de acesso locais, regionais e nacionais é essencial. Por exemplo, as estruturas físicas projetadas para serem acessíveis e usadas por pessoas com necessidades diferentes, como pessoas com deficiência ou mobilidade limitada, deficiência visual ou auditiva. As edificações devem ser planejadas com rampas, elevadores, corrimão, banheiros adaptados, sinalização tátil, entre outros.

Garantir que a comunicação seja acessível para pessoas com deficiência visual, auditiva, cognitiva ou de fala. Isso pode incluir a disponibilização de informações em formatos alternativos, como braille, áudio, linguagem simples, legendas em vídeos, intérpretes de língua de sinais, entre outros.

Considerar a acessibilidade em projetos de engenharia digital, como sites, aplicativos e interfaces de usuário, isso envolve garantir que esses recursos sejam utilizáveis por pessoas com deficiências visuais, por exemplo, usando software de leitura de tela, auditivas por exemplo, oferecendo transcrições de áudio, motoras por exemplo, fornecendo navegação por teclado e cognitivas por exemplo, simplificando o layout e o texto.

Envolver as pessoas com deficiência e as partes interessadas relevantes desde o início do processo de planejamento e projeto pode ajudar a identificar e resolver potenciais barreiras de acessibilidade.

Garantir que os profissionais envolvidos no projeto tenham conhecimento e conscientização sobre acessibilidade e as necessidades das pessoas com deficiência.

Realizar avaliações regulares para garantir que os padrões de acessibilidade estejam sendo mantidos ao longo do tempo e fazer ajustes conforme necessário.

É importante estar atualizado sobre as normas e regulamentos específicos do local onde o projeto está sendo realizado e buscar orientação especializada conforme necessário.

5.7. Itens de Acessibilidade

Na engenharia civil, a acessibilidade é uma preocupação importante para garantir que as estruturas e espaços construídos sejam utilizáveis por todas as pessoas, independentemente de suas habilidades ou condições físicas. Alguns itens específicos de acessibilidade que são comumente considerados na engenharia civil, são:

5.7.1. Rampas

A ABNT NBR 9050:2020, detalha os requisitos que devem ser seguidos para garantir a acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida nas rampas, ou seja, em superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5%. Alguns dos principais pontos abordados por esta norma incluem:

A norma estabelece limites para a inclinação das rampas, de forma a garantir a segurança e a facilidade de uso. A inclinação máxima permitida para rampas é de 8,33%, ou seja, para cada metro de altura, a rampa deve ter no máximo 8,33 metros de comprimento, com recomendação de patamares a cada 50 metros de percurso.

A largura mínima das rampas deve ser de 1,50 metros, sendo admitido 1,20 metros, permitindo a passagem de cadeiras de rodas e outras ajudas de locomoção. Em casos específicos, como em áreas de circulação estreitas, a largura pode ser reduzida, desde que atenda aos requisitos mínimos de acessibilidade.

As rampas que não possuem paredes laterais, devem ser providas de corrimãos sem interrupções, acabamento recurvado, construídos em materiais rígidos em ambos os lados e com alturas de 0,70 e 0,92 metros do piso. Os corrimãos devem possuir prolongamentos horizontais no início e no final da rampa de 30 cm, facilitando o acesso.

A superfície das rampas deve ser antiderrapante e nivelada, evitando irregularidades que possam representar obstáculos ou riscos de queda.

Caso a rampa faça parte de uma rota acessível para pessoas com deficiência visual, a norma recomenda a instalação de sinalização tátil no início e no final da rampa, facilitando a orientação e a segurança dos usuários.

As rampas devem possuir guia de balizamento em estrutura de alvenaria ou material alternativo com altura mínima de 5 cm.

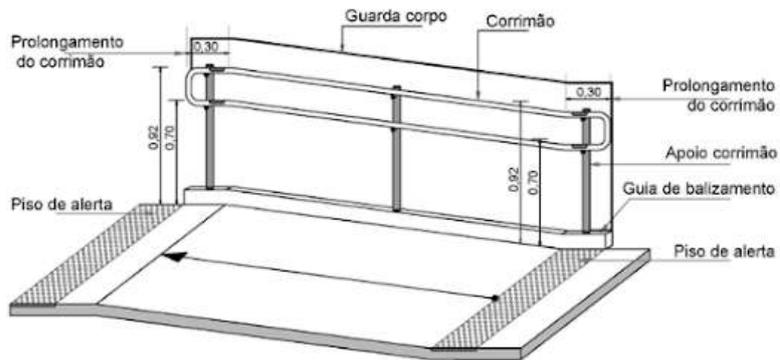


Fig. 01 – Corrimãos em rampas. Fonte: NBR 9050:2020, p. 62

5.7.2. Calçadas

A norma ABNT NBR 9050:2020 detalha a largura mínima recomendada para uma calçada acessível com medida de 1,20 metros e 2,10 metros de altura livre. Esse espaço deve ser suficiente para permitir a circulação segura e confortável de pedestres, incluindo aqueles com mobilidade reduzida, cadeiras de rodas ou carrinhos de bebê.

A superfície da calçada deve ser regular e antiderrapante para garantir a segurança dos pedestres, especialmente em condições climáticas adversas, devendo evitar a presença de obstáculos, desníveis ou irregularidades que possam representar riscos de tropeços ou quedas.

Em locais onde há cruzamentos com vias públicas, é necessário providenciar rebaixamentos de guias, com inclinação menor que 5%, sendo admitido até 8,33%, para permitir a passagem segura de pedestres com mobilidade reduzida, cadeiras de rodas ou carrinhos de bebê.

Em áreas de circulação de pedestres, especialmente em locais com rebaixamento de guias, é recomendável a instalação de sinalização tátil no piso para orientação de pessoas com deficiência visual.

A norma estabelece limites para a declividade transversal da calçada, ou seja, a inclinação da calçada em relação à rua. Isso é importante para garantir a drenagem adequada da água da chuva e evitar poças d'água que possam representar obstáculos ou riscos de queda.

A presença de obstáculos, como: bancos, lixeiras, telefones públicos e postes, deve ser planejada de forma a não obstruir a circulação de pedestres, especialmente de pessoas com mobilidade reduzida.

5.7.3. Elevadores

A norma ABNT NBR 13.994:2019 define que os elevadores devem ter dimensões mínimas de 1100mm entre os painéis laterais e 1400mm entre o painel do fundo e frontal, possibilitando o giro completo de uma cadeira de rodas.

As entradas do elevador devem possuir largura mínima de 800mm e altura livre mínima de 2000mm para permitir a entrada de uma cadeira de rodas e devem abrir automaticamente para facilitar o acesso.

Os botões de controle mais baixo devem ser colocados em uma altura de 890mm e os mais altos em altura até 1.350mm, medidos a partir do piso e devem ser táteis ou acompanhados de indicações em Braille, ao lado esquerdo do botão correspondente, para pessoas com deficiência visual.

Em cada porta de entrada deverá haver dispositivos sonoros com níveis entre 35dbA e 55dbA e visuais que indiquem o sentido de movimento da cabine.

Deve haver um sistema de comunicação de emergência dentro do elevador que seja facilmente acessível e compreensível para todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiências auditivas.

O piso do elevador deve ser antiderrapante para evitar escorregões e quedas, proporcionando uma superfície estável para pessoas com dificuldades de locomoção e com cores contrastantes ao do piso do pavimento.

A iluminação dentro do elevador deve possuir no mínimo duas lâmpadas com iluminamento médio mínimo de 60 lx ao nível do piso, possibilitando a facilidade da leitura das informações.

Em alguns casos, as normas podem exigir que os elevadores ofereçam atendimento prioritário para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

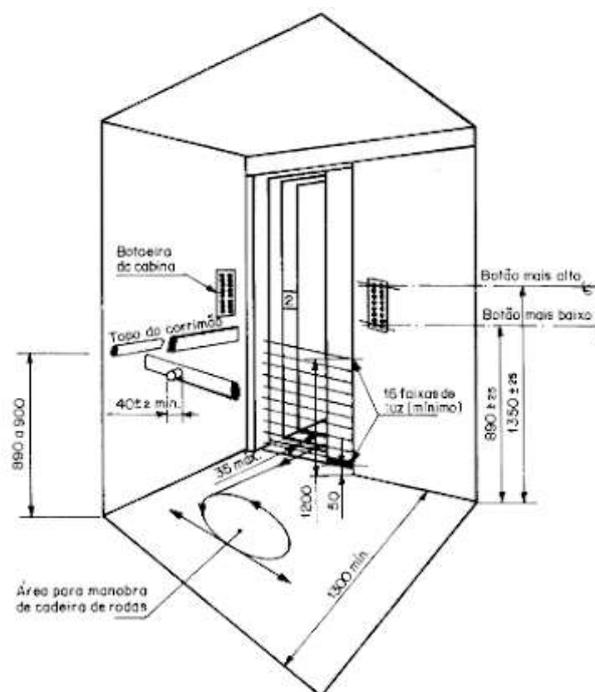


Fig. 02 – Composição da cabine. Fonte: NBR 13994:2000, p. 14

5.7.4. Banheiros

A norma ABNT NBR 9050:2020, estabelece que as dimensões mínimas para a cabine do banheiro devem garantir circulação de cadeiras de rodas com giro de 360°, incluindo área livre de manobra para cadeiras de rodas e espaço para transferência de cadeira de rodas para o vaso sanitário.

Os banheiros acessíveis devem ser equipados com barras de apoio com resistência mínima de esforço de 150kg no sentido de utilização da barra, com dimensões mínimas de 30mm e 45mm na seção transversal e localizadas ao lado do vaso sanitário e no box do chuveiro, para oferecer suporte e estabilidade a pessoas com mobilidade reduzida.

Os dispositivos do banheiro, como pias, espelhos, saboneteiras, torneiras e controles de descarga, devem ser instalados em alturas acessíveis para pessoas em cadeiras de rodas ou com mobilidade reduzida. Além disso, devem ser de fácil alcance e operação.

Em alguns casos, é recomendada a instalação de espelhos inclinados sobre as pias para permitir que pessoas em cadeiras de rodas tenham uma visão adequada do seu rosto. O piso do banheiro deve ser antiderrapante para evitar escorregões e quedas, especialmente em áreas molhadas como o box do chuveiro. As portas dos banheiros acessíveis devem ter largura mínima de 800mm, para permitir a entrada e saída de cadeiras de rodas e outras ajudas de locomoção. Além disso, devem ser de fácil abertura e fechamento, com maçanetas de acionamento simples. Os banheiros acessíveis devem ser sinalizados de forma clara e compreensível, indicando sua localização e a presença de acessórios específicos, como barras de apoio.

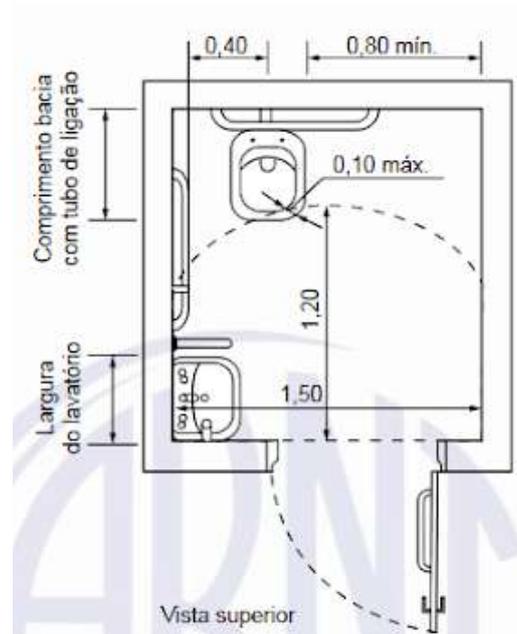


Fig. 03 – Medidas mínimas de um sanitário acessível
 Fonte: NBR 9050:2020, p. 87

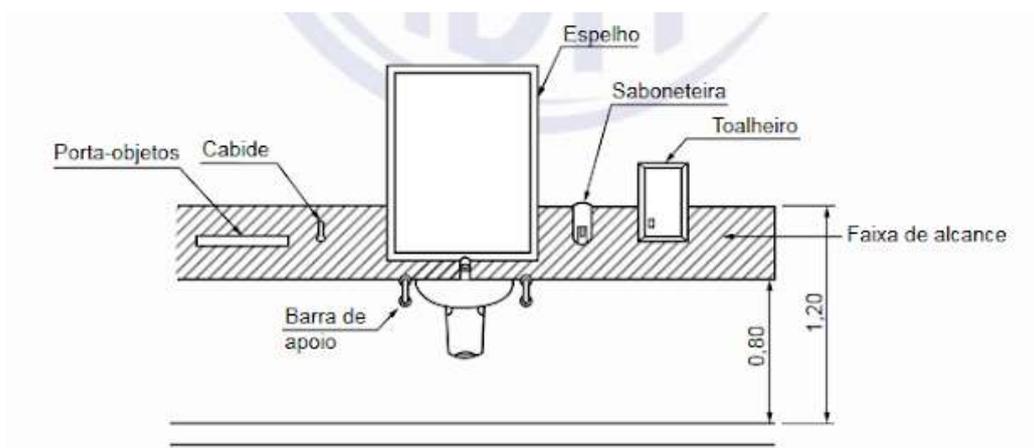


Fig. 04 – Alturas mínimas dos acessórios.
 Fonte: NBR 9050:2020, p. 104

5.7.5. Vagas de estacionamento

De acordo com a norma ABNT 9050:2020, é necessário reservar uma porcentagem específica de vagas de estacionamento para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, conforme a legislação vigente. Geralmente, a proporção é de 2% a 5% do total de vagas disponíveis, dependendo do local e do tipo de estabelecimento.

As vagas de estacionamento acessíveis devem estar localizadas com percurso máximo de 50 metros entre a vaga e o acesso principal do edifício ou estabelecimento. Elas devem ser convenientemente localizadas em relação a rotas acessíveis, sem obstáculos, desnível ou trechos inclinados.

As vagas de estacionamento acessíveis devem ser claramente identificadas com placas de sinalização visíveis, contendo o símbolo internacional de acessibilidade (cadeira de rodas branca em um fundo azul), além de informações adicionais sobre a reserva da vaga para pessoas com deficiência.

A largura mínima da vaga de estacionamento acessível deve ser de 5,00 metros, permitindo espaço suficiente para a entrada e saída de pessoas com mobilidade reduzida, além de permitir a transferência de uma cadeira de rodas do veículo para o espaço de circulação adjacente.

Além disso, é necessário providenciar uma faixa de acesso de 1,20 metros de largura em cada lado da vaga de estacionamento acessível. Essa faixa permite que a pessoa com deficiência possa se movimentar livremente ao redor do veículo, incluindo a operação das portas e a transferência para uma cadeira de rodas.

A superfície da vaga de estacionamento acessível deve ser nivelada e revestida com material antiderrapante para garantir a segurança dos usuários, especialmente em condições climáticas adversas.



Fig. 05 – Sinalização horizontal de regulamentação de vaga de estacionamento exclusiva para idoso. Fonte: CONTRAN (2018)

5.7.6. Sinalização

A norma ABNT NBR 9050:2020, estabelece que a sinalização deve ter contraste visual suficiente entre o texto e o fundo para garantir sua legibilidade, especialmente para pessoas com deficiência visual ou baixa visão. Recomenda-se que o contraste seja de no mínimo 70% entre as cores.

O tamanho da fonte deve ser adequado para garantir sua legibilidade a uma distância segura. Recomenda-se que a altura mínima das letras seja de 1,2 cm para textos em letras maiúsculas e de 0,8 cm para textos em letras minúsculas.

Recomenda-se o uso de fontes sem serifa, como Arial, Helvetica ou Calibri, pois são mais fáceis de ler, especialmente para pessoas com deficiência visual.

Em locais onde a sinalização visual não é suficiente, recomenda-se a instalação de sinalização tátil, como placas em braille ou relevos táteis, para fornecer informações adicionais para pessoas com deficiência visual.

A altura e a localização da sinalização devem ser adequadas para garantir seu acesso por pessoas em cadeiras de rodas ou com mobilidade reduzida. Recomenda-se que a sinalização visual esteja localizada entre 1,40 e 1,70 metros do piso acabado.

Em alguns casos, a sinalização sonora pode ser necessária para fornecer informações auditivas para pessoas com deficiência visual. Isso pode incluir alarmes sonoros, mensagens pré-gravadas ou sistemas de orientação auditiva em espaços públicos.

5.7.7. Portas e corredores

As normas de acessibilidade para portas e corredores são estabelecidas para garantir que pessoas com diferentes capacidades físicas possam ter acesso adequado a edifícios, instalações e espaços públicos. No Brasil, essas normas são definidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), com ênfase na ABNT NBR 9050:2020 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

As portas devem ter uma largura mínima para garantir a passagem de pessoas com mobilidade reduzida, cadeiras de rodas e outros equipamentos de assistência. Recomenda-se que as portas tenham no mínimo 0,80 metros de largura.

As maçanetas e puxadores das portas devem ser instalados em alturas acessíveis para pessoas com diferentes estaturas e capacidades físicas. A altura recomendada é de 0,90 a 1,10 metros do piso acabado.

A resistência à abertura das portas deve ser compatível com as forças que pessoas com deficiência podem exercer. As portas devem ser de fácil abertura, sem exigir esforço excessivo.

Deve haver um vão livre à frente das portas para permitir que pessoas em cadeiras de rodas possam se aproximar e abrir a porta sem obstruções.

Os corredores devem ter largura suficiente para permitir a passagem de pessoas com mobilidade reduzida, cadeiras de rodas e outros equipamentos de assistência. Recomenda-se que os corredores tenham no mínimo 1,20 metros de largura.

Os corredores devem ser nivelados e livres de obstáculos ou desníveis que possam representar riscos de tropeços ou quedas.

Quando houver mudança de direção ou obstáculos ao longo do corredor, é importante fornecer sinalização adequada para orientação de pessoas com deficiência visual.

Os corredores devem ser bem iluminados para garantir a segurança e facilitar a orientação de todas as pessoas, especialmente aquelas com deficiência visual.

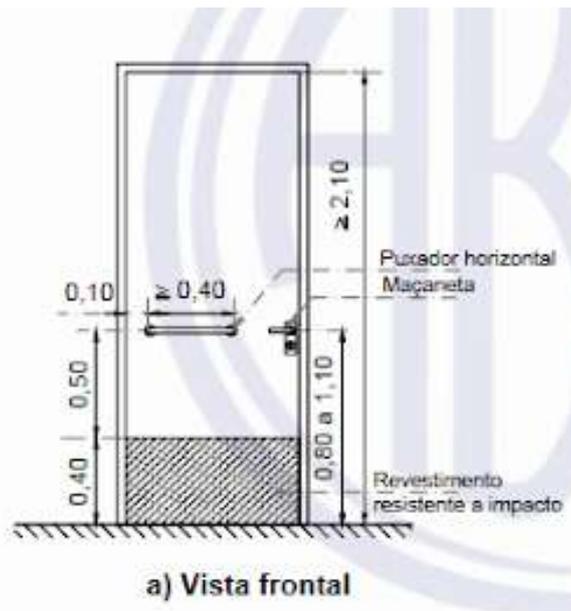


Fig. 06 – Portas de sanitários e vestiários. Fonte: NBR 9050:2020, p. 71

5.7.8. Iluminação

Assegurar que todos os espaços tenham uma iluminação adequada para melhorar a visibilidade, especialmente para pessoas com deficiência visual.

As diretrizes de iluminação desempenham um papel crucial na criação de ambientes seguros e adaptados para todos, incluindo aqueles com necessidades especiais, como deficiências visuais. No Brasil, tais diretrizes são definidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), sendo a ABNT NBR 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho a norma principal nesse contexto.

A ABNT NBR 8995-1:2013 estipula os níveis mínimos de iluminação necessários em diversos tipos de espaços, abrangendo áreas de circulação, escritórios e locais de trabalho. É essencial garantir que tais níveis sejam adequados para facilitar a visualização e orientação das pessoas, em especial aquelas com deficiência visual.

Além dos níveis luminosos, a uniformidade também se mostra relevante para prevenir contrastes extremos que possam causar desconforto visual e dificultar a locomoção das pessoas com deficiência visual. A norma fornece diretrizes visando garantir uma distribuição uniforme da luz por todo o ambiente.

É fundamental evitar o ofuscamento excessivo, que ocorre quando há uma grande diferença de brilho entre áreas adjacentes. Isso pode causar desconforto visual e dificultar a visão, especialmente para pessoas com sensibilidade à luz ou deficiências visuais. A norma recomenda o uso de luminárias adequadas e posicionamento cuidadoso para minimizar o ofuscamento.

O contraste pode provocar incômodo visual e prejudicar a visão, especialmente para indivíduos sensíveis à luz ou com problemas de visão. As diretrizes sugerem o emprego de iluminação apropriada e uma disposição cuidadosa para reduzir o ofuscamento. É crucial garantir um contraste adequado entre os objetos e o plano de fundo para facilitar a percepção visual e a orientação das pessoas com deficiência visual.

Em caso de falta de energia elétrica, é essencial que os ambientes sejam equipados com sistemas de iluminação de emergência adequados para garantir a evacuação segura das

peessoas, incluindo aquelas com deficiência visual ou mobilidade reduzida. A norma estabelece requisitos específicos para esses sistemas.

5.7.9. Projeto paisagísticos

Planejar paisagens que sejam acessíveis e seguras para todas as pessoas, incluindo a instalação de trilhas acessíveis em parques e áreas naturais.

As normas para projetos paisagísticos com acessibilidade são fundamentais para garantir que áreas externas, como parques, jardins, praças e áreas de lazer ao ar livre, sejam acessíveis e inclusivas para todas as pessoas, independentemente de suas habilidades físicas ou sensoriais. No Brasil, essas normas são estabelecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e pela legislação específica de acessibilidade, como a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015).

Deve haver caminhos acessíveis em todo o espaço paisagístico, com largura mínima adequada para permitir a passagem de cadeiras de rodas e outros equipamentos de assistência. A largura mínima recomendada para caminhos acessíveis é de 1,20 metros.

A superfície dos caminhos deve ser regular e antiderrapante para garantir a segurança dos usuários, especialmente em condições climáticas adversas. Deve-se evitar a presença de obstáculos, desníveis ou irregularidades que possam representar riscos de tropeços ou quedas.

A inclinação dos caminhos acessíveis deve estar de acordo com as normas de acessibilidade, garantindo que pessoas com mobilidade reduzida possam percorrê-los com segurança. A inclinação transversal dos caminhos deve ser limitada para evitar desconforto durante o deslocamento.

Em áreas extensas, é recomendável a inclusão de áreas de descanso ao longo dos caminhos acessíveis, com bancos e espaços sombreados para proporcionar conforto aos usuários.

Deve haver sinalização adequada em todo o espaço paisagístico, indicando a localização de áreas de interesse, como banheiros, áreas de lazer, pontos de acesso e saída, entre outros. A sinalização deve ser clara, visível e compreensível para todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiência visual.

O mobiliário urbano, como bancos, mesas, lixeiras e bebedouros, deve ser projetado e instalado de forma acessível, garantindo que pessoas com mobilidade reduzida possam utilizá-lo confortavelmente.

A iluminação adequada é essencial para garantir a segurança e a utilização do espaço paisagístico durante o dia e à noite. Deve-se garantir uma iluminação uniforme e adequada em todo o espaço, especialmente em áreas de circulação e pontos de interesse.

Além da acessibilidade física, os projetos paisagísticos também podem incorporar elementos que promovam a acessibilidade sensorial, como jardins sensoriais, trilhas táteis, fontes sonoras e aromáticas, que proporcionem experiências sensoriais inclusivas para todas as pessoas.

5.7.10. Piscinas

A acessibilidade nas piscinas é um aspecto importante para garantir que pessoas com deficiência possam desfrutar plenamente das instalações aquáticas. Para isso, é importante que hajam rampas suaves e largas ou elevadores com operacionalidade funcional permitindo que cadeiras de rodas e pessoas com mobilidade reduzida entrem e saiam facilmente da piscina com uma transferência suave.

Quanto às instalações, a área ao redor da piscina deve ser revestida com materiais antiderrapantes para evitar escorregões e quedas, corrimãos ao longo das rampas e escadas para fornecer apoio e estabilidade às pessoas que entram e saem da piscina, espaço suficiente ao redor da piscina para permitir a circulação, vestiários, banheiros e outras instalações próximas à piscina com todos os itens de acessibilidade, equipe da piscina com treinamento adequado sobre como auxiliar pessoas com deficiência e como operar equipamentos de acessibilidade e informações sobre as opções de acessibilidade da piscina de forma clara e acessível para todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiências visuais ou auditivas.

É fundamental seguir as normas e regulamentos específicos de acessibilidade aplicáveis em cada jurisdição. A integração dos princípios desde o início do processo e a adoção em todas as etapas do desenvolvimento contribuem para uma sociedade mais inclusiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BRASIL. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora com Deficiência. Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais. Brasília, Corde, 1994.

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

SOUSA, Nayara Alves de; SILVA JUNIOR, Milton Ferreira da; COSTA, Sílvia Kimo. Instituições de ensino consideradas sustentáveis e inclusivas: a acessibilidade nos espaços físicos para as crianças com deficiência em Vitória da Conquista – BA REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, p. 103-132, fev. 2017. ISSN 1517-1256. Disponível em: <<https://www.seer.furg.br/remea/article/view/5353/4349>>. Acesso em: 12 out. 2017

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

VANTAGENS DA PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO E OS ENTRAVES PARA SUA DIFUSÃO NO BRASIL

VANTAGENS DA PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO E OS ENTRAVES PARA SUA DIFUSÃO NO BRASIL

1. INTRODUÇÃO

O setor de transportes possui grande relevância no desenvolvimento de um país, influenciando os demais setores da economia, que dependem dele para suas operações. Desde os primórdios o homem tem buscado resolver os conflitos de direções entre seu deslocamento e de suas mercadorias, e os fluxos de rios, vales e outras vias. A eficiência no deslocamento depende da segurança, economia e conforto de seus usuários, de onde surge a necessidade de pavimentação das vias, a qual melhora as condições de tráfego e acesso, reduz a poeira e a erosão do solo, promovendo desenvolvimento local, valorização dos imóveis e a melhoria da qualidade de vida da população.

A pavimentação em concreto trata-se de uma técnica surgida em 1891, nos Estados Unidos, por iniciativa de George Bartholomew, a qual chegou ao Brasil no início da década de 1920, quando a Rodovia Caminhos do Mar (SP-148 / Estrada Velha de Santos) recebeu pavimento em concreto, sendo pioneira na América Latina.

TAVARES (2005) define pavimento rígido, ou pavimento em concreto, por uma camada adensada constituída de uma mistura de cimento Portland, agregado graúdo e água, funcionando ao mesmo tempo como revestimento e base do pavimento. Esse tipo de pavimentação tem se destacado por inúmeras vantagens, apresentando-se como excelente alternativa aos pavimentos flexíveis (asfálticos) em diversos aspectos, sejam eles: ambiental, econômico ou social, os quais serão abordados neste estudo.

Embora muito se utilize a pavimentação em concreto ao redor do mundo, no Brasil apenas uma pequena parcela da malha viária é executada nesse modelo. Segundo estimativas da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), em 2015 havia cerca de sete mil vias pavimentadas em concreto, o que representaria aproximadamente 4% de toda a malha viária brasileira, levando-nos ao questionamento sobre quais os entraves para a difusão dessa técnica de pavimentação em nosso país frente às diversas vantagens de sua utilização, o que trataremos no presente artigo.

2. OBJETIVO

O presente estudo tem por objetivo caracterizar as vantagens do pavimento rígido, de maneira que sejam apresentados os ganhos práticos de sua utilização, e as consequentes melhorias na qualidade de vida da população. Busca-se identificar as motivações pelas quais os agentes públicos e demais governantes optam, na maioria das vezes, pela pavimentação flexível em suas localidades, em detrimento ao uso da pavimentação em concreto.

3. DELIMITAÇÕES

Este artigo baseia-se na revisão literária para demonstrar as vantagens ambientais, econômicas e sociais da utilização de pavimentação em concreto nas vias brasileiras, realizando comparativos com outras técnicas de pavimentação, limitando-se a apresentar

os benefícios de sua aplicabilidade, de maneira que não serão abordados aspectos construtivos ou detalhamentos executivos. Tem-se por intuito analisar os entraves existentes para seu desenvolvimento em nosso país, apesar de apresentar-se como excelente solução de engenharia já empregada em larga escala em diversos países ao redor do mundo.

4. MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho utiliza-se da metodologia de pesquisa bibliográfica, a qual, de acordo com PRODANOV (2013, p.54), é aquela:

[...] elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de: livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa.

Sendo assim, considerando os objetivos do estudo, foram utilizados livros, revistas, manuais técnicos, publicações de internet, e demais materiais relacionados ao tema proposto, na busca e desenvolvimento de conceitos relacionados à pavimentação em concreto, desde sua origem e disseminação pelo mundo, no intuito de compreender suas vantagens e os entraves que interferem na sua utilização no Brasil.

4.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

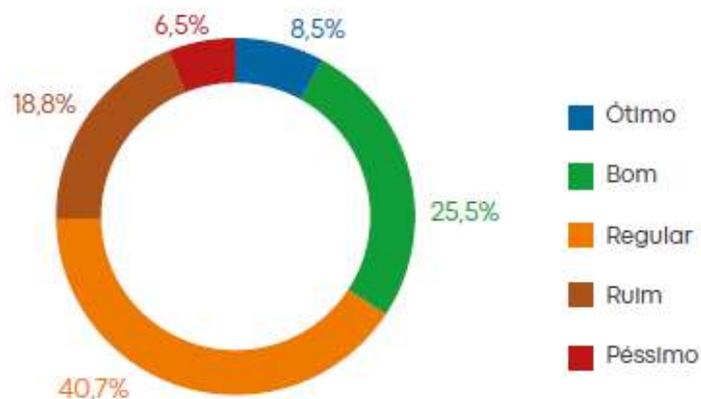
Na busca por melhores condições em seu deslocamento e de suas mercadorias, o homem desenvolveu a pavimentação de ruas e rodovias. Porém, a importância do pavimento transcende o conforto e a segurança de seus usuários, sendo também essencial para o transporte eficiente das riquezas do país, sendo que grande parte dos bens produzidos internamente são transportados por rodovias.

Um estudo da Fiesp (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo), de 2017, aponta a precariedade da infraestrutura logística, devido à falta de manutenção, ampliação, modernização e planejamento da malha rodoviária, como um dos maiores entraves para o desenvolvimento econômico do Brasil, implicando em aumento de custos, e resultando na perda da competitividade interna e externa do país, assim como resultando em maior desgaste dos veículos e maior incidência de acidentes de trânsito.

Dados da CNT (Confederação Nacional dos Transportes) apontam que, em 2022, a pavimentação abrangia 12,4% do 1,721 milhão de quilômetros de estradas do país, totalizando apenas 213.500 quilômetros, porém estima-se que apenas 4% desse total sejam executados em concreto, sendo a maior parte da malha viária brasileira executada em pavimentação flexível.

A Pesquisa CNT de Rodovias, realizada no ano de 2022, ao analisar o estado de conservação das vias pavimentadas quanto às características de Pavimento, Sinalização e Geometria, evidenciou a necessidade de investimento para manutenção e restauração das rodovias brasileiras, pois 66,0% delas apresentava algum tipo de problema, classificadas como Regular (40,7%), Ruim (18,8%) ou Péssimo (6,5%), retratadas no Gráfico 1, abaixo.

Gráfico 1 – Classificação do Estado Geral



Fonte: Pesquisa CNT de Rodovias (2022, p. 86)

4.1.1 Tipos de Pavimentos

Engenharia vem do latim ingenium, que em português traduz-se para “talento”, sendo definida como a arte de utilizar recursos materiais ou naturais para atender as necessidades humanas, sendo assim, os pavimentos são projetados para resistirem às solicitações de tráfego e as variações climáticas, oferecendo aos usuários conforto ao rolamento e segurança. Constituem-se de um sistema de múltiplas camadas, de espessuras previamente determinadas, e construídas sobre o solo de fundação, denominado subleito. Podem ser executados em diversas técnicas e com emprego de diversos materiais, a depender das solicitações que há de receber, e dos materiais disponíveis conforme a localidade, sendo duas as principais técnicas empregadas: pavimentação asfáltica e pavimentação rígida.

Conforme Fiesp (2017, p.43), o Pavimento Asfáltico envolve o assentamento de três ou quatro camadas verticais de materiais granulares, acima do subleito regularizado e compactado, podendo contar, opcionalmente e a critério de projeto, com reforço de subleito. O revestimento, camada que receberá as ações do tráfego, é executado em asfalto, sendo o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) o principal tipo de asfalto utilizado em pavimentação no Brasil, usinado e aplicado a quente, em temperaturas entre 135 a 160°C, formando uma camada flexível às solicitações impostas, representada na Figura 1.

Figura 1: Pavimento Flexível



Fonte: TAVARES (2005, p.13)

Já o Pavimento Rígido (Figura 2), de acordo com TAVARES (2005, p.11), é composto de uma placa de concreto de cimento Portland, camada que desempenha conjuntamente o papel de revestimento e base, resistindo diretamente às solicitações e transmitindo os esforços ao subleito, podendo contar ou não com armadura; e de uma sub-base, empregada com o intuito de melhorar a capacidade de suporte do subleito. Sua execução e demais aspectos construtivos são padronizados pelas normas DNIT 047/2004-ES (Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte – Especificação de serviço), e DNIT 056/2013-ES (Pavimento Rígido – Sub-base de concreto de cimento Portland compactado com rolo – Especificação de serviço).

Figura 2: Pavimento Rígido



Fonte: TAVARES (2005, p. 74)

4.1.2 Histórico da Pavimentação em Concreto

A Pavimentação em Concreto surgiu em 1891, nos Estados Unidos da América (EUA), por iniciativa do farmacêutico George Bartholomew, quando foi iniciada a pavimentação de uma pequena rua onde ficava sua farmácia, a Court Avenue, em Bellefontaine, no estado norte-americano de Ohio, sendo inaugurada em 1893. Bartholomew construiu o pavimento, tendo negociado com o governo ações da “obra” com a condição de o concreto durar cinco anos, obtendo resultado satisfatório e amplamente difundido pelo governo posteriormente.

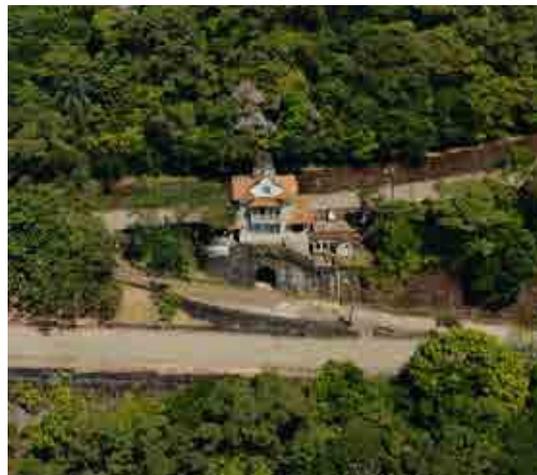
Figura 3: Primeira Rua em Concreto da América – Court Avenue (EUA)



Fonte: https://live.staticflickr.com/7683/17354471422_54cabd05c3_b.jpg Acesso em 10 mai. 2024

A técnica chegou ao Brasil no início da década de 1920, sendo a Rodovia Caminhos do Mar / SP-148 (Figura 4) a primeira via pavimentada em concreto na América Latina, ligando São Paulo ao litoral até o ano de 1947, quando houve a inauguração da Rodovia Anchieta, e passou a chamar-se Estrada Velha de Santos.

Figura 4: Rodovia Caminhos do Mar



Fonte: <https://caminhosdomar.com.br/historia/> Acesso em 10 mai. 2024

Em 1936 foi fundada a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), entidade sem fins lucrativos, com o intuito de promover estudos sobre o cimento e suas aplicações. Tem a missão de consolidar e expandir o mercado de produtos à base de cimento, representar técnica e institucionalmente a indústria em competitividade industrial, normalização, qualidade e meio ambiente, prestar serviços tecnológicos de excelência, e organizar a informação técnica, difundir, transferir tecnologia e capacitar.

Trata-se de um centro de referência em tecnologia do cimento, promovendo cursos, seminários e eventos técnicos, apoiando a indústria de produtos à base de cimento, prestando suporte a grandes obras da engenharia brasileira, além da publicação de livros,

revistas e documentos técnicos sobre o assunto, contribuindo para o desenvolvimento de técnicas inovadoras no setor da construção civil.

Com o passar do tempo, a pavimentação em concreto foi se difundindo no Brasil e no mundo, empregada também na construção de pistas de aeroportos, e na execução de corredores exclusivos de ônibus, como nos casos de São Paulo/SP e Curitiba/PR, visando priorizar o transporte coletivo e a qualidade das vias de grandes cidades.

4.1.3 Vantagens da Pavimentação em Concreto

Conforme definido pela Pesquisa CNT de Rodovias, realizada no ano de 2022, o pavimento deve promover segurança no tráfego, suportar os efeitos do clima, permitir deslocamentos suaves, não causar desgastes excessivos aos pneus dos veículos ou alto nível de ruídos, permitir o escoamento adequado da água em sua superfície, e ter boa resistência a derrapagens.

Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável de rodovias deve considerar soluções ambientalmente responsáveis e sustentáveis desde a concepção de projeto, passando pelos processos de execução, até os procedimentos de manutenção, permitindo-se três abordagens das vantagens da pavimentação em concreto: ambiental, econômica e social, as quais se apresentam interligadas entre si.

Uma grande vantagem da pavimentação em concreto é o fato de ter elevada durabilidade e alta resistência a produtos químicos e intempéries, diminuindo os custos de manutenção ao longo de sua vida útil, sendo dimensionada para um horizonte de 20 anos com mínima necessidade de manutenção.

Para efeitos de comparação, o pavimento asfáltico tem vida útil média de projeto de 10 anos, estando mais suscetível a desgaste por produtos químicos, inclusive às substâncias derivadas de petróleo que podem originar-se de possíveis vazamentos nos veículos e causar prejuízos à pavimentação.

MASCHIO (2021, p.06) aponta ainda que o menor número de intervenções para manutenção reduz congestionamentos, o que resulta em menor consumo de combustíveis e redução da emissão de gases geradores de efeito estufa, além de menor geração de resíduos, os quais ainda são inteiramente recicláveis.

Quanto à economia de combustível, podemos ressaltar o excelente conforto e a menor resistência ao rolamento na pavimentação em concreto, o que resulta em uma redução no consumo de aproximadamente 20% em ônibus e caminhões carregados, conforme estudo realizado em 1994 pela L'Industrie du Ciment et du Béton du Québec (A Indústria de Cimento e Betão de Quebec / Canadá).

Como incentivo à industrialização brasileira, vale ressaltar que cimento, areia, brita e água são insumos encontrados em abundância em nosso país, com preço de mercado estável. Conforme estudo da Fiesp (2017), ao contrário do preço do asfalto, os preços do cimento são formados em mercados com maior nível de concorrência entre os fabricantes, o que tende a baratear o principal insumo da pavimentação em concreto, além de não haver dependência acerca do mercado externo quanto às oscilações de preço do petróleo e de seus derivados, a qual tem influência direta nos custos de pavimentos flexíveis.

Segundo estudo de Pace e Becker realizado em 1999 na Argentina, a produção de concreto consome 3 a 4 vezes menos energia do que a produção de asfalto. Ainda, no processo de produção de cimento podem-se aproveitar resíduos industriais como escória siderúrgica, cinza volante e pozolanas na forma de adições, as quais proporcionam características ao concreto como durabilidade e maior resistência a intempéries; além de também incorporar subprodutos industriais como substitutos de combustíveis nos fornos, como pneus

inservíveis, óleos usados, graxas e solventes que não teriam outra utilidade e configuram-se como altamente poluentes, promovendo assim menor impacto ambiental.

MASCHIO (2021, p.11) aponta que a estrutura do pavimento em concreto, necessária para atender a determinada solicitação de tráfego, é menor do que a estrutura em pavimentação asfáltica para a mesma solicitação, gerando assim economia de agregados naturais e menor agressividade ao meio ambiente, além de a pavimentação em concreto ser totalmente reciclável ao fim de sua vida útil.

Conforme Fiesp (2017), o pavimento em concreto pode contribuir para a segurança viária em suas localidades, sendo seu acabamento realizado por meio de texturização, a qual garante boas condições de atrito entre a pista de rolamento e os pneus dos veículos, não permite o acúmulo de lâminas de água em sua superfície, e assim evita a aquaplanagem dos veículos. Estes derrapam menos devido à aderência entre a textura e os pneus, reduzindo-se o tempo de frenagem, e conseqüentemente os acidentes de trânsito. A Figura 5 compara a Distância de Frenagem em pavimentos de concreto e de asfalto, deixando evidentes as vantagens mencionadas.

Figura 5 – Distância de Frenagem conforme o pavimento

Distâncias Comparadas	Distância de Frenagem (m)		
	Concreto	Asfalto	A/C %
Seca e Nivelada	50	58	16%
Úmida e Nivelada	96	109	14%
Úmida com Trilha de Roda	96*	134	40%

No caso da pista de concreto, sem trilha de roda.
Obs.: Veículo usado - Chevy a 95 km/hora.

Fonte: Ruhl, R.L., Safety Considerations of Rutted and Washboarded Asphalt Road (Avaliações de segurança em rodovias esburacadas e molhadas)

Em artigo intitulado “Road Surfaces Reflectance Influences Lighting Design” (A refletância das superfícies das estradas influencia o design de iluminação), o engenheiro Richard E. Stark aponta uma melhor visibilidade por reflexão nos pavimentos em concreto em função de sua cor clara: em torno de 30% a mais de reflexão de luz em comparação ao pavimento asfáltico.

Nesse sentido, Pace e Becker apontaram uma economia de 30 a 60% de energia elétrica na iluminação pública e na sinalização viária em função da cor mais clara dos pavimentos em concreto, pois reduz a necessidade de pontos de luz muito próximos, e nos casos de vias sem iluminação, possibilita maior alcance dos faróis dos veículos. Conclui-se também que há uma melhora significativa na segurança pública, pois torna as vias mais iluminadas, enquanto os assaltos tendem a ocorrer em vias mais escuras.

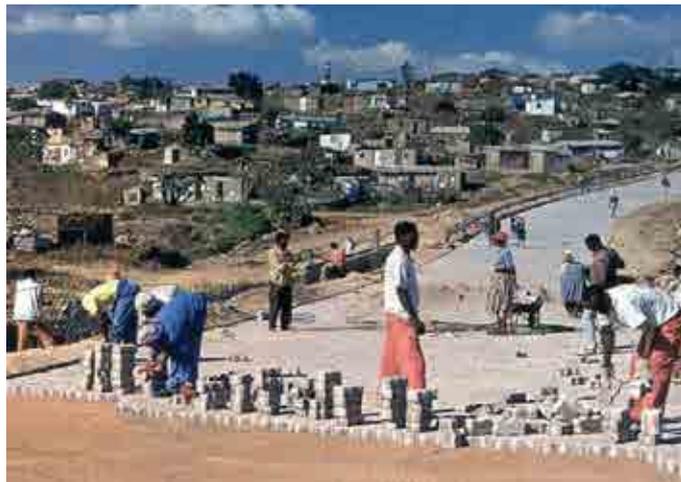
Identifica-se nos pavimentos em concreto uma menor absorção e retenção de calor, reduzindo as chamadas “ilhas de calor”, melhorando a sensação térmica e promovendo maior conforto ambiental. MASCHIO (2021, p. 11) cita que esse tipo de pavimento não aumenta a temperatura do ar, pois dissipa rapidamente o calor recebido devido à sua maior refletância; reduz a temperatura ambiente em cerca de 5°C, diminuindo gastos com ar condicionado e conseqüentemente reduzindo a poluição atmosférica; e reduz a temperatura

próxima à superfície de rolamento em cerca de 14°C, em comparação ao pavimento asfáltico, representando impacto positivo na prevenção de eventos climatológicos extremos e na redução do aquecimento global.

Considerando a facilidade de execução, a pavimentação em concreto tem mais uma alternativa muito vantajosa: a utilização de blocos intertravados (conhecidos popularmente por pavers – Figura 6) na execução do pavimento, permitindo permeabilidade e redução de enchentes, além de diversas possibilidades arquitetônicas e valorização do ambiente, inclusive com sinalização permanente, pois podem ser removidos para realizar manutenções de redes subterrâneas, e recolocados posteriormente no local, sem danos ou prejuízos.

TAVARES (2005, p.84) cita a possibilidade de geração de empregos ao adotar-se a utilização de blocos pré-moldados na pavimentação urbana, por esta empregar maior quantidade de mão-de-obra do que a pavimentação asfáltica, e não haver necessidade de especialização, podendo-se empregar mão-de-obra local. O autor ressalta ainda que existem objeções para a utilização dessa técnica pela crença de que a mesma não suportaria as cargas de tráfego atuais, porém enfatiza que quando há a correta compactação e regularização das camadas de suporte, não ocorrem recalques.

Figura 6 – Pavimento Intertravado



Fonte: TAVARES (2005, p.86)

4.1.4 Entraves para a difusão da Pavimentação em Concreto no Brasil

Apesar de muito difundido atualmente no Brasil, o pavimento flexível já não pode ser considerado, generalizadamente, como o melhor método em termos de custo-benefício, frente às vantagens obtidas com a pavimentação em concreto.

Muito se questiona sobre os motivos de os pavimentos das rodovias brasileiras não durarem, levando-nos a refletir sobre as razões da insistência em técnicas que já se mostraram ineficientes, ao invés da aplicação daquelas que durem bastante.

Quanto ao aspecto financeiro, há um mito de que o pavimento rígido é mais caro que a pavimentação asfáltica. Porém, vale lembrar que o primeiro é dimensionado em projeto para um período de 20 anos, enquanto o outro, dimensionado para 10 anos.

TAVARES (2005, p.72) cita que o custo do pavimento é dividido em três parcelas: o custo de implantação, aquele gerado para a construção da via de acordo com os métodos de

dimensionamentos normatizados; o custo de manutenção, gerado para manter as boas condições de utilização do pavimento; e o custo de operação, aquele gerado por acidentes e paralizações de tráfego decorrentes das condições de manutenção das vias, que implicam em atrasos nas viagens, aumento do consumo de combustíveis e da manutenção dos veículos, e despesas hospitalares e indenizatórias.

O autor cita ainda que, se tratando de tráfego intenso, pesado e repetitivo, estudos econômicos financeiros evidenciam que o pavimento rígido é mais vantajoso em todas as etapas, desde a concepção de projeto até a manutenção durante sua vida útil, porém, mesmo se tratando de tráfego leve, existem casos onde os pavimentos rígidos passaram a ser mais baratos que o pavimento asfáltico, considerando também todos os demais custos com pavimentação que são arcados pela própria sociedade.

Ele aborda uma técnica de avaliação chamada engenharia de valor, utilizada em segmentos industriais e avalizada pelo BIRD (Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento), a qual possibilita a comparação de alternativas, agregando-se valores a despesas de cunho social, conforme parâmetros aceitos universalmente.

Concomitante, estudo da Fiesp (2017, p.59), aponta que ainda há graves problemas de planejamento no setor de pavimentação, destacando-se a falta de visão a médio e longo prazos na busca de soluções mais eficientes, e ainda há ausência de banco de projetos coordenados nos âmbitos regionais e nacionais que possam oferecer maior racionalidade ao sistema viário brasileiro.

Ainda, no âmbito municipal, faltam Planos de Mobilidade Urbana que forneçam projetos de qualidade, com dimensionamento adequado garantindo equilíbrio entre o custo inicial e a baixa manutenção durante a vida útil dos pavimentos, ampliando as possibilidades de investimentos no setor, para que os recursos estaduais e federais cheguem até os municípios.

Vale ressaltar o previsto na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 quanto aos Princípios da Eficiência e da Economicidade:

“Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência [...]”

“Art. 70. A fiscalização contábil, financeira, orçamentária, operacional e patrimonial da União e das entidades da administração direta e indireta, quanto à legalidade, legitimidade, economicidade, aplicação das subvenções e renúncia de receitas, será exercida pelo Congresso Nacional, mediante controle externo, e pelo sistema de controle interno de cada Poder.”

Dessa forma, é dever dos governantes prezar por soluções que garantam a eficiência e economicidade na aplicação dos recursos públicos, necessitando-se para isso de investimento em pesquisa para o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficazes em nosso país, assim como a população tem o dever de acompanhar e fiscalizar as ações realizadas para que tenham serviços de qualidade à sua disposição.

Paulo Skaf, presidente da Fiesp, demonstra sua visão sobre o assunto:

“Sabemos que, para uma expansão efetiva e consistente da infraestrutura logística no Brasil, o planejamento estratégico e a participação do setor privado são fundamentais, pois proporcionam inovação e produtividade.” (Fiesp, 2017)

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Através da pesquisa realizada foi possível observar a importância do desenvolvimento e ampliação do uso de novas técnicas de pavimentação que sejam adequadas ao tipo de solo e solicitações de tráfego das vias brasileiras, as quais se encontram em péssimas condições devido à falta de recursos investidos, precariedade na manutenção viária, e o emprego de soluções tradicionais sem o devido estudo de implantação de técnicas alternativas, impactando negativamente na economia e apresentando-se como entraves para sua difusão em nosso país.

A pavimentação em concreto mostra-se como uma solução de engenharia para qualquer tipo de tráfego, pois apesar das diferenças de custos entre as diversas técnicas de pavimentação, percebe-se que a mesma possui inúmeras vantagens no aspecto técnico e econômico, assim como na perspectiva ambiental e de sustentabilidade, temas tão relevantes nos dias de hoje.

Trata-se de uma solução interessante no planejamento a médio e longo prazo, independente de seus custos de implantação, uma vez que abordagens como sua elevada durabilidade e desempenho, economia de combustível e de energia, menor geração de resíduos, utilização de insumos nacionais, maior segurança viária, redução do aquecimento global e tantas outras vantagens apresentadas anteriormente, reforçam sua aplicabilidade enquanto ferramenta na melhoria do atendimento à população através das obras e serviços públicos.

Conclui-se que, em um país onde a malha viária pavimentada representa apenas uma pequena parcela das estradas, sendo ainda menor quando consideramos somente a pavimentação em concreto, existe um grande mercado a ser desenvolvido através de pesquisa e inovação, para que haja o crescimento da economia e a melhoria da qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Apoio a projetos e obras viárias com concreto. Disponível em:

<https://abcp.org.br/apoio-a-projetos-e-obras-viarias-com-concreto/> Acesso em: 07 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Quem Somos. Disponível em: <https://abcp.org.br/quem-somos/> Acesso em: 10 mai. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES (CNT). Pesquisa CNT de rodovias 2022: relatório gerencial. – Brasília: CNT : SEST : SENAT, 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). DNIT 047/2004-ES. Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). DNIT 056/2013-ES. Pavimento Rígido – Sub-base de concreto de cimento Portland compactado com rolo – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2013.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (Fiesp), Departamento da Indústria da Construção (Deconic). Pavimento de vias no Brasil : infraestrutura de transportes terrestres rodoviários e cadeias produtivas da pavimentação / FIESP. – São Paulo : FIESP, 2017.

L'INDUSTRIE DU CIMENT ET DU BÉTON DU QUÉBEC. La voirie en béton: une solution aux problèmes du réseau routier québécois [S.l.], 1994 39p.

MASCHIO, A.; CARVALHO, M. D.; Vantagens do Pavimento de Concreto. O Paraná em Debate. Agenda Parlamentar. CREA-PR. 2021.

PACE e BECKER. Costo de Pavimentos a lo largo de su Vida Útil. Buenos Aires, Argentina, 1999.

Pavimento de concreto, o caminho do futuro. Por que o pavimento de concreto conquistou os Estados Unidos? Disponível em:

<https://pavimentodeconcreto.com/por-que-o-pavimento-de-concreto-conquistou-os-estados-unidos/#:~:text=Em%201891%2C%20uma%20rua%20de,experi%C3%Aancia%20idealizada%20por%20George%20Bartholomew.> Acesso em 04 mar. 2024.

Portal da SMA (Secretaria de Meio Ambiente e Proteção Animal / São Bernardo do Campo). Caminhos do Mar. Disponível em:

<https://www.saobernardo.sp.gov.br/web/sma/caminhos-do-mar>. Acesso em 06 mar. 2024.

Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm#:~:text=%C3%89%20assgurada%20a%20participa%C3%A7%C3%A3o%20dos,Art. Acesso em 14 mai. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

RUHL, R. L. Safety Considerations of Rutted and Washboarded Asphalt Road.

Soluções para Cidades. Primeiro pavimento urbano de concreto da América tem mais de 130 anos. Disponível em:

<https://www.solucoesparacidades.com.br/blog/primeiro-pavimento-urbano-de-concreto-da-america-tem-mais-de-130-anos/> Acesso em 10 mai. 2024.

STARK, R. Road Surfaces Reflectance Influences Lighting Design, Lighting Design and Application. EUA.

TAVARES, L. Pavimentação urbana: orçamento e custos. 1. ed. Brasília: CONFEA/CREA, 2005, 216p.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

VERGALHÕES E TELAS EM FIBRA DE VIDRO – ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS VERGALHÕES DE AÇO E POLÍMEROS REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO

VERGALHÕES E TELAS EM FIBRA DE VIDRO - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS VERGALHÕES DE AÇO E POLÍMEROS REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO

INTRODUÇÃO

A produção de fibras de vidro teve início na antiga Síria, Grécia e Egito. Aproximadamente 250 a. C artesãos começaram a produzir as fibras através de uma vara de vidro aquecida para aplicar como relevo sobre a superfície de produtos acabados. Comercialmente, a fibra de vidro começou a ser desenvolvida no ano de 1939, no decorrer da 2ª Guerra Mundial, com o intuito de fornecer rigidez e leviandade aos equipamentos. Atualmente, as fibras de vidro são aplicadas em mais de 35.000 produtos.

O concreto armado é um dos materiais de construção mais utilizados em todo o mundo desde o século XIX. No entanto, a corrosão das armaduras de aço, induzida pelo ataque por cloretos e/ou carbonatação, constitui-se como a principal causa de degradação destas estruturas (MEET et al., 2021). Uma vez iniciada, a corrosão progride, resultando na perda de volume do vergalhão de aço e na formação de produtos de corrosão. Como resultado, ocorre a formação de fissuras no concreto, subsequentemente, a sua fragmentação, implicando em consideráveis consequências técnicas, financeiras e sociais. Estimam-se que os prejuízos sejam de cerca de 3,5% do produto interno bruto do Brasil (CRUZ et al., 2017).

Uma alternativa para reduzir a degradação das estruturas de concreto armado é a utilização de vergalhões com menor ação à agressividade ambiental, como os vergalhões de polímero reforçado com fibras de vidro (Glass Fiber Reinforced Polymer - GFRP) (ARCZEWSKA et al., 2021). Os vergalhões de GFRP são compósitos formados por fibras de vidro impregnadas em uma matriz polimérica. Esta matriz pode ser formada por resinas termorrígidas dos tipos poliéster, éster vinil ou epóxi, adições e aditivos (BENMOKRANE et al., 2017), e o reforço é constituído por fibras de vidro contínuas. Estes vergalhões têm sido utilizados em estruturas de concreto armado, em túneis, pontes, viadutos, portos e obras de arte especiais (D'ANTINO et al., 2018; JIA et al., 2020), devido às suas características de elevada resistência e rigidez específicas, por não sofrer corrosão eletroquímica, possuir transparência eletromagnética e facilidade na fabricação e transporte.

Com as novas tecnologias e tendências de mercado, os vergalhões de fibra de vidro são populares por serem mais sustentáveis, leves e duradouros.

Os vergalhões e telas de fibra de Vidro (GFRP), vieram para revolucionar a construção civil, os produtos são fabricados a partir de uma aglomeração de resina polimérica e fibra de vidro, esta combinação compete ao produto uma ótima resistência mecânica (tração), excelente resistência a corrosão e outros agentes de agressividade natural, alta durabilidade, baixa condutividade térmica, não gera condutividade elétrica, é anticorrosivo e não é inflamável, sem contar que se torna um material muito mais leve, facilitando transporte e o manuseio no momento da construção e peso da parte construída, sendo com peso inferior 4 vezes mais leve do que os produzidos em aço

OBJETIVO

Objetivo do presente trabalho é analisar o uso do vergalhão de vidro comparando-o com a utilização de vergalhão de aço na engenharia.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as características técnicas de cada material;
- Identificar as vantagens e desvantagens do uso dos vergalhões de aço e fibra de vidro;
- Desenvolver um estudo comparativo entre os dois tipos de vergalhão.

2. DELIMITAÇÕES

O estudo será direcionado a aplicações do sistema do uso do vergalhão e telas em fibra de vidro na engenharia, baseadas nas normas internacionais.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para realização do presente trabalho, foi necessário um estudo através de livros, artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e pesquisas científicas nacionais e internacionais sobre o tema em questão; tudo para obter informações e resultados concretos que visassem enriquecer e formalizar um estudo comparativo entre os tipos de vergalhões já mencionados anteriormente.

Revisão sistemática em artigos nacionais e internacionais disponibilizados nas plataformas acadêmicas da Scielo, Ebsco e pesquisas através do Google Acadêmico.

O estudo mostrou as características de ambos os vergalhões, como também sua fabricação e aplicação, e partir daqui apresentará as vantagens e desvantagens de algumas propriedades importantes entre essas barras, e para isso foi primordial os dados e resultados de algumas publicações acadêmicas, mas dando ênfase aos seguintes, conforme Tabela 1:

Tabela 1: Artigos destacados para realização do estudo

Título	Autor	Ano	Localidade
Concreto com armadura de Fibra de Vidro	Lucas Carvalho Cateb	2011	Belo Horizonte
Avaliação de Resultados de Ensaio à Tração de Vergalhões de Fibra de Vidro e de Aço para o Uso no Grampeamento da Frente de Escavação de Túneis em Maciços Terrosos	Gustavo P.; Leonardo D.; Maria J.; Fernando L e Daniel K.	2016	Belo Horizonte
Análise da durabilidade de armaduras Poliméricas reforçadas com Fibras de vidro submetidas ao ambiente alcalino e a elevadas temperaturas	Ruan Carlos de Araújo Moura	2021	Salvador
Aplicação de Regressão Múltipla na análise de variáveis do processo de fabricação de vergalhões em uma indústria de aço	Lucas Batista	2021	São Paulo
Aplicação de Regressão Múltipla na análise de variáveis do processo de fabricação de vergalhões em uma indústria de aço	Matheus de Faria e Oliveira Barreto	2009	Minas Gerais

5. REFERENCIAL TEÓRICO

A indústria da construção civil é ampla e está em constante evolução, as suas edificações englobam diversas fases e materiais. De acordo com BARRETO (2009), um material indispensável em obras é o vergalhão, que é utilizado na construção de armadura de concreto, tendo como principal função a resistência a tração em estruturas de concreto armado, tais como vigas, pilares e lajes, conferindo ainda a estes resistência à compressão, flexão, fissuração, dentre outros. Segundo Scheffer et.al; (2016), os vergalhões podem ser constituídos de diversos materiais, como por exemplo o aço, a fibra de carbono e a fibra de vidro.

O tipo de vergalhão mais aplicado em construções é o de aço devido existir diversas indústrias que realizam sua fabricação, bem como seu baixo custo. Contudo um tipo de vergalhão que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado é o polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV), apesar de seu acesso ainda ser difícil, esse material já mostrou ser bastante promissor na construção civil em virtude de suas vantagens quando comparado ao de aço. Segundo Almeida et.al (2015), os vergalhões são fabricados em indústrias mini-mill, em que sua produção se dá a partir do processo de laminação a quente. O uso do vergalhão com fibras de vidro vem como uma opção de barra em que a principal diferença com o de aço, segundo Peruzi (2007), é a sua resistência à corrosão mesmo em ambientes de extrema agressividade. Esse material ainda oferece vantagens no que diz respeito à economia, segurança, higiene, além de ser mais leve e 3 vezes mais resistente à tração do que a barra de aço, mesmo com todos os benefícios, o vergalhão de fibra de vidro ainda não é tão valorizado.

O objetivo deste artigo é analisar, através de uma revisão bibliográfica, os tipos de vergalhões fabricados em aço e fibra de vidro, discutir e apresentar suas propriedades mecânicas e químicas com o intuito de comparar as vantagens e desvantagens, bem como sua sugestão de uso.

5.1 Vergalhão de Aço

O concreto armado, que consiste em uma combinação do concreto com armaduras de aço é o eminente material mais utilizado pela construção civil no mundo; segundo BASTOS (2006) o concreto possui baixa resistência à tração, diferente do aço que possui uma alta resistência à tração, sendo assim o aço atua como um reforço, elevando assim a resistência do concreto.

O vergalhão de aço, também denominado de ferro de construção ou varão, é uma barra de aço em que podemos encontrar sua superfície lisa ou nervurada, como consta, respectivamente, nas Figuras 1 e 2:

Figura 1:Vergalhão de superfície lisa



Figura 2 -Vergalhão de superfície nervurada



A diferença entre esses dois tipos se dá durante a sua aplicação, no qual o de superfície nervurada é utilizado nas obras da construção civil, devido a sua aderência junto ao concreto, enquanto o de superfície lisa é voltado para as indústrias de pré-moldados.

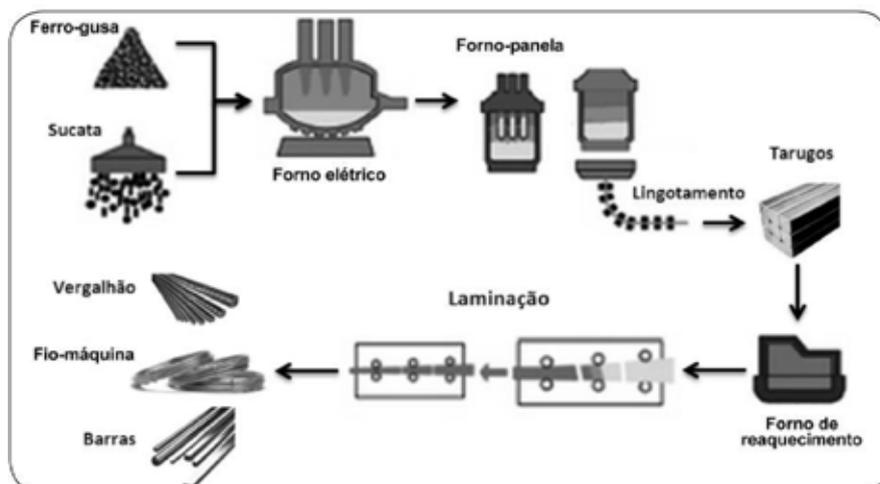
5.2 Fabricação do Vergalhão de Aço

A produção do vergalhão no Brasil tem que atender a norma e todas as exigências já prescritas e descritas na norma brasileira, no qual: “Estabelece os requisitos exigidos para encomenda, fabricação e fornecimento de barras e fios de aço destinados a armaduras para estruturas de concreto armado, com ou sem revestimento superficial”; (NBR 7480; 2007).

Segundo a NBR 7480, são definidas algumas características obrigatórias para fabricação das barras de aço. Araújo (2021) cita que a produção do aço pode ocorrer através de duas rotas: a integrada e a semi integrada. As usinas integradas operam em três fases básicas: redução, refino e laminação; e as usinas semi integradas operam em duas fases básicas: refino e laminação, ambas utilizam sucata metálica, ferro-gusa ou ferro esponja como insumo principal, os transformando em aço.

A produção dos vergalhões é executada nas usinas siderúrgicas e seu processo se dá conforme a Figura 3, que em resumo segue tais passos: a matéria-prima que vem a sucata ferrosa e ferro gusa, em seguida a aciaria elétrica que passa a fusão, refino e solidificação, próximo passo é o produto semiacabado, denominado tarugo, a partir daí vem a laminação que é o reaquecimento e conformação, e assim gera o produto, o vergalhão.

Figura 3: Processo de produção do vergalhão



Peruzzi (2007) algumas características do aço, como a boa ductilidade, a tenacidade e a alta resistência à tração, e ressalta que esse material é considerado versátil devido sua possibilidade de utilização em formas variadas. A adição das barras de aço nervurada ao concreto é denominada de concreto armado, no qual possibilita uma estabilidade a estrutura, como também é uma forma de construção rápida e de custo eficaz.

5.3 Vergalhão Revestido com polímeros de Fibra de Vidro

Como já mencionado anteriormente, vergalhão é o elemento que tem a função de dar suporte para à estrutura de concreto, e como uma alternativa ao material feito de aço existem os vergalhões de FRP (Polímero Reforçados com Fibras), no qual sua classificação se dá devido o tipo de resina, fibra e superfície. O presente estudo irá abordar o Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP), que se trata do polímero reforçado com fibra de vidro, conforme ilustrado na Figura 4. O vergalhão possui a mesma funcionalidade, todavia possui algumas características distintas quando comparado ao vergalhão de aço. Mesmo não possuindo uma norma brasileira que rege o uso e aplicação desse material, MOURA (2021) cita que ele vem ganhando cada vez mais aceitação no mercado da construção civil, devido sua relação qualidade/preço, tornando-se ótima resistência mecânica (tração), excelente resistência a corrosão e outros agentes de agressividade natural, sem contar que se torna um material muito mais leve.

Figura 4: Vergalhão de Fibra de Vidro



Segundo MOURA (2021), o processo de fabricação dos vergalhões de PRFV é através do método e pultrusão, no qual as fibras de vidros são tensionadas por uma máquina em direção a uma cuba de impregnação, em que uma resina líquida impregna as fibras, e ocorre uma combinação entre esses materiais, em seguida passa por um molde circular que confecciona a forma da seção transversal do vergalhão. E para os vergalhões com nervuras helicoidais, ocorre adição de fibras de vidro na sua superfície, pelo mecanismo giratório, conforme pode ser visto na Figura 5, no qual após a adição, material é aquecido, e finalizado com o processo de corte, conforme o comprimento desejado.

Figura 5: Fabricação dos Vergalhões de PFRV com nervuras.

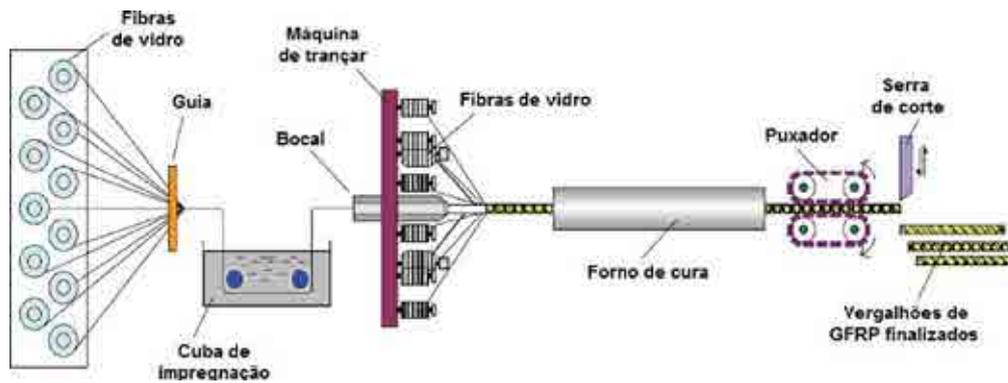


Figura 5.1: Fabricação dos Vergalhões de PFRV com nervuras.



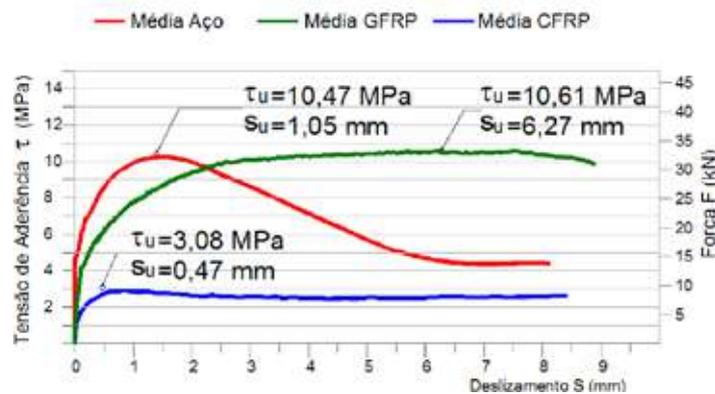
5.4 Aderência da Barra de Fibra de Vidro ao Concreto

Em uma estrutura os maiores esforços a serem combatidos são a tração e a compressão. O concreto tem boa resistência a compressão, mas não a tração, por esse motivo foi necessário a utilização de um material que tivesse a capacidade de resistir a estes esforços, então o aço é bastante aplicado para solucionar essa situação (DURÃES e DURÃES; 2020).

No entanto o PRFV possui vários benefícios em relação ao aço, mas para que seja utilizado em estruturas de concreto armado é preciso saber como funciona sua aderência ao concreto.

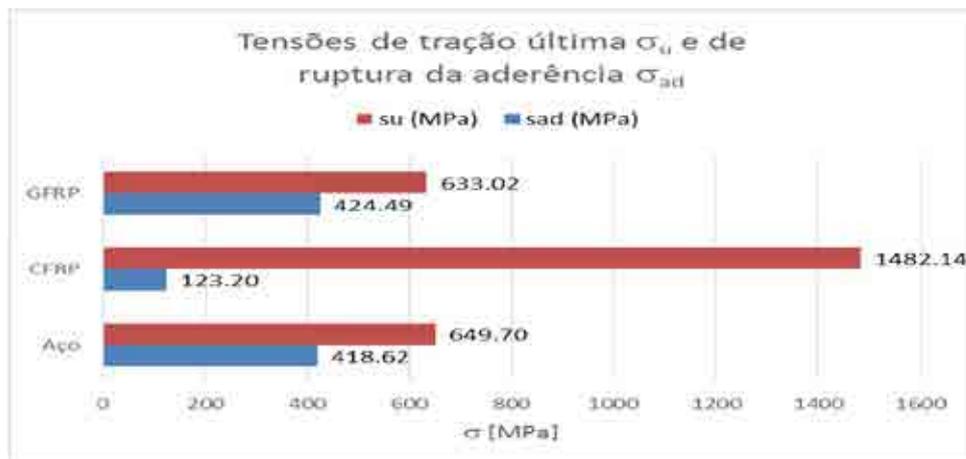
No estudo revisado, foi realizado o ensaio de arrancamento direto em nove corpos de prova com três materiais diferentes, sendo o vergalhão de fibra de carbono, fibra de vidro e aço para se ter um controle no ensaio, com o objetivo de verificar o comportamento de ligações desses materiais ao concreto. Como o objetivo deste trabalho é avaliar apenas a fibra de vidro em relação ao aço não vamos abordar os resultados da fibra de carbono. Na Figura 6, que relaciona tensão de aderência com o deslizamento, podemos notar que tanto o aço quanto a fibra de vidro possuem altos valores de tensão de aderência, porém a fibra de vidro tem um deslizamento maior que o aço antes de atingir sua tensão de aderência máxima.

Figura 6: Tensão da aderência versus deslizamento entre os três tipos de barras: Aço, PRFV e PRFC.



Na Figura 7, podemos ver a comparação entre a tensão de ruptura dos materiais com a tensão de ruptura de arrancamento, o que indica que os materiais apresentados podem ocorrer ruptura por tração antes que haja a ruptura de aderência, e mostra que os resultados de arrancamento do PRFV é similar ao de aço.

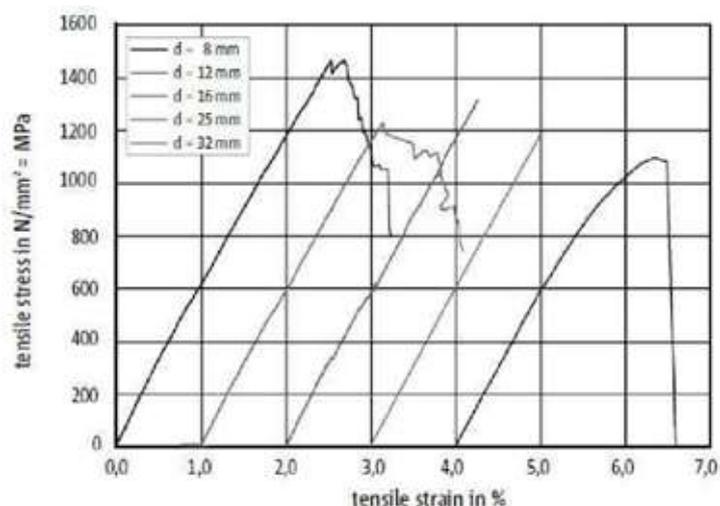
Figura 7: Tensões de tração na barra, ruptura da barra versus ruptura da aderência.



5.5 Módulo de Elasticidade do PRFV

O módulo de elasticidade, segundo Pacheco et.al (2014), é, em definição, a razão entre uma força aplicada sobre um determinado corpo, e a deformação observada nele. A Figura 8 apresentada a seguir, é uma resolução de um ensaio realizado entre tensão-deformação por diâmetro. Neste diagrama é possível observar que no PRFV ocorre um rompimento súbito, em todos os diâmetros testados, em outras palavras percebe-se que esse material é considerado frágil devido possuir um baixo módulo de elasticidade que, em média, é de 55 Gpa.

Figura 8: Diagrama de tensão e deformação médias por diâmetro.



Araújo (2017) em seu estudo, apresentou uma tabela retratando algumas propriedades físicas do aço, sendo uma dessas o módulo de elasticidade, o qual nos interessa. Com os resultados referentes a ela visualizados na Tabela 3, podemos observar que o módulo de elasticidade do aço tem uma média muito superior a fibra de vidro.

Tabela 1: Resumo dos dados do ensaio de tração para barras de aço.

Propriedade	Unid.	CP 01	CP 02	CP 03	Média	Desvio Padrão	Coef. de Variação
Módulo de elasticidade	GPa		194,27	223,67	208,97	20,79	0,10
Resistencia de escoamento σ_y	MPa	645,54	678	625,56	649,7	26,47	0,04
Def. esp. escoamento*	‰	2,40	3,20	2,80	2,80	0,4	0,14
Resistencia última à tração σ_u	MPa	824,09	862,8	742,92	809,94	61,18	0,08
Def. esp. última à tração*	‰	24,64	23,99	24,65	24,43	0,38	0,02

5.6 Peso

Por ser produzido em fibra de vidro, o vergalhão se torna mais leve, garantindo assim maior agilidade e menor esforço durante o transporte, manuseio e manutenção. Sua produção em metro também possibilita a entrega em tamanhos compatíveis ao projeto, reduzindo assim a quantidade de material excedente, tornando-o mais econômico.



Uma barra de 10mm (12mts), de aço CA50 pesa: 7,400kg



Uma barra de 10mm (12mts), de GFRP pesa: 1,86kg.

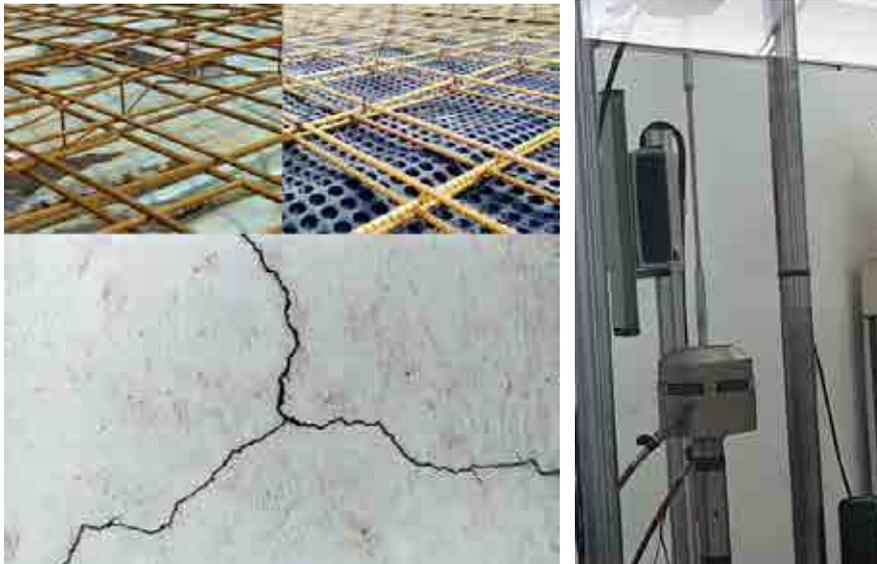
5.7 Durabilidade

Os vergalhões de fibra de vidro podem durar mais de 50 anos. Já que o material possui boa resistência e suas propriedades não são afetadas durante esse tempo.



5.8 Propriedade

- Alta resistência a tração (1000MPa);
- Suas propriedades não são afetadas por causa da alcalinidade do cimento.
- Não oxidam, assim podem ser utilizados em ambiente agressivos;
- Baixa condutividade térmica, muito próximo ao do concreto, evitando assim fissuras no concreto.



5.9 Resistência

PROPRIEDADES	AÇO	GFRP
Resistência a Tração σ (Mpa)	500	1000 / 915*
Modulo de Elasticidade E (Mpa)	210	50 / 46*
Resistência a Compressão f_c (MPa)	390	330
Resistência ao Cisalhamento f_v (MPa)	273	180
Tensão de Aderência ao concreto (MPa)	*****	13.25
Coefficiente de Expansão Térmica (m°C)	12 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	0,16 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$
Densidade	7,8 g/cm^3	2,18 g/cm^3
Durabilidade	+/- 5 anos	+/- 50 anos

* Resultados obtidos, após a exposição ao banho alcalino.

5.9 Normas



6.0 Principais diferenças

Propriedades Mecânicas - AÇO x GFRP

PROPRIEDADES	AÇO	GFRP
Resistência a Tração σ (Mpa)	500	1000 / 915*
Modulo de Elasticidade E (Mpa)	210	50 / 46*
Resistência a Compressão f_c (MPa)	390	330
Resistência ao Cisalhamento f_v (MPa)	273	180
Tensão de Aderência ao concreto (MPa)	*****	13.25
Coefficiente de Expansão Térmica ($m^{\circ}C$)	12 $\mu m/m^{\circ}C$	0,16 $\mu m/m^{\circ}C$
Densidade	7,8 g/cm^3	2,18 g/cm^3
Durabilidade	+/- 5 anos	+/- 50 anos

* Resultados obtidos, após a exposição ao banho alcalino.

6.1 Vantagens e Desvantagens entre os Vergalhões

Principais Vantagens

Os vergalhões de fibra de vidro oferecem uma alternativa leve e durável aos tradicionais vergalhões de aço. Sua leveza facilita o transporte e manuseio, enquanto a resistência à corrosão elimina preocupações com a degradação ao longo do tempo.

- Tensão de ruptura superior ao aço apresentando maior resistência mecânica (tração);
- O vergalhão de fibra de vidro possui maior resistência a corrosão em relação ao aço com a vantagem adicional de serem imunes à corrosão. Isso os torna ideais para ambientes agressivos, como estruturas submersas ou em contato com produtos químicos corrosivos.;
- Baixa condutividade térmica, não gera condutividade elétrica. Ao contrário do aço, os vergalhões de fibra de vidro são não magnéticos, o que os torna ideais para uso em ambientes onde a interferência magnética é indesejável, como em instalações sensíveis ou próximas a equipamentos magnéticos.;

- Sendo com peso inferior a 4 vezes mais leve do que os produzidos em aço. Em comparação com os vergalhões de aço, os de fibra de vidro são significativamente mais leves. Essa característica facilita o manuseio e transporte durante o processo de construção, além de reduzir a carga estrutural sobre as fundações e estruturas de suporte.
- Pode ser usado na construção de instalações civis, industriais e comerciais:
 - Pisos industriais, residenciais, comerciais e calçadas
 - Radier
 - Paredes de concreto
 - Vergas e contra-vergas
 - Vigas de amarração (cintas)
 - Capas de lajes (armaduras secundárias de distribuição)

6.2 Desvantagens

No entanto, como em qualquer inovação, é importante reconhecer as limitações. Os vergalhões de fibra de vidro podem ter um custo inicial mais elevado, e algumas aplicações específicas podem exigir cuidados adicionais. Avaliar as necessidades do seu projeto é crucial para determinar se essa alternativa é a mais adequada em termos de custo-benefício.

Não tem uma norma específica para uso dos vergalhões de fibra de vidro em estruturas.

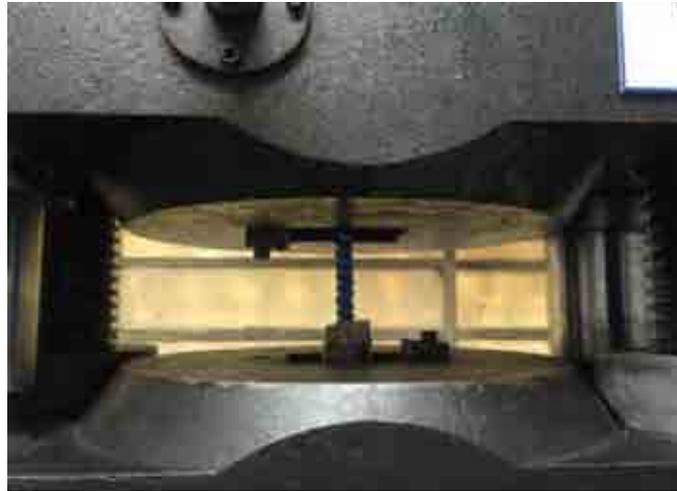
6.3 Resistência à Ruptura

Quanto a tensão a ruptura das barras de PRFV, demonstram superioridade às barras de aço. Em sua pesquisa para avaliar os resultados de tração entre os dois tipos de barras anteriormente citados, os pesquisadores Scheffer et.al (2016) realizaram o ensaio de tração utilizando os dados da NBR ISO 6892-1, que determina os métodos para ensaio de tração para materiais metálicos. Porém, em decorrência de não existir uma norma pela ABNT para este ensaio em materiais de fibra de vidro, foi utilizada a mesma norma regulamentadora de tração em materiais metálicos. Neste ensaio foram avaliadas a resistência a tração de cinco barras de aço e seis barras de fibra de vidro, como é apresentada, respectivamente, nas figuras 10 e 11.

Figura 10: Resistência à tração com barras de aço.



Figura 11: Resistência à tração com barras de fibra de vidro.



No Gráfico 1 é possível visualizar os resultados obtidos, onde a resistência de ruptura da fibra de vidro é cerca de 1,5 vezes maior comparado ao aço, mostrando sua superioridade em relação ao outro material.

Gráfico 1: Resistência à Ruptura.



De acordo com Brown et.al. (2016), em decorrência de uma reação química com substâncias que são encontradas no meio ambiente, os compostos metálicos sofrem a corrosão que, em barras de aço, são capazes de diminuir a seção do vergalhão e comprometer a peça estrutural. Como a fibra de vidro é um material polimérico, elemento este que é sabido por possuírem resistência à corrosão, previne uma patologia responsável principal por causar colapsos estruturais. Pfeil; (2009).

De acordo com a NBR 7480 a densidade das barras de aço usadas em estruturas de concreto armado é de aproximadamente 7850 kg/m³ enquanto a densidade das barras de fibra de vidro varia entre 1250 e 2100 kg/m³ (MOURA, 2021), o que faz com que as

construções se tornem mais leves diminuindo os esforços que as estruturas tenham que suportar.

Em seu estudo comparativo das barras de aço e de fibra de vidro Matias e Romanichen (2020) decidiram um projeto base de um sobrado onde foi dimensionado a sua estrutura para ambos os tipos de vergalhões. Para determinar os carregamentos atuantes na estrutura foi utilizado a NBR 6120, já para dimensionar as armaduras de aço foi utilizado a NBR 6118:2014, porém as armaduras de fibra de vidro foram dimensionadas a partir da norma norte americana ACI 440.1 R-15. Ao final de todos os cálculos, apesar de a fibra de vidro apresentar maior resistência a tração em relação ao aço, os diâmetros utilizados para o dimensionamento das barras de fibra de vidro foram maiores que os aço devido a norma norte americana exigir um coeficiente de segurança superior a norma brasileira.

7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados e discussões apresentados anteriormente, podemos chegar as seguintes conclusões sobre esse estudo do vergalhão de aço estrutural e o vergalhão revestido com fibras de vidro, no qual o estudo apontou algumas características de ambos os tipos, bem como definição e produção no Brasil. E a partir desse comparativo concluiu que:

- O PRFV (Polímeros Reforçado com Fibra de Vidro), não apresenta grandes diferenças em relação ao aço quando aplicado no concreto armado, o que é um indicativo de que o vergalhão de fibra de vidro resiste aos esforços similarmente ao aço estrutural nesta ligação entre concreto e armadura.
- O vergalhão revestido com polímero de fibras de vidro apresenta grandes vantagens de uso na construção civil quando comparado ao vergalhão de aço. Foi observado que os vergalhões de PRFV possuem uma resistência à tração superior ao de aço, contudo, apresentam nenhuma deformação plástica e um menor módulo de elasticidade, isso pode ser confirmado visualizando os resultados obtidos com o ensaio.
- Como o PRFV (Polímeros Reforçado com Fibra de Vidro), possui maior resistência a ruptura em relação ao aço pode ser possível utilizar ele em bitolas menores que o aço, mas é necessário fazer maiores estudos para determinar uma margem de segurança, principalmente pelo motivo do PRFV demonstrar ser um material frágil.
- No que diz respeito à corrosão pode ser observado que nessas situações o aço precisa de maiores espessuras de revestimento, o que para o PRFV poderia ser reduzido podendo ser feito uma análise desse material para essas situações e ainda podendo aumentar o tempo de vida útil das estruturas diminuindo o custo com recuperações estruturais e amenizar os problemas patológicos, e pelo fato de não sofrer corrosão, pode ser muito bem aplicado em ambientes de extrema agressividade como por exemplo em orlas marítimas.
- Mesmo com todas as vantagens características físicas e químicas, o Brasil não dispõe de uma norma técnica para aplicação em estruturas e na fabricação desse tipo de material, fazendo com quem deseje utilizá-lo usar normas como a ACI 440.1R-15 onde foi possível verificar que foi necessário um diâmetro maior em relação ao aço. Esse tipo de barreira, assim como a falta de estudos acessíveis e de fácil compreensão sobre a durabilidade do PRFV (BENMOKRANE et al., 2003), vem dificultando a aplicação em obras.
- Em termos de custo inicial, os vergalhões de fibra de vidro tendem a ser mais caros do que os vergalhões de aço. No entanto, ao considerar o ciclo de vida do projeto e os custos de manutenção, os vergalhões de fibra de vidro podem se tornar mais econômicos devido à sua durabilidade e resistência à corrosão, que reduzem a necessidade de substituição e manutenção frequente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt, 2014. 238 p. Disponível em: https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf. Acesso em: 22 maio 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Ações Para o Cálculo de Estruturas de Edificações. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-de-pernambuco/concreto/nbr-6120-2019-norma-tecnica/11725436>. Acesso em: 22 maio 2024.

ARAÚJO, Igor Saraiva de. PRODUÇÃO BRASILEIRA DE AÇO E A COMPETITIVIDADE DO BRASIL NO PERÍODO DE 2016 A 2018. 2021. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Relações Internacionais, Escola de Direito e Relações Internacionais da Pontifícia, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/2219>. Acesso em: 24 maio 2024.

ARAÚJO, Marcos León. Estudo Experimental da Aderência entre o Concreto e Barras de Aço, de Compósito de Fibras de Vidro e de Compósito de Fibras de Carbono. 2017. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <http://virologia.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/461/2021/09/ESTUDO-EXPERIMENTAL-DA-ADR%CANCIA-ENTRE-O-CONCRETO-E-BARRAS-DE-A%C70-DE-COMPOSITOS-DE-FIBRA-DE-VIDRO-E-COMPOSITOS-DE-FIBRAS-DE-CARBONO.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

ARCZEWSKA, P.; POLAK, M. A.; PENDILIS, A. Degradation of glass fiber reinforced polymer (GFRP) bars in concrete environment. *Construction and Building Materials*, v. 293, p. 1 – 16, 2021.

BASTO, Paulo Sérgio dos Santos. Fundamentos do Concreto Armado. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2006. 92 p. Disponível em: <https://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>. Acesso em: 05 junho 2024.

BARRETO, Matheus de Faria e Oliveira. Características Mecânicas de Vergalhões de Aço Auto-Revenido. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Construção Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS37LJQ/1/disserta_o_matheus_de_faria_2009.pdf. Acesso em: 05 Junho 2024.

BENMOKRANE, B.; MANALO, A.; BOUHET, J. C.; MOHAMED, K.; ROBERT, M. Effects of diameter on the durability of glass fiber-reinforced polymer bars conditioned in alkaline solution. *Journal of Composites for Construction*, v. 21, p. 1 – 12, 2017.

BERTON, Kauana Moraes. INVESTIGAÇÃO TEÓRICO-EXPERIMENTAL DE VIGAS ARMADAS COM BARRAS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV)

SUBMETIDAS À FLEXÃO. 2019. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23480/Berton_Kauana_Moraes_2019_TCC.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 Junho 2024.

BROWN, T.L et.al. QUÍMICA: a ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

CATEB, Lucas Carvalho. Concreto com Armadura de Fibra de Vidro. 2011. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23480/Berton_Kauana_Moraes_2019_TCC.pdf?sequence=1. Acesso em: 12 Junho 2024.

CARVALHO, P. S. L.; MESQUITA, P. P. D.; ARAÚJO, E. D. G. Sustentabilidade da siderurgia brasileira: eficiência energética, emissões e competitividade. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, 41, p.181-236, 2015. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4287/2/B%2041%20Sustentabilidade%20da%20siderurgia%20brasileira_.pdf. Acesso em: 12 Junho 2024.

CARVALHO, A. - Fibras de vidro. São Paulo: EPUSP Simpósio Internacional sobre materiais reforçados com fibras para construção civil, anais, 1993.

COMPOSITE GROUP BRAZIL – [O VERGALHÕES EM FIBRA DE VIDRO](https://compositegroup.com.br/). Disponível em: <https://compositegroup.com.br/>. Acesso em: 25 maio 2024.

CRUZ, C. L.; LIMA, T. G.; SAMPAIO, N. A. S.; SILVA, J. W. J. Statistical Study of Corrosion Types in Constructions in South Region of Rio De Janeiro - Brazil. Mechanics. Materials Science & Engineering, v. 7, p. 1 – 13, 2017.

D'ANTINO, T.; PISANI, M.A.; POGGI, C. Effect of the environment on the performance of GFRP reinforcing bars. Composites Part B: Engineering, v. 141, p. 123 – 136, 2018.

DAROIT, Mateus. ESTUDO DE AÇO MICROLIGADO AO VANÁDIO PARA A PRODUÇÃO DE BARRA NERVURADA PARA CONCRETO ARMADO COM CARACTERÍSTICA DE SOLDABILIDADE SEGUNDO NORMA ABNT NBR 8965:1985. 2012. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MATIAS, Pedro Henrique Peixoto; ROMANICHEN, Romulo Menck. COMPARATIVO ENTRE O USO DE BARRAS DE AÇO E BARRAS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO. In: COLETÂNEA DE ESTUDOS EM ENGENHARIA CIVIL, 1., 2020, Maringá. Coletânea. Maringá: Uningá, 2020. p. 166-184. Disponível em: <https://uninga.br/hotsite/coletanea-de-estudos-em-engenharia-civil/>. Acesso em: 05 Junho 2024.

MARTYNOVA, E.; CEBULLA, H. Glass Fibers. In: MAHLTIG, B.; KYOSEV, Y. Inorganic and Composite Fibers, Elsevier, p. 131 – 163, 2018.

MEET, S; CHOUDHURY, T.; NAVEEN, K. Investigating the nonlinear performance of corroded reinforced concrete beams. *Journal of Building Engineering*, v. 44, p. 1 – 13, 2021

MOURA, Ruan Carlos de Araújo. Análise da Durabilidade de Armaduras Poliméricas Reforçadas com Fibra de Vidro Submetidas ao Ambiente Alcalino e a Elevadas Temperaturas. 2021. 176 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021. Disponível em: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UFBA-2_146bd87cf7da2c0d90c8ecc463026e04. Acesso em: 11 Junho 2024.

PACHECO, Jéssika et al. Considerações Sobre o Módulo de Elasticidade do Concreto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 56., 2014, Natal. Congresso Brasileiro do Concreto. 2014: Ibracon, 2014. p. 1-14. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/269.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.
PFEIL, W.; PFEIL, M. Estruturas de aço: dimensionamento prático. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PERUZZI, Antônio de Paulo. Estudo das Alternativas de Uso da Fibra de Vidra Sem Características Álcali Resistente em Elementos Construtivos de Cimento Portland. 2007. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e 16
[TOPFIBER – Vergalhões e telas em fibra de vidro. O futuro da construção civil - CONHEÇA OS VERGALHÕES E TELAS EM FIBRA DE VIDRO.](#) Disponível em: <https://topfiber.ind.br/>. Acesso em: 24 maio 2024.

SCHEFFER, Daniel kashiwamura et al. Avaliação de Resultados de Ensaio à Tração de Vergalhões de Fibra de Vidro e de Aço para o Uso no Grampeamento da Frente de Escavação de Túneis em Maciços Terrosos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MECÂNICA DAS ROCHAS, 07., 2016, Belo Horizonte. Conferência. São Caetano do Sul: [S.N.], 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315834700_Avaliacao_de_Resultados_de_Ensaio_s_a_Tracao_de_Vergalhoes_de_Fibra_de_Vidro_e_de_Aco_para_o_Uso_no_Grampeamento_da_Frente_de_Escavacao_de_Tuneis_em_Macicos_Terrosos. Acesso em: 08 maio 2024.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

**CANTEIROS DE OBRAS PARA EXTRAÇÃO
DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS SUBTERRÂNEAS
ESTUDO DE CASO DE UM PROJETO DE CANTEIRO DE OBRA
NO DISTRITO DE AURIZONA – MARANHÃO, BRASIL**

TCC

MODALIDADE: ACADEMIA CIENTÍFICA (Artigo)

Guilherme Mazoni

CANTEIROS DE OBRAS PARA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS SUBTERRÂNEAS

ESTUDO DE CASO DE UM PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS NO DISTRITO DE AURIZONA – MARANHÃO, BRASIL

INTRODUÇÃO

Alavancada pelo capital inglês, a atividade de mineração subterrânea no Brasil, especificamente a de ouro, foi bastante expressiva a partir do século XIX, especialmente no estado de Minas Gerais, e apesar do encerramento, logo no início da primeira década deste século, de minas que operavam desde 1834, a reativação de muitas dessas lavras, está ocorrendo graças ao surgimento de tecnologias e estudos de viabilidade recentes, permitindo uma sobrevida destas extrações.

Novos métodos de prospecção geofísica de ponta e outros estímulos tecnológicos, também estão contribuindo para a identificação de alvos promissores inusitados.

Diante dessa realidade, o autor comenta sobre a necessidade de serem estabelecidos novos conceitos e metodologias que garantam a segurança e operacionalidade de um setor com enorme empregabilidade, visto o elevado número de vagas, além de longos períodos de permanência das atividades de extração, que hoje conta com uma média de 30 unidades ativas no país.

Este desafio, passa por disseminar uma mineração de excelência no Brasil, viabilizando de forma sustentável tais empreendimentos, partindo da implementação de um canteiro de obras específico e corretamente projetado, a fim de que atenda integralmente aos anseios deste escopo.

O autor ressalta ainda que, a inexistência de projetistas, e/ou engenheiros, capazes de aplicar integralmente todas as exigências das normas, especialmente às regulamentadoras, NR-18, NR-22, e NR-24, somada à falta de conhecimento projetual específico e pleno entendimento das tecnologias utilizadas nos processos de mineração subterrânea, são um dos principais fatores que contribuem para o fracasso do projeto desse tipo de canteiro.

Por se tratar de um ramo muito específico da engenharia, um canteiro de obras adequado e que realmente satisfaça a todas as exigências destas operações, requer um projeto que reúna todo os elementos de atendimento ao programa, a médio e a longo prazo, não se limitando apenas aos requisitos normativos, mas também à complexidade das atividades inerentes desse tipo de lavra.

Sabemos que o pulmão de toda obra, são os canteiros, portanto, cabe ao projetista responsável, entender e traduzir o escopo solicitado, conduzindo de forma eficiente o programa, desde a elaboração preliminar, até a produção dos detalhamentos finais para sua construção.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar os conceitos e programa de usos adotados para o estudo de caso em questão, apontando os aspectos específicos do projeto para o desenvolvimento adequado de um canteiro de obras, exclusivo para a extração de minério de ferro em lavra subterrânea.

2.2 Objetivos Específicos

- Informar e ilustrar a importância do desenvolvimento de um projeto de canteiro de obras, cumprindo todos os requisitos normativos, bem como, trazer as soluções adotadas;
- Evidenciar as melhorias funcionais e inovações adotadas no projeto deste canteiro, com foco no atendimento integral ao programa de necessidades solicitado pela contratante;
- Mostrar como um canteiro de obras, projetado de forma adequada para as atividades de mineração subterrânea, pode contribuir positivamente para a eficiência produtiva nas operações;
- Expor os conceitos e mecanismos adotados para a resolução das problemáticas surgidas no decorrer do desenvolvimento do projeto em todas as situações;

DELIMITAÇÕES DO TEMA

Este estudo avaliou especificamente um projeto de canteiro de obras, para atendimento exclusivo das atividades de extração de ouro em mineração subterrânea, em site localizado no distrito de Aurizona, município de Godofredo Viana, no Maranhão.

Apesar desta abordagem tratar do atendimento integral ao programa de necessidades, solicitado por um contrato específico, a efetiva implantação dos conceitos, temas e demais soluções apresentadas, não limitam ou restringem sua aplicação em todo território nacional para os diferentes casos que requeiram resoluções das mesmas problemáticas enfrentadas no segmento da mineração subterrânea, ou de superfície, com algumas ressalvas para este último.

As razões para esta delimitação, implicam na disseminação e introdução de aspectos inusitados de projeto, sob condições específicas, relativas aos canteiros de obras para a mineração subterrânea, muito difundido em outros países, mas que não possuem aplicação prática em nível nacional, abordando, sobretudo, a “tropicalização” de conceitos que podem auxiliar na solução de problemas voltados à esta temática, tão incomuns em nosso país, servindo de guia e referência para o desenvolvimento de critérios e projetos para este tipo de canteiro, e não para os demais, convencionalmente utilizados para outros propósitos, tais como, habitações, indústrias, hospitais, etc.

MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho foi elaborado, a partir do desenvolvimento de um projeto para Canteiro de Obras, à pedido de uma empresa canadense, cuja a atividade principal concentra-se na exploração de ouro, através de lavra em mina subterrânea, situada na região de Aurizona, no estado do Maranhão, Brasil.

Com o auxílio de materiais de pesquisa obtidos através de websites em meio eletrônico, todo material técnico apresentado, foi elaborado pelo próprio autor do artigo, na condição de Arquiteto responsável pelo desenvolvimento deste projeto.

As intervenções propostas, tiveram embasamento nas referências bibliográficas disponíveis em sítios da web, contatos com profissionais especialistas estrangeiros, artigos, teses e referências de outros projetos relacionados ao tema, em âmbito nacional e internacional,

bem como consultas e aplicações de todos os dispostos normativos e demais legislações vigentes.

Além dos desenhos técnicos, também foram desenvolvidos o critério de projetos, planilha de quantidades e memoriais descritivos, que auxiliaram na formatação e composição de todo escopo.

Após levantamento e produção de toda documentação técnica, foram realizadas inúmeras revisões, análises, discussões de melhorias e adaptações, até a efetiva conclusão de todo o trabalho.

A metodologia teórica, neste caso, seguiu as exigências normativas regulamentadoras, especialmente a NR-18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção, que define os parâmetros mínimos como requisitos básicos para o desenvolvimento dos projetos das áreas de vivência em canteiros. O Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR, que substitui o antigo PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho), além de contemplar as exigências previstas na NR-01, deve conter obrigatoriamente os documentos relativos ao projeto da área de vivência do canteiro de obras e de eventuais frentes de serviço, oferecendo aos trabalhadores, condições mínimas de segurança, conforto e privacidade, além de garantir a manutenção de estruturas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza.

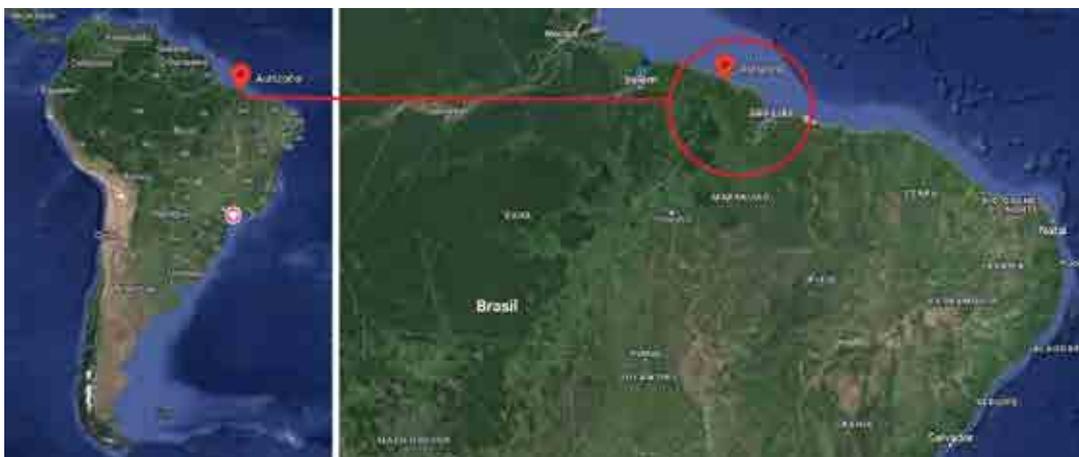
Outro dispositivo normativo regulamentador que norteou o desenvolvimento dos projetos, foi a NR-24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho, que estabelece as condições mínimas de higiene e de conforto a serem observadas pelas organizações, devendo o dimensionamento de todas as instalações regulamentadas por esta NR, ter como base o número de trabalhadores usuários do turno com maior contingente.

DISCUSSÕES DA PESQUISA

.1. Dados de Identificação, premissas e análise do Canteiro de Obras

O projeto em questão, encontra-se situado no distrito de Aurizona, localizado na região nordeste do Brasil, perto da cidade de Godofredo Viana, no estado do Maranhão, a 340 km de São Luís do Maranhão, 380 km da cidade de Belém do Pará e 3 km da enseada do Oceano Atlântico.

Figura 1 – Localização do distrito de Aurizona



Fonte: Google Maps (2024)

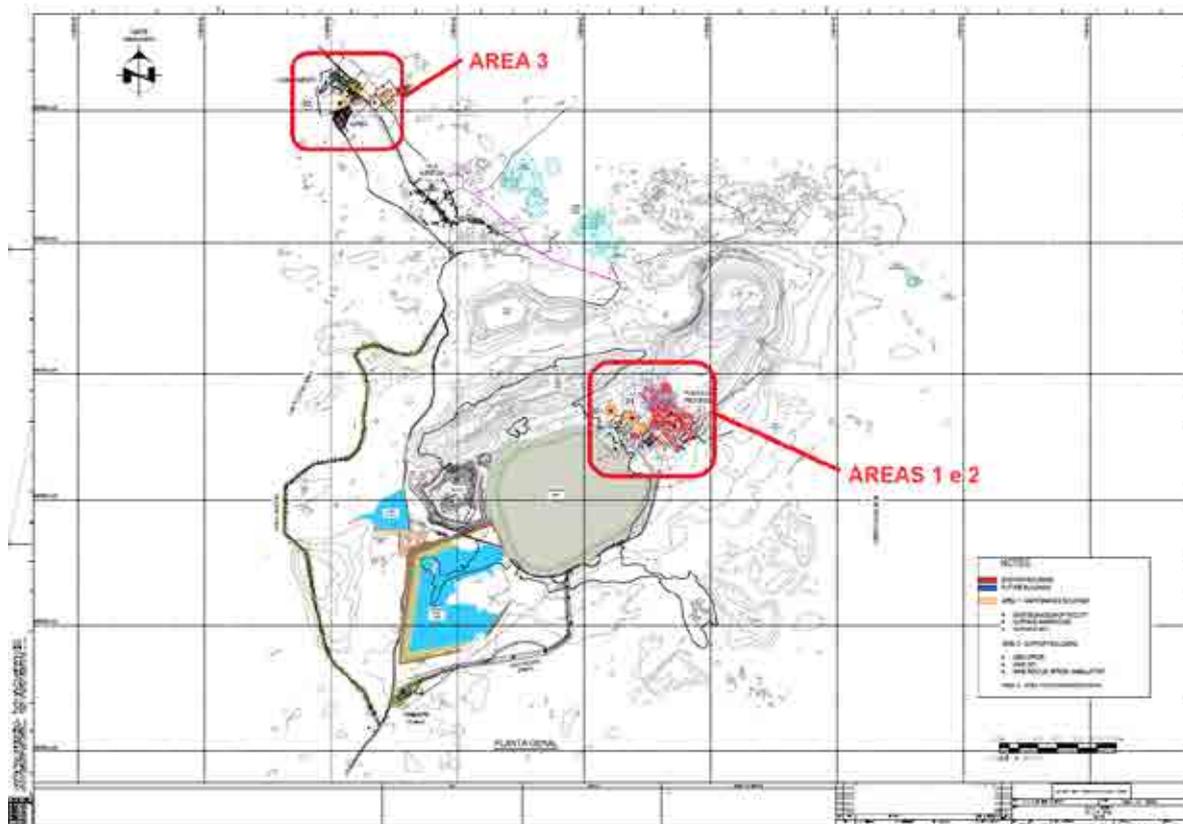
Em 2016, a empresa mineradora, Equinox Gold, assumiu a gestão da mina, que nesta ocasião, encontrava-se inativa e apenas em manutenção, em 2019, suas operações foram reiniciadas, produzindo, desde então, a média de 3.5 t de ouro por ano.

As atuais operações de mineração ocorrem na mina a céu aberto de Piaba, que faz parte de uma jazida de ouro de 4 km de extensão que se estende de leste a nordeste em uma única zona contínua. Em setembro de 2021, a Empresa concluiu um estudo de pré-viabilidade demonstrando que a mineração do depósito subterrâneo desta região duplicaria a vida útil da mina para mais 11 anos, aumentando dessa forma a produção, com pico anual estimado em mais de 4.5 t de ouro por ano.

Desse modo, a estrutura de apoio operacional, capaz de suportar esse crescimento, necessitava de melhorias e adequações, e diante dessa nova realidade, tornou-se vital a necessidade de se construir um canteiro de obras que pudesse atender e suprir tal demanda.

A partir de um plano diretor com a definição das áreas de intervenção e um extenso relatório técnico, elaborados pela empresa contratante, que detalhou em seu programa de necessidades as condições básicas para a elaboração do projeto deste canteiro de obras, foi elaborado o documento, contendo todos os Critérios deste projeto.

Figura 2 – Plano Diretor com a definição das áreas de intervenção do canteiro



Fonte: Acervo do autor (2024)

Foram selecionadas três grandes áreas para a implantação dos arranjos e das edificações que compõem o conjunto, cabe destacar que os nomes das edificações/áreas, estão descritas em inglês, a fim de facilitar a identificação das figuras utilizadas como referência, neste trabalho. Adiante, a relação de áreas e respectivas edificações:

Área 1:

- Maintenance Shop Facility / Oficina de manutenção
- Washing Bay (Tires And Vehicle) / Baia de lavagem de Pneus e Veículos
- Surface Warehouse / Armazém de Superfície (almoxarifado)

Área 2:

- New Office / Novos Escritórios
- Mine Dry / Vestiários e armários
- Mine Rescue Office / Resgate de minas (ambulatório / brigada)

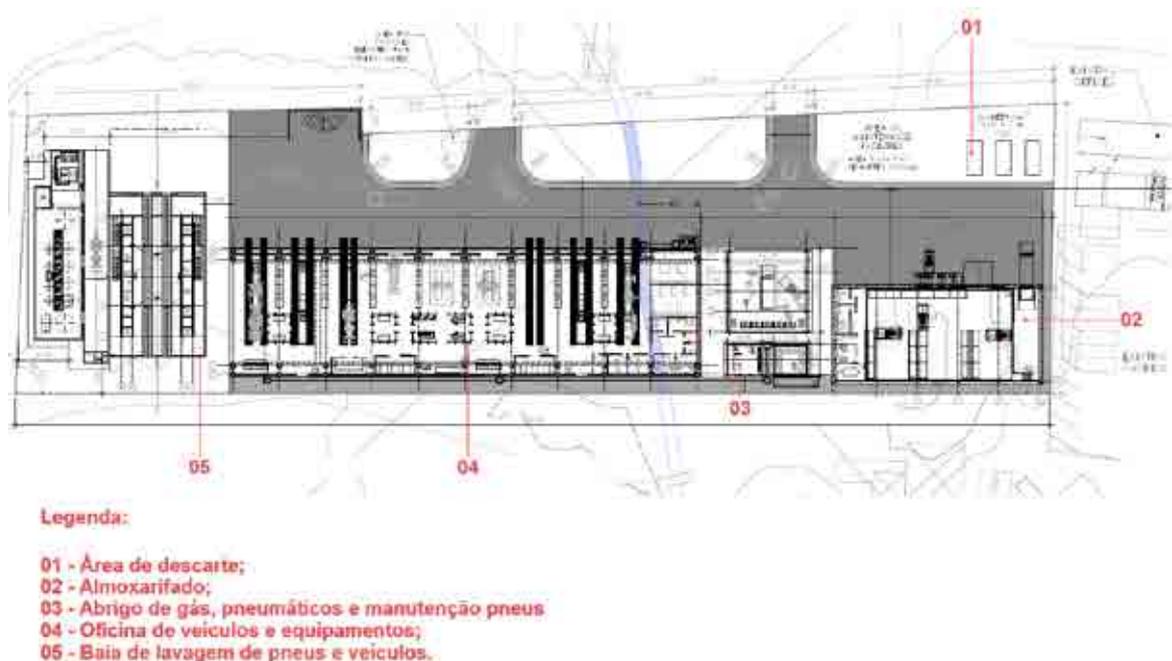
Área 3:

- Accommodations / Alojamentos e área de vivência;

Para efeito didático, o enfoque deste estudo se concentrou apenas nos edifícios mais significativos das áreas 1 e 2, que mostram de forma reduzida, os aspectos técnicos mais relevantes a serem abordados no referido tema.

Adiante, arranjo geral da Área 1, contendo as edificações operacionais de manutenção, que compõem parte de todo o complexo do canteiro.

Figura 3 – Área 1, arranjo geral da área de manutenções de veículos operacionais



Legenda:

- 01 - Área de descarte;
- 02 - Almoxarifado;
- 03 - Abrigo de gás, pneumáticos e manutenção pneus
- 04 - Oficina de veículos e equipamentos;
- 05 - Baia de lavagem de pneus e veículos.

Fonte: Acervo do autor (2024)

Uma abordagem primordial, durante o processo de entendimento das necessidades preliminares do programa de usos, é tomar conhecimento dos principais equipamentos e veículos a serem utilizados nas operações subterrâneas das minas, a quantidade prevista, assim como suas dimensões e características específicas, são fundamentais para direcionarmos de forma correta o “tamanho” do nosso projeto, uma vez que a manutenção

constante destes veículos, requer cuidados a serem adotados na concepção da edificação mais importante de todo o complexo. Denominado, Maintenance Shop Facility, o galpão, que abriga a oficina de manutenções, possui especificidades que serão abordadas de forma mais detalhada adiante.

Figura 4 – Especificação da Telehandler TH407- Caterpillar, um dos veículos da frota, com suas características e dimensões

Specifications

Engine	Hydraulic System
Engine Model (Standard)	Maximum System Pressure
Engine Model (Optional)	Maximum Pump Flow
Series Power (Optional)	Flow Type
Gross Power (Optional)	Auxiliary Hydraulic Pumps (Standard)
Maximum Torque (Standard)	Auxiliary System Supply (Optional)
Maximum Torque (Optional)	
Size	
Stroke	
Displacement	

Transmission

Transmission Speeds
Forward - 1
Forward - 2
Forward - 3
Forward - 4
Reverse - 1
Reverse - 2
Reverse - 3

Booms Performance

Booms Performance
Stroke Up
Stroke Down
Turn In
Turn Out
Turn Forward/Back
Turn Around
Counterbalance
Counterbalance - Overload
Standard Full Lift LW
Standard Full Lift HW

Dimensions

Overall Height: 4.11 m
 Overall Width: 2.03 m
 Wheelbase: 2.41 m

Load Chart and Dimensions

2000 kg (4400 lb) at 1.8 m (5.9 ft) height.

IMPORTANT

Read and understand the load chart before operating this machine. The load chart is based on a single lift cycle with standard, properly maintained, fully charged tires. It is not intended to be used for multiple lifts or for lifting loads that are not specified. The load chart is based on a single lift cycle with a standard, properly maintained, fully charged battery. It is not intended to be used for multiple lifts or for lifting loads that are not specified. The load chart is based on a single lift cycle with a standard, properly maintained, fully charged battery. It is not intended to be used for multiple lifts or for lifting loads that are not specified.

Fonte: Caterpillar - www.cat.com (2024)

Como dito anteriormente, a principal edificação de todo o conjunto do canteiro e também a mais cara e complexa, sem dúvida é a oficina de manutenção de veículos (Maintenance Shop), pois é em função deste prédio, que a implantação de toda área de manutenções é concebida, portanto, dimensioná-la adequadamente, além de trazer economias significativas com gastos e investimentos desnecessários, auxilia no arranjo geral de operações de apoio, tais como, abrigos de apoio contendo a sala de ar comprimido, depósito de lubrificantes e borracharia, além das áreas de descarte classificadas, baia de lavagem de pneus e veículos e almoxarifado.

Para a definição do layout do prédio destinado a abrigar as atividades de manutenção de veículos, o projeto foi dimensionado com base no cálculo mínimo de vagas para manutenção da frota, que contava ao todo com 67 veículos, conforme lista prévia fornecida pelo cliente.

A determinação do número de baias, foi definida pelo tamanho da frota e disponibilidade dos equipamentos através dos percentuais de Scheduled Availability* e Breakdown Availability*, já o a porcentagem de DB fixo, conforme tabela adiante, refere-se ao percentual de equipamentos quebrados que passaram por manutenção na oficina. Estes

parâmetros determinam a quantidade dos equipamentos que devem ser reparados num determinado momento.

Dessa forma, o número de baias necessárias foi definido pela seguinte equação:

$$N^{\circ} \text{ Bays} = (1 - \% \text{ SCHEDULED AVAILABILITY}) * N^{\circ} \text{ Vehicles} + (1 - \% \text{ BREAKDOWN AVAILABILITY}) * N^{\circ} \text{ Vehicles} * \% \text{ DB FIXED AT SHOP}$$

* Onde:

Scheduled Availability = Disponibilidade de Agenda para reparos;

Breakdown Availability = Disponibilidade para avaliação do Reparo a ser efetuado;

DB Fixed At Shop = Quantidade de veículos que passaram por manutenção.

Como os percentuais da tabela adiante não foram fornecidos pelo cliente para cada veículo específico, foram adotados percentuais de equipamentos similares com base no histórico de projetos e obras deste porte, já realizados pela empresa contratada, obtendo as informações de documentos de referência.

Tabela 1 – Cálculo de manutenção de veículos da frota

VEHICLE LIST										
Equipment Type	Workshop	Spec / Description	Vendor	Model	Number	TOTAL AVAILABILITY	SCHEDULED AVAILABILITY	BREAKDOWN AVAILABILITY	%DB FIXED AT	BAYS NEEDED
8.7t Scoop	Mainly surface	7t - spare	Sandvik - Finland	LH307	1	82%	95%	85%	75%	0,1625
10t Scoop	Mainly surface	10t dev and prod	Sandvik - Finland	LH410	10	82%	95%	85%	75%	1,625
Diesel truck	Surface	27t	Volvo - Brazil	FMX 480 6x4	16	85%	95%	89%	90%	2,384
Boom Truck	Mainly surface	Logistics	Maclean - Canada	Mine Mate BT3	3	85%	95%	89%	90%	0,447
Fuel/Lube	Surface	Logistics	Maclean - Canada	Mine Mate FL3	1	85%	95%	89%	90%	0,149
Shotcrete	Mainly surface	Ground support	Maclean - Canada	Mine Mate SS3	1	75%	95%	79%	90%	0,239
22 Man Personnel	Surface	Personnel Transport	Maclean - Canada	Mine Mate PC3	2	85%	95%	89%	90%	0,298
Transmixer	Surface	Ground support	Maclean - Canada	Mine Mate TM3	3	85%	95%	89%	90%	0,447
Emulsion Loader	Mainly surface	Development	Maclean - Canada	Mine Mate EC3	2	85%	95%	89%	90%	0,298
Grader	Surface	Development	Cat - Brazil	12K	1	85%	95%	89%	90%	0,149
Mobile Breaker	Mainly surface	Breaker Attachment	Volvo - Brazil	EW60	2	85%	95%	89%	90%	0,298
Toyota LV's	Surface	LV - Mine	Miller Tech - Canada	Toyota	12	85%	95%	89%	90%	1,788
Mechanics LV	Surface	LV - Mine Maint	Miller Tech - Canada	Toyota Mechanics	1	85%	95%	89%	90%	0,149
Surface FEL	Surface	4m3 bucket	Cat - Brazil	966H	3	85%	95%	89%	90%	0,447
Telehandler	Mainly surface	Logistics	Cat - Brazil	TH407C	2	85%	95%	89%	90%	0,298
Surface Bus 30 Seater	Surface	Personnel Transport	TBC	TBC	2	85%	95%	89%	90%	0,298
Sanitation	Surface	Logistics / Maint	Maclean - Canada	Mine Mate CS3 Cassette	1	85%	95%	89%	90%	0,149
Production emulsion Charger	Mainly surface	Production	TBC	TBC	2	85%	95%	89%	90%	0,298
Rescue/First Aid	Surface	Safety	Miller Tech - Canada	Rescue Vehical	1	85%	95%	89%	90%	0,149
Explosives Transport	Surface	Logistics	Fermel	Explosive Carrying Cassel	1	85%	95%	89%	90%	0,149
					67,0					10,2

Fonte: Acervo do autor (2024)

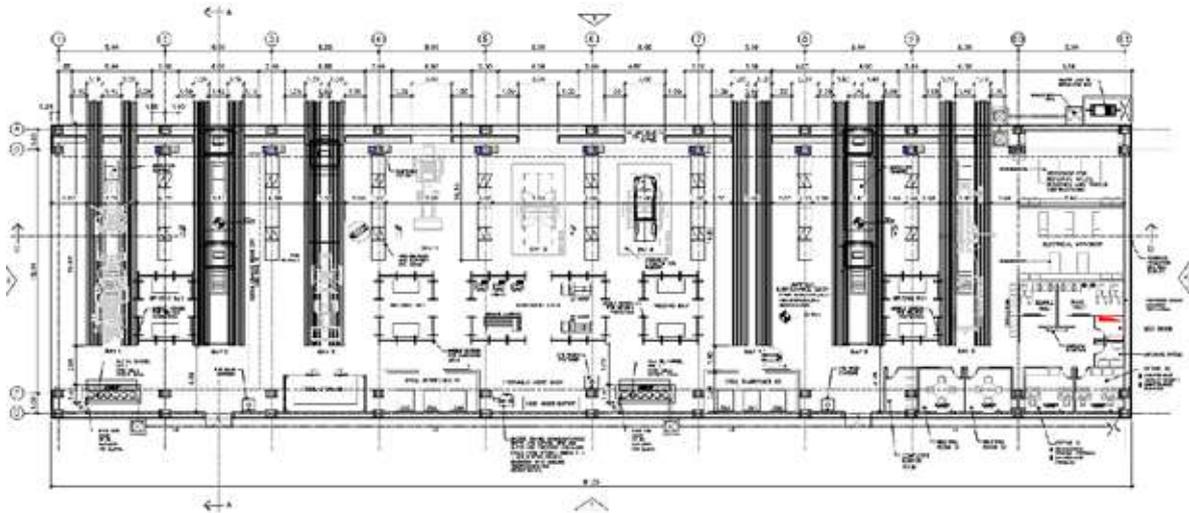
Portanto, para todos os 67 veículos da frota, temos um número mínimo necessário de 10,2 baias, para manutenções.

Contudo, como existiam limitações físicas para a acomodação de um galpão que comportasse este número, foram adotadas 9 baias ao todo, sendo divididas da seguinte forma:

- Baias 1/2/3/7/8/9 – com dimensões de: 3,75m X 16,83m.
- Baias 4/5/6 – com dimensões de: 7,00m X 10,30m.

Dessa forma, temos a possibilidade de acomodar 15 veículos menores simultaneamente, ocupando 2 posições em cada baia ou 6 veículos maiores, nas baias com trilhos no piso, e simultaneamente, 3 veículos de menores, nas demais baias. Essa configuração foi suficiente para atender a demanda de manutenções de toda a frota.

Figura 5 – Layout proposto para o edifício de manutenção de veículos



Fonte: Acervo do autor (2024)

.2. Resolução dos principais desafios e funcionalidade produtiva.

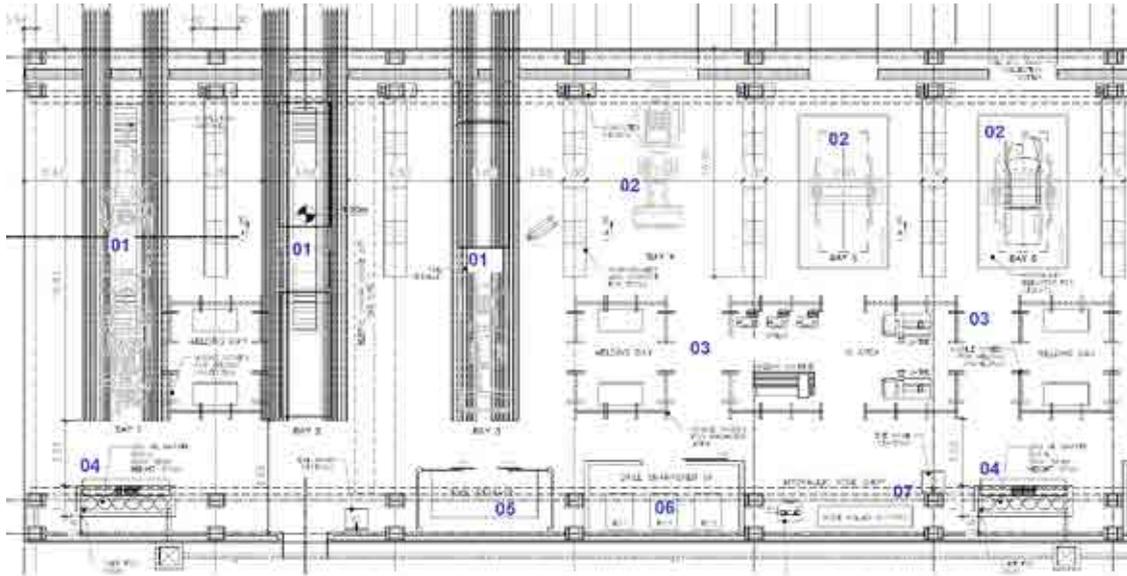
A área de manutenções apresenta algumas características específicas para apoio de toda operação de um canteiro de obras voltado para as atividades de mineração subterrânea, a seguir, serão abordados por tópicos, os principais desafios encontrados no decorrer do desenvolvimento dos projetos.

Dentre as principais funcionalidades para a resolução de um arranjo da área de manutenções, estão os seguintes dispositivos:

- Afiadores de Broca;
- Fosso de Manutenção (bais)
- Caixa Separadora;
- Áreas de Operação (Fresa, Soldagem, Bancadas de Ferramentais).
- Reparos de Câmbios, Buchas e Elétrica;
- Área de diques para apoio de Barris De Óleo.
- Área De Estocagem de Óleo;
- Sala de Compressores;
- Borracharia para troca e reparo de Pneus

Abaixo, uma imagem mais detalhada do layout do edifício de manutenções, demonstrando a funcionalidade operacional com a disposição de cada área dentro do galpão.

Figura 6 – Funcionalidades do arranjo interno do edifício de manutenções



Fonte: Acervo do autor (2024)

Na área 01, estão dispostas a baias para manutenção de veículos maiores e mais pesados, dessa forma foram previstos trilhos no piso e canais rebaixados para a manutenção da parte inferior do chassi, com 1.0m de desnível, já a manutenção de veículos menores, é feita nas baias de número 02, com a possibilidade de serem aumentadas, mediante a remoção dos painéis móveis, que delimitam as áreas 03, destinadas a operação de solda, perfurações corte e dobra de chapas. As áreas identificadas como 04, são destinadas à acomodação de barris de óleo em diques, para garantir que não haja contaminação do solo, nem vazamento no piso interno do galpão. Próximo aos operadores há um espaço para ferramentais, na posição de número 05 e por fim, os afiadores de broca das perfuratrizes no número 06 e o setor de mangueiras pressurizadas na posição 07.

Figura 7 – Exemplo de um afiador de brocas dos equipamentos de perfuração



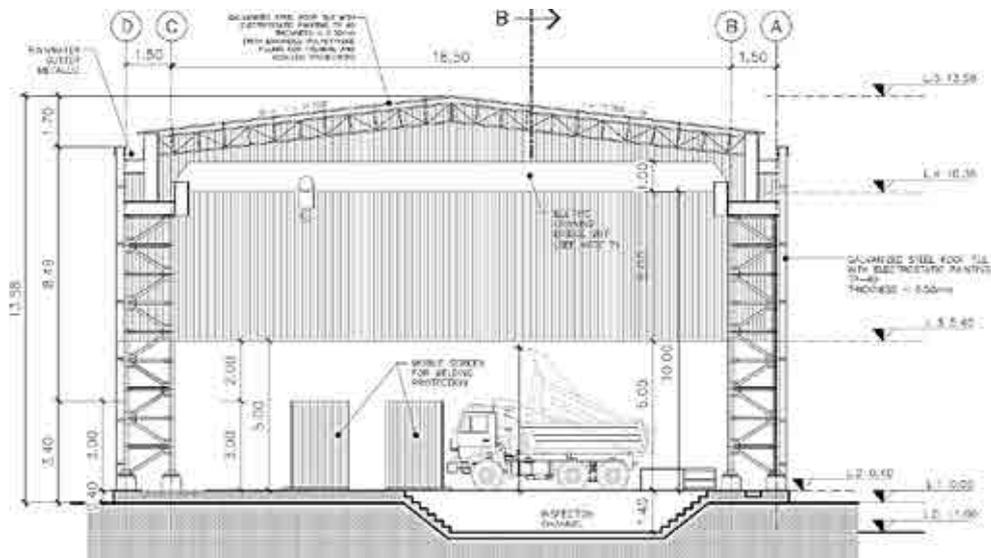
Fonte: https://pt.made-in-china.com/co_xmbestlink/product_Bestlink-Pneumatic-Electrical-Semi-Automatic-Button-Bit-Sharpener-Grinder_uoyoyiouuy.html (2024)

Figura 8 – Utilização de Painéis metálicos para delimitação temporária das áreas de solda, aparafusamento e fresas, interno ao galpão de manutenções



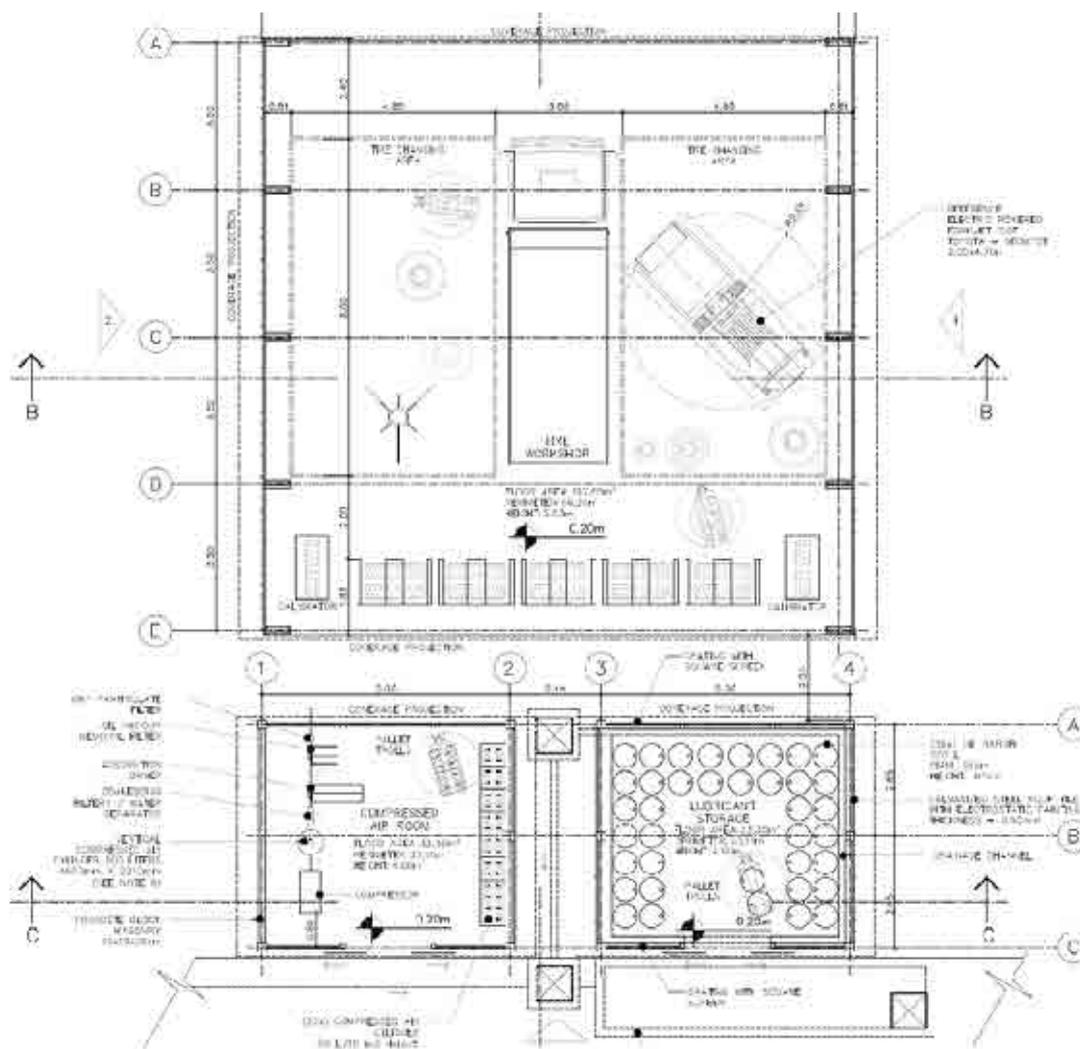
Fonte: Acervo do autor (2024)

Figura 9 – Seção transversal do galpão, mostrando o fosso de manutenções, ponte rolante (cap. 20t) e painéis móveis



Fonte: Acervo do autor (2024)

Figura 10 – Planta do layout proposto para abrigos de apoio, sala de ar comprimido, depósito de lubrificantes e borracharia



Fonte: Acervo do autor (2024)

O prédio destinado a abrigar a baia de lavagem de pneus e veículos, possui área de ocupação de 1.031,43m², posicionado o mais próximo possível das baias de manutenção, destina-se à lavagem completa dos equipamentos móveis da frota, preparando-os para inspeções e eventuais reparos de rotina. Este edifício prevê a utilização de piso em concreto armado, com capacidade de carga superior a 30 toneladas, utilizando vigas de aço como reforço estrutural.

O sistema de lavagem utilizará 6 jatos de água de alta pressão, sendo 2 posicionados na parte inferior e 4 na parte superior da plataforma operacional. Haverá também a possibilidade de lavagem convencional com 2 mangueiras pressurizadas.

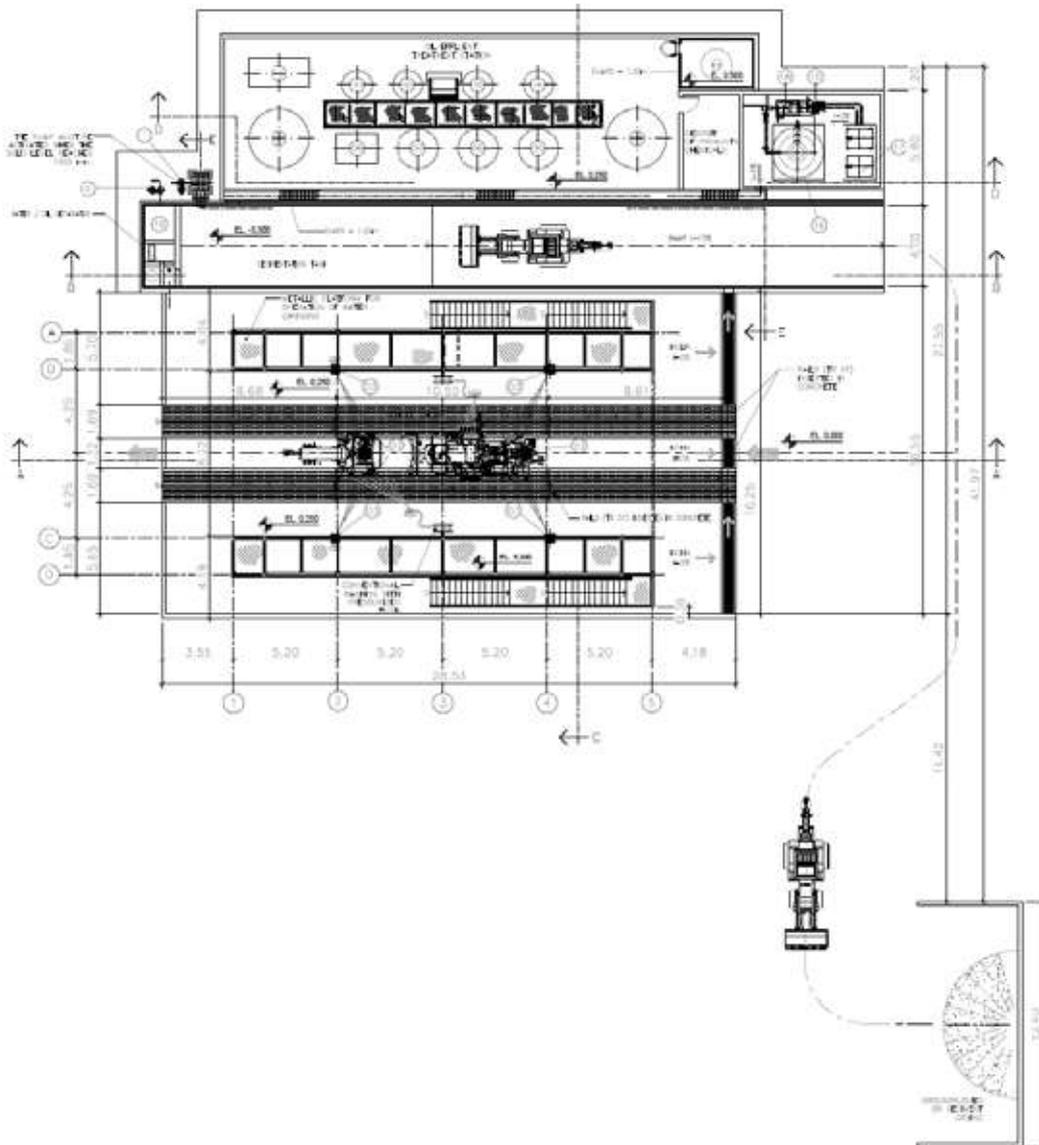
Toda a drenagem será tratada prioritariamente em uma caixa separadora de água e óleo, que bombeará o fluido para tratamentos físicos e químicos em tanques posicionados na estação de tratamento, onde posteriormente seguirá para a segunda etapa de tratamento para reaproveitamento no mesmo sistema, em circuito fechado, com armazenamento de água em reservatório elevado para posterior redistribuição.

Serão construídas 02 plataformas em perfil de aço laminado, com cobertura de proteção contra intempéries para os operadores que ficarão encarregados dos canhões no topo.

Foram criadas uma rampa elevada de concreto armado e um canal rebaixado para lavagem da parte inferior dos veículos.

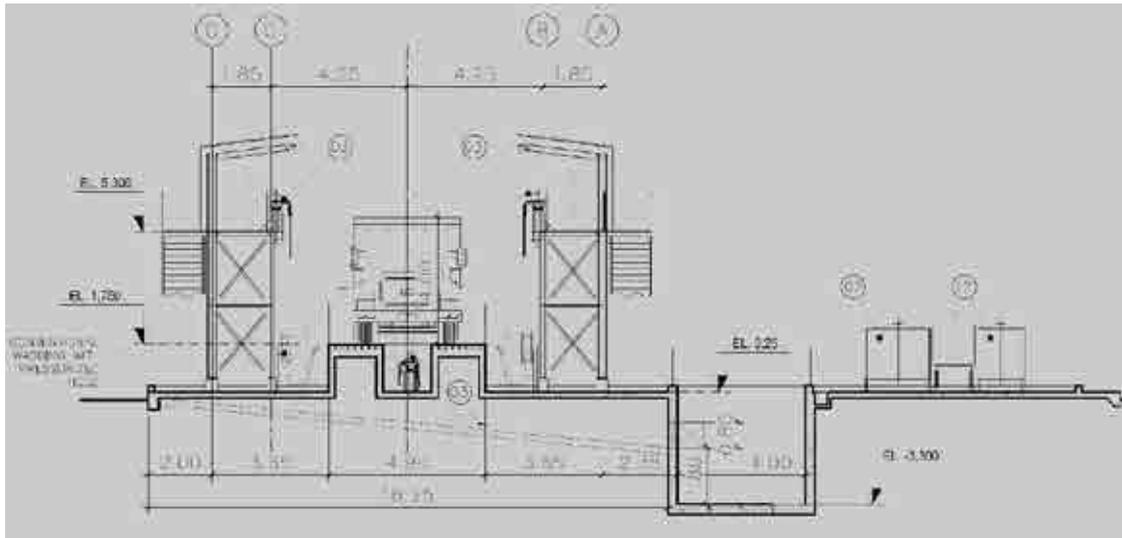
Também foi planejado um local para secagem de borras ou sedimentos e terá suas paredes construídas em concreto armado para suportar a pilha de resíduos que serão constantemente carregados provenientes da limpeza do tanque de sedimentação.

Figura 11 – Planta da baia de lavagem



Fonte: Acervo do autor (2024)

Figura 12 – Seção transversal da baia de lavagem

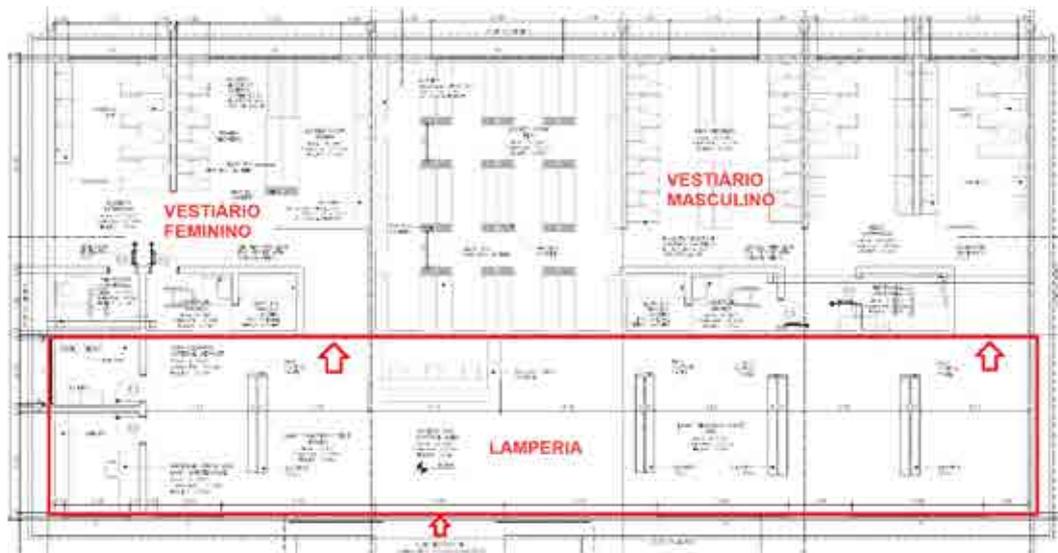


Fonte: Acervo do autor (2024)

Uma área que merece destaque pela sua especificidade, e que não está localizada no setor de manutenções é a chamada sala de lâmpadas, ou Lamproom, ou ainda Lamperia, destinada à guarda e manutenção dos dispositivos de iluminação, que ficam fixados nos capacetes dos mineradores, este local requer um posicionamento estratégico, já que está relacionado a uma logística de saída e chegada dos operadores que se dirigem ou retornam das minas. Sendo assim, sua alocação contígua ao vestiário, ajudou no controle operacional do recebimento e entrega destes equipamentos, que devem ser constantemente mantenciados e carregados, uma vez que a vida e a segurança dos mineiros dependem do funcionamento e integridade destes dispositivos.

Vale ressaltar a grande dificuldade em conseguir informações ou literatura sobre o assunto, sendo válidos os argumentos apresentados e aprovados por especialistas estrangeiros, em reuniões de alinhamento e revisões de layout para atendimento às necessidades desta função.

Figura 13 – Layout da sala de lâmpada com acessos aos vestiários



Fonte: Acervo do autor (2024)

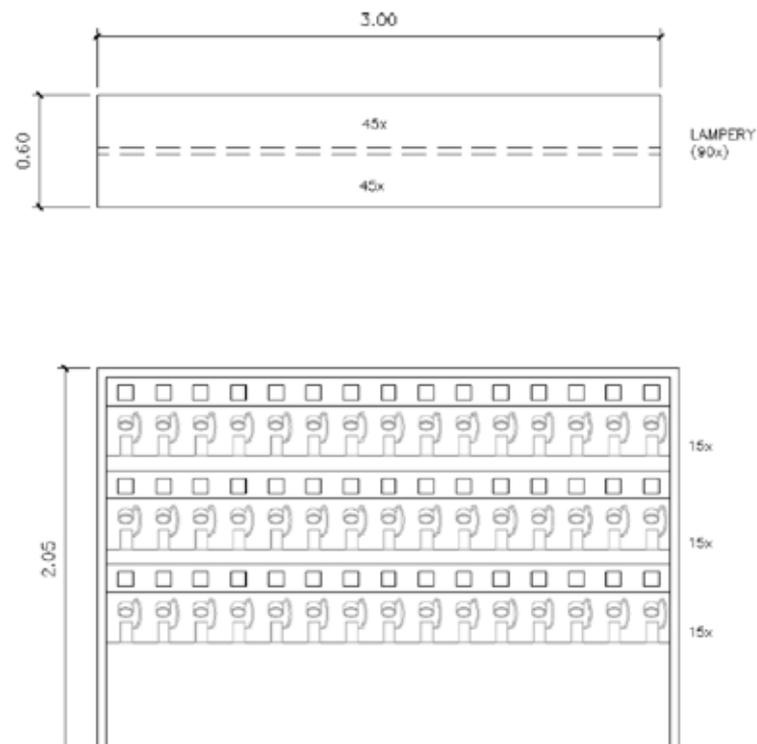
Figura 14 – Estantes de recarregamento das baterias das lâmpadas



Fonte: www.alamy.com (2024)

As estantes de luminárias, dimensionadas preliminarmente, tem a previsão de acomodar o painel de controle TAG em uma de suas cabeceiras, com estimativa de 90 posições para carregamento de lâmpadas por unidade de estante, conforme projeto arquitetônico .

Figura 15 – Estantes de recarregamento das baterias das lâmpadas



Fonte: Acervo do autor (2024)

.3. Objetivos quanto ao cumprimento dos requisitos normativos.

Seguindo as recomendações da NR-18, com relação às condições mínimas a serem contempladas em um programa de usos para a construção de um canteiro de obras, temos minimamente as seguintes instalações:

- a) Vestiários;
- b) Sanitários;
- c) Local para refeições;
- d) Alojamento, quando aplicável.

No caso do item d, quando for obrigatória a instalação de alojamentos, dentro ou fora do canteiro de obras, deve-se contemplar:

- Cozinha, quando houver preparo de refeições e local para refeição;
- Instalação sanitária;
- Lavanderia, dotada de meios adequados para higienização e passagem das roupas;
- Área de lazer, para recreação dos trabalhadores alojados, podendo ser utilizado o local de refeição para este fim.

De forma complementar à NR-18, e em cumprimento a todos os parâmetros exigidos pela NR-24, foram adotadas as seguintes premissas para o dimensionamento das edificações e o conjunto dos arranjos gerais do canteiro:

- Atendida a proporção mínima de uma instalação sanitária para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, separadas por sexo. No caso de mictórios, adotada a proporção de uma unidade para cada 20 (vinte) trabalhadores. Nos sanitários masculinos, o número total calculado foi dividido na proporção de 50% para vasos, e 50% para mictórios, conforme permitido por norma.
- Adotada a proporção de um lavatório para cada 10 (dez) trabalhadores, nas atividades com exposição e manuseio de material infectante, substâncias tóxicas, irritantes, aerodispersóides ou que provoquem a deposição de poeiras, que impregnem a pele e roupas do trabalhador.
- Os vestiários foram dimensionados em função do número de trabalhadores até o limite de 750 (setecentos e cinquenta) trabalhadores por turno, com área de troca de 1.5m² para cada chuveiro.
- Como permitido pela norma, e conforme detalhado mais adiante, foi adotada a divisão dos trabalhadores por turno, organizando-os em grupos para a tomada de refeições e uso dos vestiários, a fim de organizar melhor o fluxo para o conforto geral, além de não onerar o contratante com edificações superdimensionadas, de forma desnecessária, uma vez que o contingente oscilará no decorrer do desenvolvimento de toda a operação.

- Na consideração do arranjo geral, foi considerado o fornecimento de água através de bebedouros na proporção de 1 (um) para cada grupo de 50 (cinquenta) trabalhadores.

Outro recurso normativo que orientou as definições em projeto foi a NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. A referida norma, auxiliou no dimensionamento das áreas de circulação mínima, acessos, sanitários, vestiários, escritórios e demais espaços de acesso comum, para atendimento do disposto. É comum nos depararmos com canteiros de grandes dimensões que não seguem o mínimo exigido pela norma, muitas vezes por falta de conhecimento ou simplesmente pela tentativa de economias de investimentos, já que o atendimento destas diretrizes, geralmente, acarreta custos excedentes por conta do acréscimo de área nos projetos. Lembrando que, o descumprimento da norma implica em sanções, perdas, punições, ou gravames, podendo trazer consequências ainda maiores, que vão desde a indenização por perdas e danos, até processos penais por omissão culposa ou dolosa.

O autor ressalta ainda que, o cumprimento das NBRs não são exigidas por lei, a não ser que exista alguma regulamentação que obrigue sua aplicação, e neste caso, a Lei Nº 13.146, de 6 de Julho De 2015, exige seu cumprimento, uma vez que foi instituída para garantir a inclusão da Pessoa com Deficiência, destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais, visando à sua inclusão social e cidadania do portador de condições de deficiência.

De modo geral, todos os requisitos exigidos pelas normas foram atendidos de forma satisfatória neste trabalho, sendo demonstrado adiante, os objetivos alcançados e os tópicos com os principais desafios relacionando-os ao projeto, de forma sintetizada, abordando os pontos de relevância para o tema deste artigo.

O cálculo para ocupação dos vestiários considerou efetivo de 360 operários divididos em 4 turnos, de acordo com o disposto nas NRs 18 e 24, como não foi informado pelo cliente o número de mulheres e homens, foi determinada a proporção de 75% para o contingente masculino, e 25% para a população feminina, conforme mostra a tabela adiante, com o demonstrativo de cálculo dos usuários.

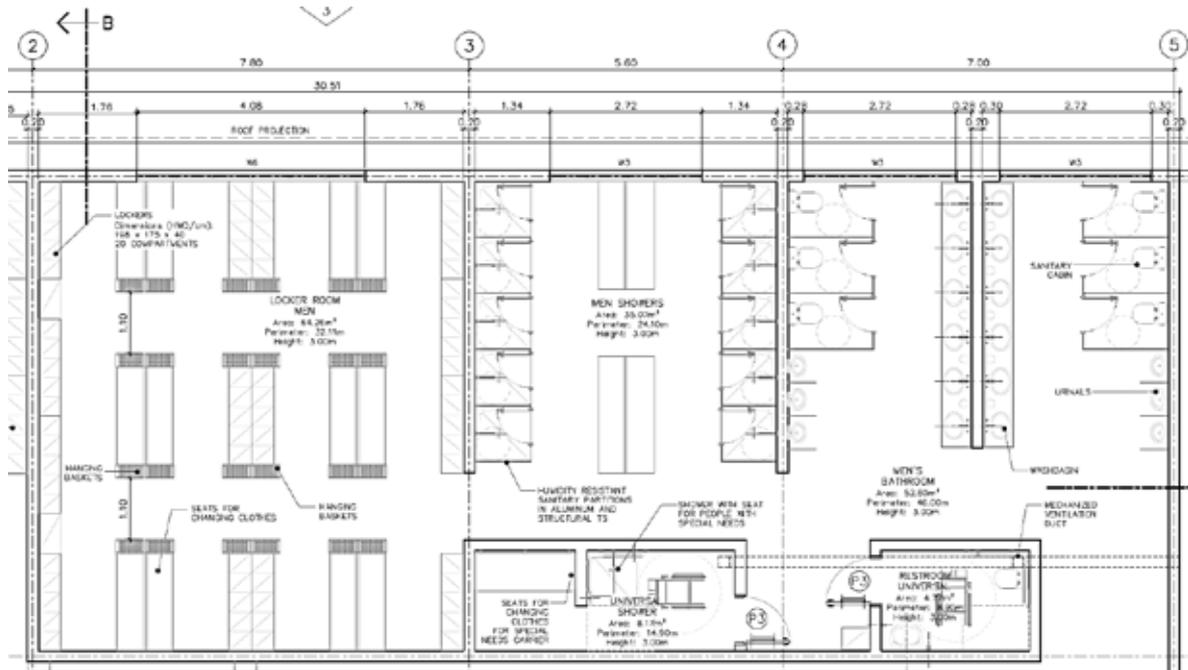
Tabela 2 – Cálculo de manutenção de veículos da frota

CALCULATING OF USERS	
100 PEOPLE / 4 SHFT = 25 PEOPLE	
ACCORDING NR-18/24	
TOILET	1 SET FOR 20 PEOPLE
SINK	80P / 20 PEOPLE = 4.0
SHOWER	5 PEOPLE
PARA ATIVIDADES DE 1800G OU INBALEIRTS	
TOILET	1 SET FOR 10 PEOPLE
SINK	80P / 20 PEOPLE = 4
SHOWER	5 PEOPLE
TOTAL = 14 PEOPLE	
RATIO OF 4:1 (4M:1F)	
<ul style="list-style-type: none"> • 75% OF 14P = MEN 10.5 = 11 MEN • 25% OF 14P = WOMEN 3.5 = 4 WOMEN 	
CONFORME NBR 9050:	
<ul style="list-style-type: none"> • MEN 11 + 1 UNIVERSAL SANITARY = 12 POSITIONS • WOMEN 4 + 1 UNIVERSAL SANITARY = 5 POSITIONS 	
CALCULATION FOR CABINETS AND LAMPING:	
MEN (360 x 75%) = 270 POSITIONS	
WOMEN (360 x 25%) = 90 POSITIONS	

Fonte: Acervo do autor (2024)

Também foi considerada a NBR-9050 – norma de acessibilidade para pessoas com necessidades especiais para a criação de banheiros e vestiários exclusivos e obrigatórios.

Figura 16 – Detalhe ampliado do Layout dos vestiário masculino, com áreas de troca e banho em cabines individualizadas para atendimento à NBR 9050



Fonte: Acervo do autor (2024)

Localizado na área 02, o edifício de escritórios, também foi concebido para atender as todas as exigências normativas das NRs 18 e 24, assim como a NBR 9050 de acessibilidade. Também foi considerada a NBR-9050 – norma de acessibilidade. Dessa forma, foi priorizada a modularização da sua construção, utilizando o conceito de contêiner, dimensionado conforme o projeto.

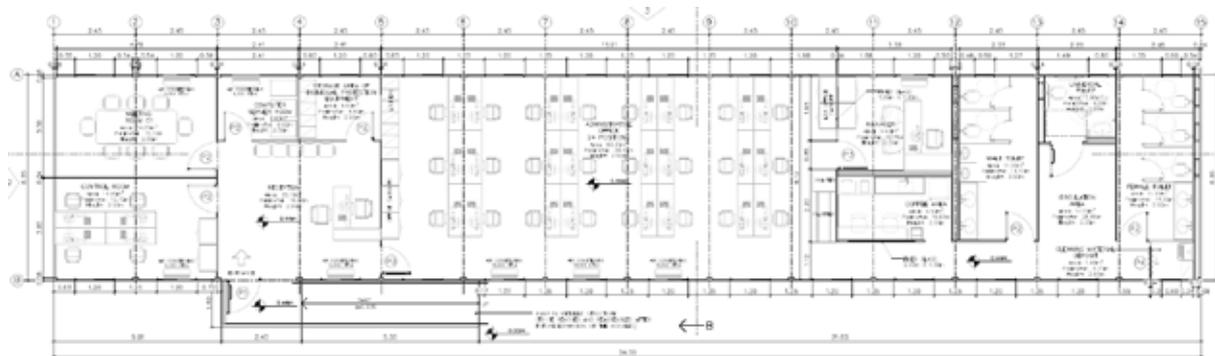
Essa prática traz maior economia e agilidade na montagem dos espaços administrativos, que em geral devem ser os primeiros a receber o efetivo que planejará os demais edifícios e atuará como apoio técnico e operacional remoto da mina.

Figura 17 – Imagem referencial de modularização e transporte das unidades administrativas prontas para montagem no site de obras



Fonte: modularis.com.br (2024)

Figura 18 – Layout do escritório com capacidade para acomodar 50 pessoas, com sanitários e demais ambientes acessíveis, além de rampa, conforme NBR 9050



Fonte: modularis.com.br (2024)

CONCLUSÃO

O referido trabalho buscou demonstrar a importância do desenvolvimento de um canteiro de obras adequado, atendendo integralmente todos os aspectos normativos, comprovando que, através de soluções inovadoras e profundo conhecimento projetual, é possível obtermos ganhos de ordem qualitativa e financeira em vários aspectos do programa.

Desse modo, o paradigma que muitos construtores têm, em acreditar que ao seguirmos com o atendimento às exigências legais, necessariamente aumentaremos os custos de investimento, mostra-se uma inverdade, uma vez que, adequações desse tipo, após a fase

de projetos, representam prejuízos enormes quando as correções destes desvios precisam ocorrer na ocasião da execução, ou ainda pior, depois das edificações prontas.

No segmento da mineração, em que as instalações de um canteiro permanecerão por anos, as vezes décadas, servindo ao propósito de oferecer segurança, conforto e condições mínimas adequadas para o trabalho, exige que tenhamos atenção e cuidado na hora de discutirmos os conceitos e mecanismos a serem adotados para a resolução dos diferentes problemas que surgirão no do dia a dia das operações.

Portanto, contribuir positivamente para a eficiência produtiva neste segmento, passa pelo controle rigoroso de todos os elementos a serem implementados na edificação dos canteiros, utilizando conceitos sustentáveis e recursos tecnológicos eficientes que contribuam para a redução dos valores de manutenção ao longo da sua vida útil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos - apresentação. 3. ed. Rio de Janeiro, mar. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências - elaboração. 2. ed. Rio de Janeiro, nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos - apresentação. 4. ed. Rio de Janeiro, nov. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Acompanhamento Econômico. NR18 - SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Brasília: Portaria SEPRT n.º 3.733, de 10 de fev. de 2020.

Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselho-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. PDF. Acesso em: 21 maio 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Acompanhamento Econômico. NR 22 - SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NA MINERAÇÃO. Brasília: Portaria MTE n.º 2.037, de 15 de dez. de 1999.

Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselho-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-22-nr-22>. PDF. Acesso em: 21 maio 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Acompanhamento Econômico. NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. Brasília: Portaria SEPRT n.º 1.066, de 23/09/19.

Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-24-nr-24>. PDF. Acesso em: 21 maio 2021.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

PATOLOGIAS CONSEQUENTES DAS FALHAS DE ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

TCC I

MODALIDADE: ACADEMIA CIENTÍFICA (Artigo)

Leandro Carlos de Santis

PATOLOGIAS CONSEQUENTES DAS FALHAS DE ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

1. INTRODUÇÃO

A impermeabilização é o conjunto técnicas e serviços, composto por camadas de produtos estanques que promove a proteção das edificações contra as adversidades climáticas como vapor e umidade. A impermeabilização realizada de maneira correta previne a estrutura contra danos causados por fluidos propiciando segurança, durabilidade e salubridade das construções (JUNIOR, et al. 2018).

Os materiais utilizados para impermeabilização impedem a passagem de água e outros fluidos. Existem diversos tipos de produtos que promovem esse efeito, entretanto, para escolha do material adequado deve-se considerar alguns detalhes como flexibilidade e o comportamento deles na área de aplicação, visto que para cada finalidade e local de impermeabilização terá materiais mais ou menos apropriado (JUNIOR, et al. 2018).

O bom desempenho de uma impermeabilização está relacionado a interação e relação de vários componentes como: projeto de impermeabilização, qualidade dos materiais de sistemas de impermeabilização, qualidade da execução da impermeabilização, fiscalização e preservação da impermeabilização. A falha de um deles influencia direta e negativamente o resultado final da impermeabilização (JUNIOR, et al. 2018).

A impermeabilização tem a função de proteger a edificação contra intempéries e patologias, por isso é considerada uma das fases mais importantes da construção civil. As origens das patologias são causadas por falhas na execução, prevenção e economia relacionada aos custos da obra e como consequência geram danos ao patrimônio como infiltração e diminuição da vida útil da construção (RODRIGUES, et al. 2016).

Diversas manifestações patológicas podem ocorrer na construção, dentre elas, a infiltração e umidade. Os problemas relacionados a impermeabilização que geram prejuízos financeiros e desconforto aos proprietários são consequências da deficiência dos projetos, má execução e má qualidade dos materiais aplicados. Frente a esses tipos de problemas foram desenvolvidas técnicas para evitar tais situações, que são os sistemas de impermeabilização (SILVA, 2023).

2. OBJETIVO

O objetivo desta revisão bibliográfica é abordar as manifestações patológicas nas construções decorrentes da não utilização das técnicas de impermeabilização, ou das consequências relacionadas aos projetos mal elaborados, mal executados ou utilização de materiais de má qualidade. Além disso, ressaltar a importância da elaboração do projeto e execução da impermeabilização de forma individualizada para cada obra na prevenção destas patologias.

3. DELIMITAÇÕES

Este artigo aborda a importância de um planejamento, elaboração e execução de um projeto de impermeabilização adequado e individualizado nas construções na prevenção das patologias. Destaca as principais manifestações patológicas e suas consequências

decorrentes das falhas ou não execução destes projetos, analisando os tipos de patologias, suas principais causas e o impacto econômico e estrutural gerado ao proprietário e ao imóvel. O presente trabalho não aborda os tipos e sistemas de impermeabilização.

4. MÉTODO DE PESQUISA

4.1 PATOLOGIAS DECORRENTES DA MÁ IMPERMEABILIZAÇÃO

As manifestações patológicas nas edificações estão relacionadas a presença de umidade em locais como lajes, paredes, tetos, fachadas, pisos, entre outros, provocando problemas como manchas, formação de bolor e mofo, trincas e fissuras. Tais problemas geram influências negativas para a estética do imóvel, reduz vida útil, e gera depreciação do valor comercial dos edifícios. Dentre as formas indesejáveis que a umidade pode surgir nas edificações estão serviços mal conduzidos e executados durante a construção, trazidas por capilaridade, por chuvas, por condensação e vazamentos em redes hidráulicas (TOMAZ; SILVA, 2023).

Diversas patologias podem ocorrer devido à falta ou má execução da impermeabilização, dentre as mais comuns estão a umidade que gera bolores e fungos, manchas por eflorescência, carbonatação, e corrosão das armaduras das estruturas de concreto (SILVA, 2023).

4.1.1 MANCHAS DE UMIDADE

A umidade é uma das maiores causadoras de patologias nas construções. Ela surge de infiltração de água da chuva, percolando pelas lajes, vigas, pilares, paredes e também através do solo, em fluxo ascendente acometendo os elementos da fundação. A água é prejudicial ao edifício em qualquer de seus estados físicos, uma vez que ela penetra por trincas e fissuras até atingir as ferragens causando oxidação (SILVA, et al. 2023).

As manchas por umidade são os problemas mais recorrentes, dentre os motivos para o surgimento estão a umidade, agentes climáticos, colonização biológica, ausência de elementos arquitetônicos para prevenção da umidade como pingadeiras, rufos e frisos. A chuva é o maior fenômeno natural causador de problemas de infiltrações em consequências da má impermeabilização ou ausência dela, gerando manchas e mofos (SILVA, 2023).

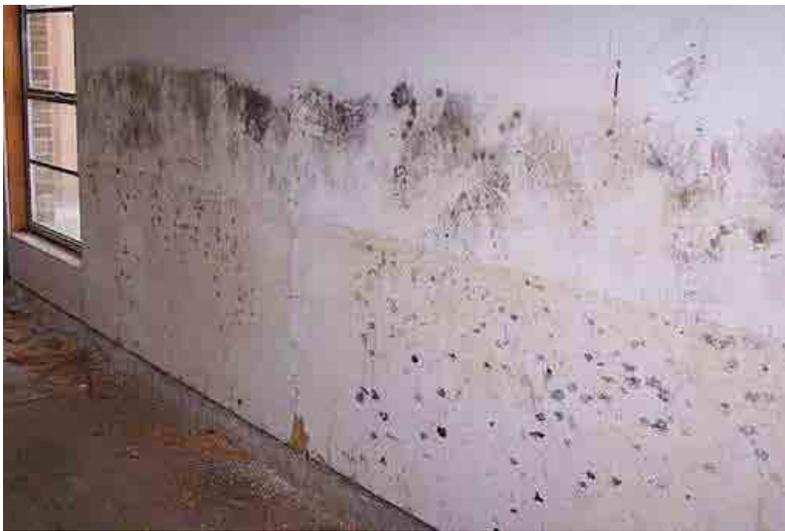
Todas adversidades relacionadas a umidade, intempéries ou a água tem poder de degradar todos os tipos de construções, seja residencial ou grandes estruturas como pontes e barragens. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), a umidade corresponde a 85% dos problemas encontrados nas construções brasileiras (SELES e PEDREIRO, 2022).

Os problemas que mais ocorrem nas alvenarias são surgimento de manchas e fissuras nas bases das paredes devido a ascensão da umidade que vem do solo e atravessa pelos elementos por capilaridade. Os problemas decorrentes da umidade geram grande desconforto e deterioram as edificações de forma rápida (SILVA, 2023).

A água ao atravessar uma barreira pode aderir no outro lado e formar a mancha, se for uma quantidade maior pode pingar ou até fluir. Essa umidade de forma permanente deteriora o material e desvaloriza o imóvel. A umidade pode favorecer o aparecimento de mofo e bolor, que são fungos vegetais que penetram a madeira a até mesmo a alvenaria destilando enzimas ácidas que a corroem, esses fungos precisam de água e ar para se proliferar (MAGALHÃES, et al. 2019).



Fonte: Mapa da Obra, 2024.



Fonte: Fórum da Construção, 2024.

4.1.2 EFLORESCÊNCIA

A eflorescência são depósitos salinos que se formam na superfície de alvenarias, argamassas, revestimentos, concreto e etc. Ocorre devido a exposição desses elementos a água de infiltrações ou intempéries (SILVA, 2023). Os sais presentes nas paredes e fissuras, tijolos, argamassa e cimento, quando entram em contato com água se assentam na extremidade da superfície do material ou da mistura até que a água seca, ficando apenas os sais, resultando na eflorescência. Estes sais também podem estar presentes na atmosfera, se depositam e acarretam na mesma (JUNIOR, et al. 2018).

A água transporta os cristais de salina até a superfície, depositando no local e se solidificando, esse processo gera uma coloração branca que aparece nas paredes ou revestimentos como cerâmica, tijolos e azulejos (JUNIOR, et al. 2018). Para que ocorra a eflorescência são necessários alguns aspectos simultâneos como fonte de sais solúveis, umidade, meio poroso e condições ambientais favoráveis (SILVA, 2023).

Esta patologia ocorre frequentemente em revestimentos de pedras ou cerâmicas porosas ou no rejuntamento de revestimentos pouco ou não permeáveis, isso devido ao fato do alto teor de hidróxidos encontrados no tipo de cimento utilizado na argamassa de execução da

proteção mecânica da impermeabilização e no assentamento dos revestimentos. A água ao permear esses revestimentos dissolve o hidróxido do cimento e se torna alcalina, e em condições favoráveis aflora por percolação ou evaporação e forma a eflorescência (SILVA, 2023).



Fonte: Mapa da Obra, 2024.

4.1.3 CARBONATAÇÃO

A carbonatação ocorre em resultado da ação dissolvente do anidrido carbônico presente do ar atmosférico sobre o cimento hidratado formando carbonato de cálcio e redução do pH do concreto inferior a 9. Quanto mais CO₂ menor o pH, em compensação maior será a espessura da camada de concreto carbonatada (SILVA, 2023).

Para que ocorra a carbonatação é necessário que três fatores estejam dentro do concreto, o oxigênio, o gás carbônico e a umidade. O processo ocorre a partir da infiltração da umidade através dos poros ou fissuras no concreto, formando uma camada que ao entrar em contato com o CO₂ reage formando o ácido carbônico (H₂CO₃), esse ácido reage com hidróxido de cálcio formando cristais, assim o consumo de cálcio reduz o pH do concreto deixando o aço exposto à corrosão (SILVA, 2023).

Fatores como porosidade do concreto, umidade do concreto, temperatura e umidade relativa do ar estão ligados à velocidade de carbonatação. No concreto seco o CO₂ não pode reagir, no concreto saturado a penetração do CO₂ é muito lenta e no concreto com poros parcialmente cheios de água é quando a carbonatação ocorre com maior velocidade (SILVA, 2023).



Fonte: Mapa da Obra, 2024.

4.1.4 CORROSÃO DAS ARMADURAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

A carbonatação exposta no tópico anterior é considerada um facilitador para corrosão da armadura, isso ocorre devido ao fato dela deixar as armaduras de ferro expostas em contato com agentes externos, facilitando a corrosão. Para que ocorra a corrosão é necessário um conjunto de fatores que tornam o meio suscetível, sendo elas a presença de água, ar, área anódica, área catódica, uma armadura metálica e um eletrólito (SILVA, 2023). No processo de corrosão ocorre expansão da armadura, formando fissuras por tração no concreto. No momento do efeito da corrosão óxido expansivo o aço aumenta de 8 a 10 vezes em relação ao seu volume original causando altas tensões no concreto e consequentemente seu rompimento por tração, o que gera fissuras que fiquem alinhadas as armaduras principais e também alinhada aos estribos, caso a corrosão seja muito acentuada (SILVA, 2023).



Fonte: ASOPE Engenharia, Projeto e Construção, 2024.

4.1.5 CRIPTOFLORESCÊNCIA

As criptoflorescências são formações de salina que se fixam nas paredes que possuem contato com a água a ponto de criar cristais aumentando a quantidade a cada contato com

a água, formando pressões que podem resultar em rachaduras. A criptoflorescência tem o mesmo processo de causas que a eflorescência, sendo a causa principal a umidade que favorece o desenvolvimento de fungos, causando o apodrecimento e aparecimento de cristais que afetam a pintura da construção, podendo também afetar o tijolo e reboco. Os danos podem ser tão significativos a ponto de possibilitar a queda da parede (JUNIOR, et al. 2018).



Fonte: Mundo da Tinta, 2024.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Por meio desta pesquisa, é evidente e indiscutível a importância do projeto de impermeabilização na salubridade das edificações. Todavia, não basta executar a impermeabilização, ela precisa ser bem projetada e elaborada, pois através de uma boa elaboração e execução podemos evitar problemas que irão gerar prejuízos financeiros e desconforto aos proprietários.

Infelizmente a impermeabilização não é uma prioridade em todos empreendimentos, um reflexo disso são as diversas manifestações patológicas que abordamos no decorrer desta revisão. Os problemas causados por estas patologias têm aumentado cada vez mais devido a fatores técnicos relacionados aos projetos ou execução, e também financeiro, uma vez que se busca economia ao invés de qualidade dos materiais.

A manifestação patológica mais recorrente são as manchas causadas por umidade, além de mofo e bolor que são consequências da umidade. São comumente vistas em residências não projetadas por profissionais, que não se utilizou materiais de qualidade ou com falhas na execução do projeto. A deterioração da construção causada pela umidade ocorre de forma rápida, e as soluções para este problema são onerosos e de complexa execução. Diante disso, um investimento em um bom projeto de impermeabilização evita futuras despesas e desconforto aos proprietários.

A eflorescência é uma patologia abordada que causa danos estéticos aos revestimentos das construções e além disso, existem casos em que os sais constituintes podem ser agressivos e acarretar em danos mais profundos. A criptoflorescência é uma patologia que além de causar danos estéticos e estrutural podendo até causar queda de paredes, pode gerar danos à saúde dos moradores, em que os esporos dos fungos ao serem inalados

agrava quadros de asma, causa insuficiência do sistema imunológico, dores de cabeça, fadiga e até câncer.

Algumas patologias além de prejuízos estéticos e estruturais são causa base para ocorrência de outras patologias, como é o caso da carbonatação que promove deterioração da camada protetora da armadura tornando-as expostas a corrosão. Estes problemas podem afetar gravemente a estrutura das edificações e gerar grande prejuízo financeiro.

Diante deste estudo, é possível concluir que o processo de impermeabilização é uma etapa indispensável na obra, e deve ser prevista e projetada por um profissional qualificado com conhecimento sobre a execução e os materiais de qualidade. A impermeabilização é capaz de promover segurança e durabilidade às edificações, além de estender sua vida útil. O investimento em uma boa mão de obra e materiais de qualidade previne grandes prejuízos financeiros no futuro com reparos das patologias, além de evitar o desconforto ao proprietário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JUNIOR, G.C.S., et al. Impermeabilização das edificações patologias e correções. III Colóquio estadual de pesquisa multidisciplinar e I Congresso nacional de pesquisa multidisciplinar, 2018. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/377>. Acesso em: 05 de maio de 2024.

MAGALHÃES, R. A. B. et al. Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA. Revista de Ciência de Tecnologia. Belém/PA, n.9, v.5, p.1-18, dezembro de 2019.

RODRIGUES, R. M.; JUNIOR, A.S.S.; LIMA, E. E. P. Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil. Inter Scientia, Paraíba, v.4, n.2, p.20-33, outubro de 2016.

SELES, R.R.C.; PEDREIRO, M.R. Patologias Estruturais e Aumentos Orçamentários Relacionadas a Falta de Impermeabilização. Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, n.10, v.8, p.847-858, outubro de 2022.

SILVA, F.F. Patologias Consequentes de Falta ou Má Execução de Impermeabilização. Revista Boletim do Gerenciamento, v.1, n. 34, p.49-59, 2023.

SILVA, A.S.C.N.; et al. Análise das Patologias Provenientes das Falhas no Sistema de Impermeabilização do Edifício Passeio Corporate. Construção Civil: Engenharia e Inovação. Rio de Janeiro, n.1, v.6, p. 161-186, outubro de 2023.

TOMAZ F.E.; SILVA, W.G. Análise da Impermeabilização em Edificações. Unifeg, 2023. Disponível em: <https://www.unifeg.edu.br/webacademico/site/revista-expressao/ed/24/Willians.pdf>

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS LEAN NA GESTÃO DE OBRAS: MAXIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE DESPERCÍCIOS

TCC

MODALIDADE: ACADEMIA CIENTÍFICA (Artigo)

Leticia Rodrigues de Souza.

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS LEAN NA GESTÃO DE OBRAS: MAXIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

1. INTRODUÇÃO

Historicamente o setor da construção civil, sempre esteve ligado a elevados índices de desperdícios e grande utilização de matérias primas, em comparação aos demais setores produtivos, apresentando “altos níveis de perdas e desperdícios, baixa produtividade, operações com elevados índices de incertezas, qualidade dos produtos aquém das expectativas e um grande número de acidentes de trabalho.” (SOUZA, 2001, p.1).

Por conta de seu alto custo e baixa produtividade, ligados diretamente a deficiência da gestão, do planejamento e do controle, a indústria civil, teve que buscar um sistema produtivo de planejamento e gerenciamento para otimizar seus processos, adaptando métodos e conceitos desenvolvidos inicialmente para a manufatura.

O surgimento desse modelo de gestão da construção civil teve seu marco com finlandês Lauri Koskela em 1992 com o trabalho “Application of the New Production Philosophy to Construction” (Aplicação da Nova Filosofia da Produção a Construção), no qual adaptou os princípios do Sistema Toyota de Produção para a construção civil. Desta publicação, surgiu o conceito Lean Construction (construção enxuta), em uma alusão aos conceitos e princípios do lean manufacturing (produção enxuta), que é uma junção do princípio do total quality management (gestão da qualidade total) e do Just in time.

A filosofia Lean Construction apresenta um conjunto de diretrizes e ferramentas fundamentais para o planejamento e acompanhamento da obra, com o objetivo de reduzir atividades que não agregam valor ao produto, manutenção do fluxo de produção sem interrupções e gastos de suprimentos baseado na real demanda de cada etapa.

1. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é investigar as principais características, vantagens e desafios da aplicação dos princípios Lean na gestão de obras, bem como as estratégias para maximização da eficiência e para a redução dos desperdícios, e como essas práticas podem ser implementadas e os impactos que podem gerar no setor da construção civil, através de uma revisão bibliográfica.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Contextualizar a história e fundamentos teóricos dos princípios Lean e sua origem no Sistema Toyota de Produção;
- Identificar seus benefícios, ferramentas e técnicas Lean, bem como os desperdícios gerados na produção;
- Analisar as técnicas mais adequadas para otimização dos processos e fluxos de trabalho;
- Investigar a integração dos princípios Lean com outras abordagens e metodologias de gestão.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No final do século XIX, por volta de 1910, nasce a teoria de Frederick Taylor, conhecida como Taylorismo. Em sua principal obra “The Principles of Scientific Management” surge o sistema de organização racional do trabalho com uma implementação da padronização dos processos e da divisão de trabalho, de acordo com as habilidades de cada colaborador, com o objetivo de maximizar a produtividade de cada profissional, conseqüentemente a produção geral da empresa.

Após a Primeira Guerra Mundial, baseado na teoria de Taylor, surge Henry Ford, com o propósito de criar a produção em massa, conhecida como Fordismo. Esse método utilizava a tecnologia de linha de montagem, amplamente trabalhado pelas montadoras de automóveis, em que as peças eram movidas em uma esteira, enquanto cada colaborador realizava tarefas específicas em um lugar fixo nessa linha de montagem, não exigindo qualificação específica dos trabalhadores.

Desenvolvido por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, no período pós segunda guerra mundial em 1955, o Toyotismo é um sistema que visa incorporar as práticas de gestão, com foco na redução de desperdícios, no aumento da eficiência e na qualidade dos produtos, esse método também pode ser chamado de Sistema Toyota de Produção (STP).

“Após a Segunda Guerra Mundial, nossa principal preocupação era como produzir bens de alta qualidade. Depois de 1955, no entanto, a questão passou a ser como fazer a quantidade exata necessária.” (OHNO, 1997, p. 33).

3.1 CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Esse sistema serviu como base para o Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta), integrando metodologias como Automação e Just in Time. A Figura 1 representa o esquema do sistema do STP.

O objetivo principal do Lean é maximizar o valor agregado ao cliente, do que não agrega valor, mas é necessário e eliminar desperdícios ao longo do processo de produção. Segundo Gonçalves (2009), o valor agregado na filosofia Lean é o ponto de partida para a Produção Enxuta, partindo da perspectiva do cliente.

Para Ohno (1997) o desperdício na produção se refere a tudo que não agrega valor, mas aumenta o custo. Esses desperdícios incluem a superprodução, tempo de espera, transporte desnecessário, processamento excessivo, inventário excessivo, movimentação desnecessária e defeitos, conhecidos como “muda” em japonês.

- 1) Superprodução: Para Shingo (1996) superproduzir ou produzir mais que o necessário é um tipo de superprodução Quantitativa, enquanto produzir antes que o necessário, é uma produção Antecipada que levam ao desperdício de tempo, recursos e energia, em produtos que ainda não foram solicitados, ocupando espaço, gerando estoque desnecessário. Assim surge a metodologia “Just In Time” que significa produzir o que o cliente precisa, no momento certo e na quantidade correta.
- 2) Tempo de espera: Esperar um produto, matéria prima, equipamento aquecer, interruptor ser acionado, são exemplos de tempo de espera, que geram trabalhos desnecessários, aumentando o uso de outros suprimentos.
- 3) Transporte desnecessário: As distâncias entre os processos geram um excesso de transporte de produtos em uma fábrica, indica um layout inadequado e uma desorganização do local de trabalho.

- 4) Processamento excessivo: É o ato de executar uma tarefa desnecessária ou mais do que necessária para os requisitos do cliente.
- 5) Inventário excessivo: O estoque surge quando há um desbalanceamento entre os processos de fabricação. Entre postos de trabalho com tempo de processamento diferentes ocorre o acúmulo de peças, matéria-prima ou de produtos finais, gerando lead times (tempo de ciclo do produto) mais longos.
- 6) Movimentação desnecessária: São todas as movimentações que não agregam valor ao produto, processo ou serviço.

O trabalho sem valor adicionado são movimentos que devem ser feitos para possibilitar que o trabalho que agrega valor seja feito. São atividades como buscar algum elemento, acionar uma máquina etc. Essa forma de trabalho acontece devido às condições existentes no processo para que seja possível a produção. O objetivo do STP é evoluir os processos de forma que não seja necessário realizar esse tipo de trabalho, evitando que o operário precise executar movimentos que o compõem (SARCINELLI, 2008, p. 23).

- 7) Defeitos: Decorre de processos executados incorretamente, resultando em uma operação diferente da especificada. Que gera a necessidade de reposição de produto, estoque, tempo para conserto etc. A redução dos defeitos é possível com a prática do anti-erro (poka-yoke) e controle esquematizado.

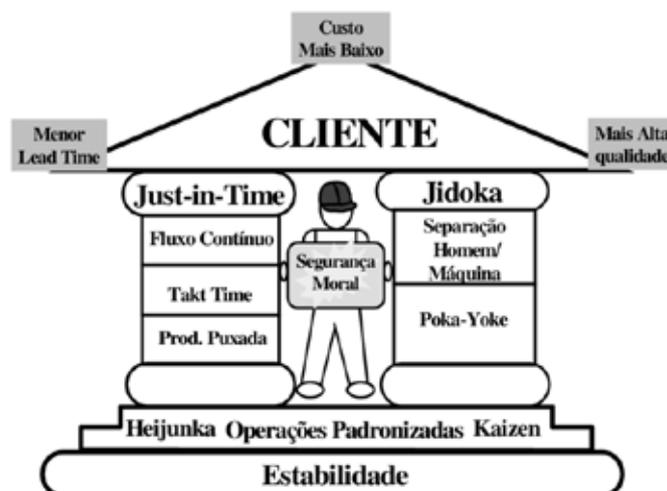
A eliminação desses desperdícios é essencial para garantir que todos os recursos da organização sejam direcionados para atividades que realmente criam valor para o cliente.

3.2 PILARES E AS FERRAMENTAS QUE COMPÕEM O LEAN

Por meio de práticas como Just in Time (JIT) e Jidoka, é possível garantir a melhoria contínua e a eficiência operacional, complementados por ferramentas e práticas que ajudam a implementar e manter os princípios Lean.

Na figura 1, pode se observar, as duas práticas que sustentam a filosofia Lean. Dando jus ao nome pilar, responsáveis por sustentar a casa da Toyota juntamente com as demais ferramentas que compõem o sistema.

Figura 1: Estrutura do STP



Fonte: SARCINELLI, 2008.

3.2.1 Just in Time (JIT)

O primeiro pilar, Just in Time (JIT), visa sincronizar a produção com a demanda do cliente, produzindo apenas o que é necessário, quando é necessário e na quantidade necessária. Este método reduz significativamente o inventário e o desperdício, melhorando a eficiência operacional. Segundo (Ohno, 1988) as principais ferramentas associadas ao JIT incluem o kanban, que é um sistema de sinalização visual para controlar a produção e o fluxo de materiais, e o nivelamento da produção (heijunka) que ajuda a equilibrar a carga de trabalho e a reduzir a flutuações na produção.

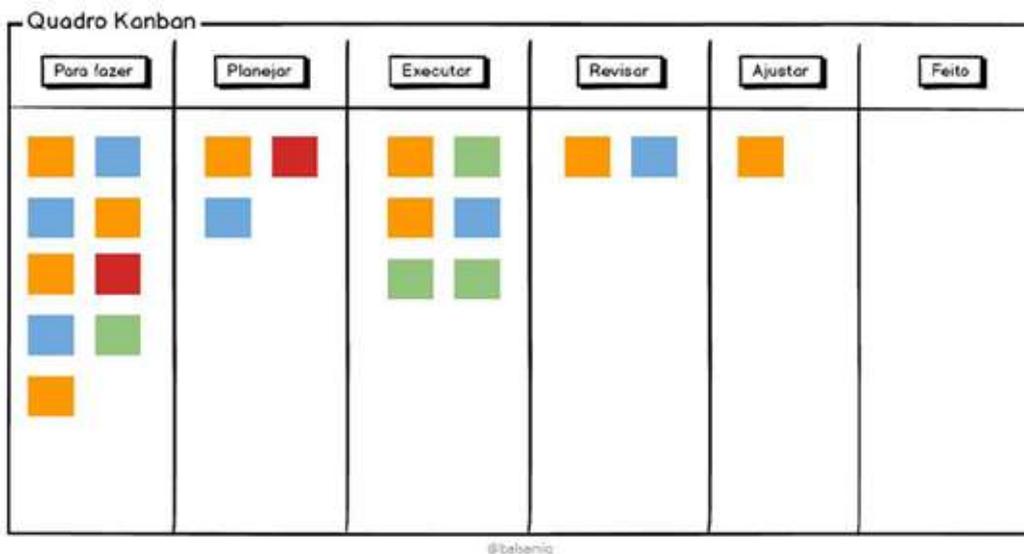
3.2.2 Jidoka (Automação)

O segundo pilar, Jidoka, foca na automação do sistema, de modo que sejam capazes parar o processo de produção ao detectar problemas de qualidade. Isso assegura que os defeitos não avancem na linha de produção, mantendo a qualidade alta e constante. Além de permitir que um único operador controle várias máquinas. Ferramentas como poka-yoke (dispositivos à prova de erros) e andon (sistemas de alerta visual) são fundamentais para a implementação de Jidoka. Estas ferramentas permitem a identificação imediata e a correção de problemas, promovendo a cultura de melhoria contínua (Kaizen) (LIKER, 2004).

3.2.3 Kanban

O kanban é uma ferramenta essencial no sistema Lean de manufatura e foi originalmente desenvolvido com para do STP. Kanban é uma palavra japonesa que significa cartão ou sinal, o controle Kanban é um método que busca aumentar a eficiência e reduzir o desperdício, sincronizando a produção com a demanda real do cliente. Através do uso de cartões de identificação em painéis visíveis para os colabores, se torna possível a sinalização para cada estação a demanda e situação da produção. A figura 2, representa o funcionamento de um kanban. Observa-se que no quadro há a representação da ordem de produção necessárias para a fabricação.

Figura 2: Kanban de produção



Fonte: HBFS (2020)

3.2.4 Poka Yoke

Poka-yoke, é um termo japonês que significa “à prova de erros” ou “à prova de falhas”, é uma técnica fundamental na filosofia lean de manufatura e foi desenvolvida por Shigeo Shingo. De acordo com Shingo (1996) existem duas maneiras de utilizar o Poka yoke:

- Método de Controle: Poka yoke é ativado e a linha de processo para, dando oportunidade para a correção do defeito.
- Método de Advertência: Poka yoke é atividade e um sistema de alarme é acionado e a operação é interrompida.

“Defeitos mais frequentes, realmente, exigem um poka yoke de controle. Se a frequência do defeito é baixa e o defeito puder ser corrigido, é aconselhado um poka yoke de advertência”. (SHINGO, 1996, p.56).

3.2.5 Kaizen (Melhoria Contínua)

Kaizen é um termo japonês que significa “mudar para melhor”, mais conhecido como “melhoria contínua”. Masaaki Imai foi o responsável por introduzir o Kaizen no Ocidente em seu livro “Kaizen: A chave para o sucesso competitivo do Japão”, em 1986. É um conceito que apresenta uma abordagem sistemática e incremental para a melhoria contínua de processos, produtos e serviço. Kaizen é mais do que uma simples técnica, é uma mentalidade que promove a participação ativa de todos os membros de uma organização na busca constante por melhorias (IMAI, 1986). Essa melhoria contínua tem como base os seguintes princípios, a seguir:

- Bons resultados dependem de bons processos;
- Medidas para conter e corrigir as causas dos problemas;
- Trabalho em equipe;
- Referência em dados.

3.2.6 Ferramenta 5s

Essa ferramenta é utilizada para organização do local de trabalho de forma eficiente e eficaz. Esse método promove a disciplina, a padronização e a organização do espaço de trabalho de um modo limpo, eficiente e seguro para aumentar a produtividade.

De acordo com IMAI (1990) a ferramenta 5s envolve cinco práticas japonesas:

- Seiri, eliminar o desnecessário;
- Seiton, organização;
- Seiso, limpeza;
- Seiketsu, asseio e saúde;
- Shitsuke, disciplina.

A implementação dos 5s melhora a segurança no ambiente de trabalho ao eliminar riscos potenciais, aumenta a eficiência operacional ao reduzir o tempo perdido e facilita a identificação de problemas (WEKEMA, 2006).

1.3 Lean Construction

Lean construction é uma abordagem que aplica os princípios e práticas do Sistema Toyota de Produção à construção civil, com o objetivo de maximizar valor e minimizar desperdícios

ao longo do processo de construção. Esta metodologia ganhou relevância ao abordar ineficiências e promover melhorias contínuas na construção civil.

A construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta (JUNQUEIRA, 2006, p. 11).

De acordo com Koskela (1992), os princípios do Lean Construction são orientados para a eficiência e a eliminação de desperdícios. Primeiramente, a identificação de valor é central, focando em compreender as necessidades e expectativas do cliente para garantir que todas as atividades agreguem valor ao produto. Mas para que isso aconteça é preciso desenvolver habilidades gerenciais em relação à visão sistêmica e aprendizado coletivo.

A produção puxada é outro princípio fundamental, onde o trabalho é realizado conforme a demanda real do projeto, minimizando estoques e desperdícios (Womack & Jones, 1996). A partir dessa definição, os princípios do Lean Construction são definidos como:

- Trabalho em equipe;
- Comunicação;
- Uso eficiente de recursos;
- Eliminação de desperdícios;
- Melhoria contínua.

Assim, Koskela (1992), apresenta onze princípios para a gestão de controle e melhoria dos processos de fluxo. Sendo eles:

- 1) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor: foco em eliminar todas as atividades que não contribuem diretamente para o valor final do produto ou serviço.
- 2) Redução de variabilidade: minimização de variações nos processos de produção para garantir uma produção mais estável e previsível.
- 3) Redução de ciclos de tempo (Lead Time): encurtamento dos tempos de ciclo de produção para melhorar a eficiência e a capacidade de resposta.
- 4) Simplificação dos processos: tornar os processos mais simples e diretos, reduzindo a complexidade desnecessária.
- 5) Aprimoramento da transparência de flexibilidade: tornar os processos de produção mais adaptáveis a mudanças nas condições de mercado ou nos requisitos dos clientes.
- 6) Aprimoramento da transparência do processo: aumentar a visibilidade dos processos e do fluxo de trabalho para identificar problemas e oportunidades de melhoria de forma mais eficaz.
- 7) Melhoria contínua: implementação de um ciclo constante de avaliação e melhoria dos processos, visando a excelência operacional contínua.
- 8) Foca na entrega de valor para o cliente: alinhar todas as atividades e processos com as necessidades e expectativas dos clientes, garantindo que o valor seja entregue de forma consistente.
- 9) Desenvolvimento de uma força de trabalho competente: investimento no treinamento e desenvolvimento dos trabalhadores para aumentar suas habilidades e capacidade de contribuir para a melhoria dos processos

- 10) Utilização de controles visuais: implementação de ferramentas visuais para monitorar e controlar o fluxo de trabalho, facilitando a identificação de problemas e a tomada de decisões.
- 11) Integração da cadeia de suprimentos: colaboração estreita com fornecedores e parceiros para garantir uma cadeia de suprimentos eficiente e coordenada.

4. DISCUSSÕES DA PESQUISA

A aplicação dos princípios Lean na gestão e planejamento de obras representa uma mudança significativa na construção civil, buscando enfrentar os desafios históricos de desperdício, baixa produtividade e elevados custos. Através de uma adaptação criteriosa dos conceitos de Lean Manufacturing, originários do STP, a filosofia Lean Construction oferece um conjunto de diretrizes e ferramentas focadas na eliminação de atividades que não agregam valor, na manutenção de um fluxo de produção contínuo e na redução de desperdícios.

A revisão bibliográfica realizada neste trabalho permitiu identificar as principais características, vantagens e desafios da implementação do Lean na construção civil. Entre as vantagens destacam-se a significativa redução de custos, aumento da eficiência operacional, melhoria na qualidade dos produtos e diminuição do número de acidentes de trabalho (Ballard e Howell, 1998). Ferramentas como Just in Time, Kanban, Jidoka, Poka-Yoke e os princípios de melhoria contínua (Kaizen) são fundamentais para alcançar esses benefícios (Ohno, 1997; Shingo, 1996).

Contudo, a implementação do Lean Construction não está isenta de desafios. A necessidade de uma mudança cultural significativa, a resistência dos trabalhadores a novas práticas e a complexidade de adaptar conceitos de manufatura para a construção civil são barreiras que precisam ser superadas (Koskela, 1992). A capacitação contínua dos trabalhadores e a adoção de uma abordagem colaborativa são cruciais para a superação desses obstáculos (Imai, 1986).

Os impactos positivos do Lean Construction no setor da construção civil são evidentes e incluem a melhoria na utilização de recursos, maior satisfação do cliente e um ambiente de trabalho mais seguro e organizado. A filosofia Lean não apenas oferece uma metodologia robusta para a gestão de obras, mas também promove uma cultura de melhoria contínua e de foco na criação de valor.

Em suma, a adoção dos princípios Lean na construção civil se mostra uma estratégia promissora para enfrentar os desafios históricos do setor. Através da eliminação de desperdícios e da melhoria da eficiência, é possível alcançar uma construção mais sustentável, eficiente e de alta qualidade, beneficiando tanto os empreendedores quanto os clientes finais. Este estudo, ao compilar e analisar as principais práticas e benefícios do Lean Construction, contribui para a compreensão e disseminação desta abordagem, incentivando sua implementação mais ampla e eficaz no setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IMAI, Masaaki. Kaizen. 3 ed. São Paulo: IMAM, 1990.

JUNQUEIRA, L. E. L. Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da Casa 1.0®. 2006. 146p. Dissertação (Especialização), Departamento de Engenharia de Produção – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, 1992. Technical Report n.72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.

LIKER, J. K. O modelo Toyota. 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. 1 ed. Porto Alegre, 2005.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, 1997.

SARCINELLI, Wanessa T. Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos. 2008. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.

SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção; trad. Eduardo Schaan, 2ª edição – Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

WOMACK, James; JONES, Daniel. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. 2ª ed. UK: Free Press Business, 2003.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

INTRODUÇÃO DE NOVAS METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS NO MERCADO BRASILEIRO

INTRODUÇÃO DE NOVAS METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS NO MERCADO BRASILEIRO

1. INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil por muito tempo permaneceu longe das inovações tecnológicas e de novas metodologias construtivas.

Diferentemente de outros campos como agronomia e medicina por exemplo, a construção civil brasileira praticamente não teve introdução de tecnologias nas últimas décadas.

Nos últimos anos, pudemos observar a crescente busca por novas metodologias construtivas, isso se deve à alta demanda e a baixa disponibilidade de mãos de obras qualificadas dentro da construção “convencional”, o que leva os construtores a buscar novos métodos mais rápidos, eficientes e com melhor desempenho.

No trabalho a seguir, iremos pesquisar sobre algumas destas modalidades construtivas, trazendo suas vantagens e desvantagens, expondo as características de cada uma das citadas para que possamos ter parâmetros de escolha, já que a pergunta mais feita pelos que buscam novas metodologias construtivas é: Qual a melhor metodologia construtiva para o meu caso?

2. OBJETIVO

Este estudo tem como finalidade trazer informações referentes à diferentes sistemas construtivos que estão sendo introduzidos no nosso país nos últimos anos, com finalidade de comparação e informação, trazendo critérios de escolha para que as pessoas que visam construir possam realizar escolhas assertivas do método mais conveniente para cada caso.

A pesquisa tem como objetivo analisar os seguintes aspectos das metodologias construtivas:

- Velocidade de obra: Refere-se à velocidade de execução da obra adotada;
- Custo Inicial: Refere-se ao investimento inicial para realização da obra;
- Sustentabilidade: Refere-se ao quanto uma obra consegue ser sustentável, economizando recursos, reutilizando recursos e deixando de gerar resíduos;
- Qualidade: Refere-se à qualidade final de obra, acabamento e conforto;
- Flexibilidade: Refere-se à flexibilidade arquitetônica da metodologia construtiva e a facilidade com que podem ser feitas modificações;
- Exigência tecnológica: Refere-se ao quanto é necessário emprego de tecnologias ou mão de obra especializada para execução;
- Aceitação cultural: Refere-se ao quanto nosso país aceita culturalmente a nova metodologia construtiva, pois apesar de terem validações fora do nosso país, nossa cultura ainda se encontra “fechada” a novas metodologias construtivas.

3. DELIMITAÇÕES

O trabalho a seguir não tem como finalidade eleger uma construção que seja melhor, e sim trazer referenciais comparativos para que o leitor possa buscar a melhor opção de acordo único e exclusivamente com seu caso.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Este artigo tem como objetivo realizar uma pesquisa informativa, trazendo um comparativo dentre diferentes tipos de construções inovadoras no Brasil com finalidade consultiva para que os leitores possam se embasar em dados para escolher o método construtivo que melhor o atende.

Para isso adotamos o seguinte método de pesquisa:

1. Identificação da problemática: Identificar quais os principais critérios de escolhas dos consumidores da construção civil;
2. Coleta de dados: A coleta de dados foi realizada com base em pesquisas documentais e estudos de caso;
3. Análise de dados: A análise de dados foi feita com base em critérios qualitativos e não quantitativos;
4. Relatório de pesquisa: Os dados foram compilados e demonstrados em tabelas e comparativos;
5. Conclusão: Conclusão obtida da pesquisa realizada.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Nesta pesquisa pudemos observar e registrar vantagens e desvantagens de 4 tipos de metodologias construtivas consideradas inovadoras no Brasil. Diante de suas características conseguimos organizar e tabelar algumas características que influenciam diretamente na escolha da metodologia construtiva a ser utilizada de acordo com as características de cada método estudado.

1. Construção Modular

Descrição: A construção modular envolve a fabricação de módulos pré-fabricados em uma fábrica e sua posterior montagem no local de construção. Esses módulos podem incluir paredes, pisos, tetos e até sistemas de instalações hidráulicas e elétricas.

Vantagens:

- Rapidez: Redução significativa do tempo de construção, já que a fabricação e a preparação do terreno podem ocorrer simultaneamente.
- Qualidade: Controle de qualidade rigoroso na fábrica.
- Sustentabilidade: Menos desperdício de materiais e maior eficiência energética.

Desvantagens:

- Custo inicial: Pode ter um custo inicial mais alto devido à necessidade de investimentos em tecnologia e infraestrutura de fabricação.
- Transporte: Desafios logísticos no transporte de módulos grandes.

Exemplos no Brasil:

- Projetos de habitação social e edifícios comerciais têm adotado essa técnica em diversas regiões.

2. Construção em Light Steel Frame

Descrição: O Light Steel Frame (LSF) utiliza perfis de aço galvanizado na estrutura das edificações, em vez de materiais tradicionais como alvenaria ou concreto.

Vantagens:

- Leveza: Estruturas mais leves, reduzindo a carga sobre as fundações.
- Rapidez: Montagem rápida e eficiente.
- Flexibilidade: Facilidade de adaptação e modificação do projeto.

Desvantagens:

- Custo de materiais: Perfis de aço podem ser mais caros comparados a materiais convencionais.
- Resistência térmica e acústica: Necessidade de isolamento adequado para garantir conforto.

Exemplos no Brasil:

- Utilizado em construções residenciais, comerciais e educacionais, especialmente em regiões urbanas.

3. Construção em Wood Frame

Descrição: O Wood Frame é uma técnica construtiva que utiliza madeira engenheirada para formar a estrutura das edificações.

Vantagens:

- Sustentabilidade: Madeira é um recurso renovável e pode ser obtida de florestas manejadas de forma sustentável.
- Isolamento: Boa performance térmica e acústica.
- Rapidez: Montagem rápida e fácil.

Desvantagens:

- Cultura e preconceito: Resistência cultural no Brasil em adotar madeira como material principal.
- Manutenção: Necessidade de tratamentos específicos para proteção contra umidade e pragas.

Exemplos no Brasil:

- Projetos residenciais de alta performance ambiental têm adotado esta técnica, especialmente em regiões sul e sudeste.

4. Construção com Impressão 3D

Descrição: A impressão 3D na construção envolve o uso de impressoras 3D para criar componentes ou até estruturas completas utilizando materiais como concreto ou polímeros.

Vantagens:

- **Precisão:** Alta precisão na execução dos projetos.
- **Customização:** Facilita a personalização de componentes arquitetônicos.
- **Sustentabilidade:** Redução de resíduos e uso eficiente de materiais.

Desvantagens:

- **Custo e tecnologia:** Alto custo inicial e necessidade de equipamentos avançados.
- **Capacitação:** Necessidade de mão de obra especializada.

Exemplos no Brasil:

- Iniciativas experimentais e demonstrações em eventos e feiras de construção.

Método	Velocidade	Custo Inicial	Sustentabilidade	Qualidade/Acabamento	Flexibilidade/Modificação	Exigência Tecnológica	Aceitação Cultural
Modular	Alta	Alto	Alta	Alta	Média	Alta	Média
Light Steel Frame	Alta	Médio	Média	Alta	Alta	Média	Média
Wood Frame	Alta	Médio	Alta	Alta	Alta	Média	Baixa
Impressão 3D	Alta	Alto	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa

Baseando-se nas informações e análises feitas a partir dos dados coletados, não podemos concluir que uma determinada construção é superior a outra. O estudo então tem como objetivo ter caráter informativo e consultivo para que cada leitor possa com base nas informações obtidas chegar ao método que melhor atende às suas necessidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PORTAL STEEL FRAME. ABCEM aposta no crescimento do Light Steel Frame nos próximos anos, 2022. Disponível em:

<<https://www.portalsteelframe.com.br/abcem-aposta-no-crescimento-do-light-steel-frame-nos-proximos-anos/#:~:text=ABCEM%20aposta%20no%20crescimento%20do%20Light%20Steel%20Frame%20nos%20pr%C3%B3ximos%20anos,-03%2F06%2F2022&text=Durante%20o%20per%C3%ADodo%20de%20pandemia,com%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20de%20quase%2060%25>> Acesso em: 18 de maio 2024.

Mais Controle. O que é Steel Frame? Descubra as vantagens e desvantagens para construção civil, 2024. Disponível em: <

<https://maiscontroleerp.com.br/steel-frame-construcao-civil/>> Acesso em: 18 de maio 2024.

CONSTRUÇÃO MODULAR: O QUE É, QUAIS SÃO AS VANTAGENS E EXEMPLOS PRÁTICOS, 2023. Disponível em: <

<https://www.lafaetelocacao.com.br/artigos/construcao-modular/> > Acesso em: 20 de junho 2024.

Construção Modular: o que é e 10 motivos para implementar, 2022. Disponível em: <

<https://www.sience.com.br/blog/construcao-modular/> > Acesso em: 20 de junho 2024.

Wood frame: o que é, vantagens e quando usar o sistema construtivo, 2024. Disponível em: <

<https://revistacasaed Jardim.globo.com/arquitetura/noticia/2024/02/wood-frame-o-que-e-vantagens-e-quando-usar-o-sistema-construtivo.ghtml> > Acesso em: 21 de junho 2024.

Os 10 benefícios do WoodFrame – Solução que ganha força no Brasil
, 2024. Disponível em: < <https://www.gbcbrasil.org.br/os-10-beneficios-do-woodframe-solucao-que-ganha-forca-no-brasil/> > Acesso em: 21 de junho 2024.

A Revolução da Impressão 3D na Engenharia e Construção: Transformando o Futuro, 2024.
Disponível em: < <https://blogdaengenharia.com/especiais/tecnologia/impressao-3d/a-revolucao-da-impressao-3d-na-engenharia/> > Acesso em: 21 de junho 2024.

Impressão 3D na construção civil e a importância da tecnologia
, 2023. Disponível em: < <https://www.inbuilt.com.br/blog/impressao-3d-na-construcao-civil/> >
Acesso em: 21 de junho 2024.

Impressão 3D na construção civil: entenda a importância dessa técnica inovadora
, 2021. Disponível em: < <https://voitto.com.br/blog/artigo/impressao-3d-na-construcao-civil> >
Acesso em: 21 de junho 2024.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

A INFLUÊNCIA DO CLIMA NO CONCRETO

A INFLUÊNCIA DO CLIMA NO CONCRETO

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo aborda a ação da influência do clima no concreto e os danos na construção civil ressaltando os aspectos de resistência e fragilidades ocasionadas pelas patologias provenientes da ação do ambiente externo nas edificações. Considerando que o concreto é o material mais utilizado na construção civil e por isso o que mais sofre ação degradante. A presente pesquisa tem como objetivo analisar a ação dos intempéries climáticos no concreto mostrando a influência nas edificações. Sendo assim, a pesquisa mostra que o clima é fator determinante para a resistência e fragilidade do concreto que pode sofrer com o processo de fissuras e a deterioração da estrutura de concreto são consideradas as principais patologias da construção.

As mudanças climáticas atuais não possuem precedentes assim tornando sua previsão muitas vezes imprecisa durante a concepção de um projeto, ao executar um empreendimento torna-se necessário que o responsável técnico esteja preparado para tomar decisões no momento da execução para que sejam atribuídos os ajustes com as condições climáticas.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral:

Demonstrar, por meio de uma revisão abrangente da literatura, a importância das variações climáticas para as construções, considerando tanto a durabilidade quanto a concepção.

2.1.1 Objetivos Específicos:

Investigar os impactos das variações climáticas na resistência do concreto.

Avaliar como o clima afeta a fragilidade das estruturas de concreto.

Reconhecer a relevância de estudos ambientais ao implementar edificações, indo além da análise do solo.

3. DELIMITAÇÕES

Este trabalho irá analisar as ações e impactos do clima no concreto, em sua confecção limitando-se ao impacto exercido em sua aplicação sob temperatura umidade e clima. No contexto da construção civil.

O trabalho será restrito aos itens expostos. Não serão tratadas de forma aprofundada as legislações e certificações envolvidas no processo, também não será abordado neste trabalho uma aplicação específica, uma vez que o trabalho será realizado via revisão bibliográfica.

Ao final deste trabalho, espera-se contribuir com o avanço do conhecimento acadêmico sobre o tema e profissionais interessados em adotar abordagens mais atuais para o dimensionamento de concreto em obras de construção civil, notando a sua variabilidade.

4. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia parte inicialmente de uma revisão de literatura de caráter descritivo, fazendo uso do método exploratório onde a análise dos resultados ocorre através da análise de conteúdo.

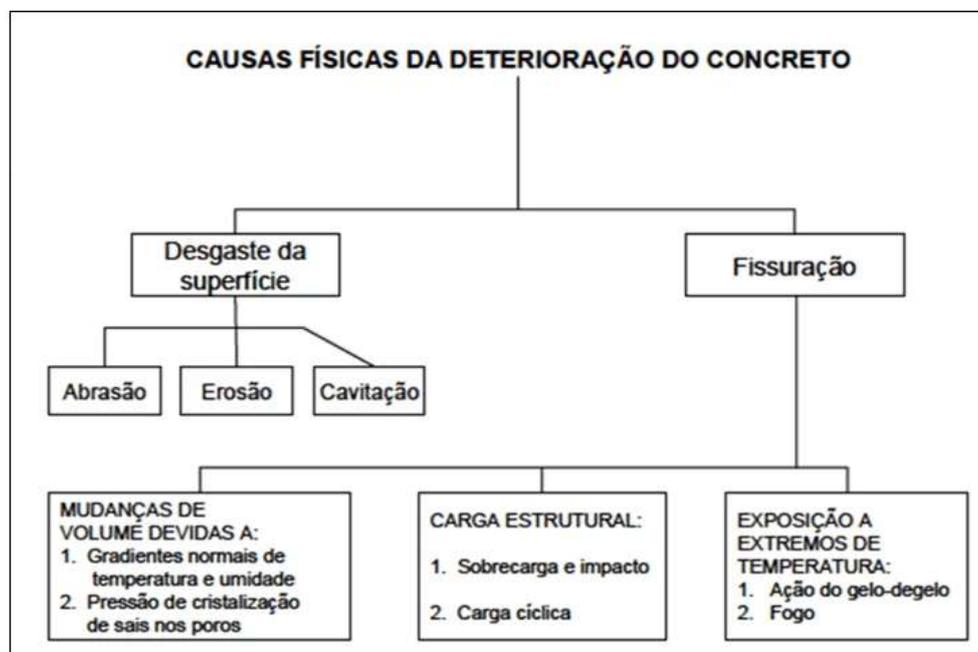
Segundo Teixeira et al.; (2015) o concreto é o material sólido e rígido mais utilizado na construção civil, esse produto é resultante da mistura de materiais aglomerantes e água. A base do concreto é o Cimento Portland criado pelo químico britânico Joseph Aspdin em 1824. Conforme Galhardo Gutierrez (2014) o uso do cimento para produção de concreto é considerado a maior e mais impactante invenção da construção civil.

Aspdin descobriu que ao queimar pedras calcárias e argila transformando-as em um pó fino e a colocarmos em contato com água, temos uma mistura que após seca apresenta um elevado grau de dureza. Esse pó fino possui um alto poder aglomerante, e tem a capacidade de endurecer e conservar a estrutura. Além disso, na forma de concreto, pode ganhar formas e volumes de acordo com a necessidade de cada construção (GALHARDO GUTIERREZ, 2014, p. 12).

Concreto é um material aglomerante de moldagens mais complexas utilizadas em estruturas de concreto armado, sapatas, fundações, pré-moldados e blocos de concreto simples, sendo o material mais predominante na obra estando mais sujeito as degradações principalmente da umidade.

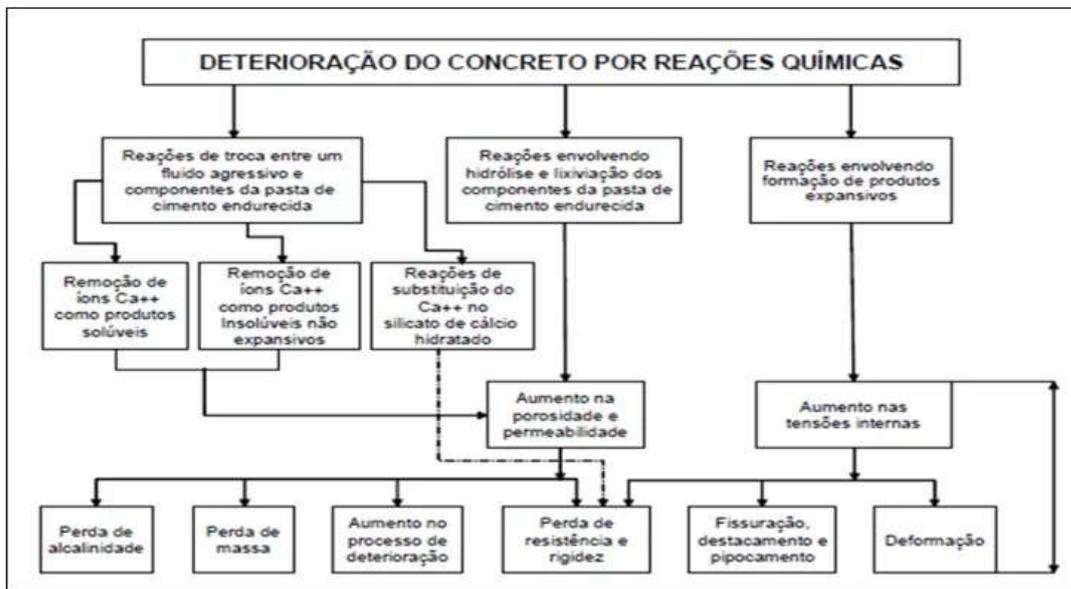
4.1 Processo de degradação do concreto por agentes físicos

Figura 1:



4. 2 Processo de degradação do concreto por agentes Químicos

Figura 2:



4.3 UMIDADE E CONCRETO: RESISTÊNCIA E FRAGILIDADE

De acordo Da Paz et al.; (2016) a umidade pode promover diversas patologias no concreto que podem se manifestar nos pisos, paredes, forros, lajes, fachadas e nos elementos do concreto armado ou pré-moldados. Essas patologias podem interferir na resistência do concreto deixando suas propriedades mais fragilizadas.

Conforme De Souza (2008, p. 3) problemas em edificações provenientes de umidade provocam “um grande desconforto e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções caras”.

Corroborando Da Paz et al.; (2016) frisa que a presença de água e a constante da umidade nas construções favorecem a degradação do material diminuindo a resistência do concreto, oxida a parte metálicas, causam descamação dos revestimentos, destrói as peças de madeira, e diminui a vida útil dos agregados possibilidade fissuras, vazamentos, infiltrações, proliferação de fungos, mofos e microflora.

Conforme Vilasboas (2004, p. 18) a resistência e durabilidade do concreto depende das condições ambientais da obra e do parâmetro (água-cimento) a ser escolhido para compor a estrutura da edificação, ou seja, a durabilidade refere as condições de exposição, e a resistência do carregamento previsto.

Para Silva (1995) o concreto pode apresentar boa resistência à compressão, mas por outro lado apresenta baixa resistência à tração. Essa relação de alta e baixa resistência cria um comportamento de fragilidade ao concreto que pode causar danos e pequenas deformações nas edificações quando existe presença permanente de umidade.

Sendo assim, se o processo de mistura do concreto obedecer ao padrão correto de composição nas quantidades estabelecida para o traço a resistência será alta e corresponderá a todos os critérios de durabilidade e conservação das edificações (CARNEIRO, 2018).

Com relação as fragilidades e restrições do concreto em relação umidade pode-se mencionar Baixa resistência à tração, fragilidade a presença constante de água, fissuração, e corrosão das armaduras (PINHEIRO, et al.; 2004).

Dessa forma, para combater a fragilidade do concreto e aumentar a resistência das edificações, as medidas devem ser tomadas ainda na elaboração do projeto, e durante sua execução deve-se observar as atenuantes climatológicas e o grau de umidade no ambiente da obra, bem como fazer a correção do concreto conforme as proporções de soluções endurecedoras de superfícies diminuindo a deterioração e reduzindo o desgaste do concreto (DE SOUZA, 2008).

4.4 OS ATENUANTES CLIMATOLÓGICOS

Ventos fortes, chuvas e temperaturas extremas devem ser controlados porque comprometem a qualidade do concreto e induzem a manifestações patológicas. A chuva intensa, ameaça a qualidade do concreto ao lavar superficialmente o material recém-concretado, varrendo componentes e alterando o traço da mistura.

Em dias muito quentes (acima de 30°C), o calor de hidratação favorece a evaporação da água, gerando retrações no concreto. Essa retração hidráulica provoca uma série de fissuras que servem como porta de entrada para agentes agressivos, como os cloretos, que reduzem a durabilidade da estrutura

As baixas temperaturas (inferiores a 15 °C) também influenciam o calor de hidratação, retardando o endurecimento da massa e diminuindo a resistência inicial do concreto. Em princípio, isso não é algo preocupante porque, diante de uma cura adequada, o concreto endurece e atinge a resistência esperada. O problema é que essa condição cria a possibilidade de o concreto ser retirado das fôrmas precocemente, comprometendo a qualidade.

Uma recomendação para os dias em que os termômetros estão abaixo de 15°C é cobrir as superfícies das fôrmas e do concreto com lonas logo após o lançamento, evitando a dissipação do calor. (figura 3) Outra estratégia que pode ser aplicada é aquecer a água de amassamento a temperaturas entre 25°C e 70°C.

Figura 3:



Já para concretagens que acontecem sob temperaturas escaldantes – mais comum em um país tropical como o Brasil – o controle do aquecimento pode se dar por uma série de ações, a começar pela alteração do traço do concreto com a utilização de aditivos ou cimentos com adições.

Também é possível recorrer ao uso do concreto resfriado com gelo ou com nitrogênio (Figura 4), técnica especialmente indicada na concretagem de grandes volumes, como em barragens e em blocos de fundações. O construtor pode, ainda, se valer do umedecimento da brita adicionada ao traço para diminuir a temperatura superficial desse componente.

Figura 4:



Mesmo com todas essas alternativas, deve-se evitar realizar concretagens em dias de temperaturas externas (mais de 35°C e menos de 10°C).

A temperatura ambiental não é o único fator que impacta a taxa de evaporação do concreto. A perda de água pode ser impulsionada pela baixa umidade do ar e pela velocidade do vento no local da concretagem, também levando a fissuras de retração. A adição de fibras ao traço é uma das medidas que ajudam a evitar esses problemas.

Atualmente ondas de calor extremas atuam sobre o clima do Brasil e do mundo onde incidem em verificações mais apuradas de análises climáticas, sendo que muitas das Normas brasileiras da construção brasileira ainda não foram atualizadas com as mudanças atuais de clima, com por exemplo forte volume de chuva em um curto intervalo de tempo, temperaturas fora de histórico com base para cálculos, em um mundo de constantes mudanças empregadas pelo homem a utilização de mapas meteorológicos atuais contribuem efetivamente para um cálculo mais preciso de projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOURADO, Gleybson Pantoja. Análise da ação da umidade no concreto: resistências e fragilidades. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 04, pp. 27-42. maio de 2019. ISSN: 2448-0959

VAQUERO, Arcindo (Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem).
HERVÉ, Egydio Neto – Engenheiro-civil formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), é consultor em tecnologia do concreto e CEO da Ventuscore Soluções em Concreto.

IMAGENS, fonte internet

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

**A VERSATILIDADE DO ALUMÍNIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
QUANDO UTILIZADO EM ESQUADRIAS E FACHADAS E
SUA NORMATIZAÇÃO**

A VERSATILIDADE DO ALUMÍNIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL QUANDO UTILIZADO EM ESQUADRIAS E FACHADAS E SUA NORMATIZAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o alumínio vem se mostrando cada vez mais como um dos materiais mais versáteis e utilizáveis em diversos segmentos dentre eles o da construção civil, principalmente na fabricação de esquadrias e fachadas envidraçadas. Sua ampla aceitação e utilização, não está relacionada apenas às suas propriedades mecânicas, físicas e estruturais, mas também relacionada à sua versatilidade e possibilidade de proporcionar soluções estéticas e funcionais em projetos arquitetônicos, além destes fatores, é muito importante apontarmos a sustentabilidade deste elemento.

Devido a necessidade global de produtos com melhor eficiência energética, com maior durabilidade e sustentabilidade, o alumínio se destaca pois agrega todas estas qualidades e ainda oferece a versatilidade, leveza, resistência à corrosão, facilidade de manutenção, possibilidade de reciclagem, tudo isso o torna um recurso valioso e um dos materiais mais adequados para atender a crescente demanda por projetos cada vez mais arrojados e design inovador que a arquitetura moderna necessita. (ABAL, 2023)

É de grande relevância, apontar que um material tão importante e amplamente utilizado na construção civil em esquadrias e fachadas envidraçadas é regido por uma ampla gama de normas técnicas de desempenho, segurança e aplicações, pois através deste conjunto de normas é que se assegura uma padronização de processos de fabricação, instalação e manutenção e por consequência um produto final que atenda em termos de desempenho e segurança às necessidades dos usuários. (ABNT, 2017)

Tendo como base os conceitos e pontos mencionados acima, serão abordados na sequência do artigo informações relacionadas às propriedades físicas do alumínio, sua utilização em esquadrias e fachadas envidraçadas e a relação das principais normas técnicas que versam sobre o assunto.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é apresentar as propriedades físicas e mecânicas do alumínio, suas aplicações em esquadrias de alumínio e fachadas envidraçadas e seus benefícios, tipos de esquadrias e fachadas envidraçadas e seus sistemas, sustentabilidade e eficiência energética da combinação desta matéria prima com outros materiais aplicados na construção civil e por fim relacionar as principais normas técnicas que regem este segmento.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Como objetivo específico o presente estudo visa contextualizar sobre a história e evolução do alumínio, analisar suas propriedades físicas e mecânicas como a leveza, resistência a corrosão, durabilidade, condutividade térmica e elétrica, reciclagem e facilidade de conformação. Apontar as aplicações do alumínio em esquadrias e fachadas envidraçadas identificando benefícios e funcionalidades.

Apontar a questão da sustentabilidade e eficiência energética do alumínio, bem como a sua contribuição para a redução dos impactos ambientais e eficiência quando combinado com outros materiais. Também apontar sobre a tendência de uso do alumínio na construção civil moderna.

Desta forma, agrupar as principais informações que orientem os interessados no tema esquadrias de alumínio e fachadas envidraçadas, servindo como referência para projetistas de esquadrias que podem se fazer valer da relação de normas para elaboração de seus projetos, quanto para fabricantes de esquadrias que assim entenderão o quanto é importante e bem regulamentado este segmento e por fim auxiliar também na informação e oferta de conhecimento a cerca do tema para engenheiros, arquitetos e consumidores finais destes produtos que estão cada vez mais presentes nas maiorias das obras do segmento da construção civil, engenharia e arquitetura.

3. DELIMITAÇÕES

Esta pesquisa terá como foco apenas a abordagem sobre as características e versatilidade do alumínio relacionando ao uso na construção civil quando aplicado no desenvolvimento e fabricação de esquadrias de alumínio e fachadas envidraçadas, com abordagem orientativa sobre o conjunto de normas técnicas que regem estas aplicações. Não serão abordados de forma detalhadas todos os sistemas construtivos de esquadrias e fachadas envidraçadas existentes e nem será dado foco na orientação da maneira construtiva dos sistemas.

4. MÉTODO DA PESQUISA

Para a elaboração deste trabalho, será utilizada a metodologia de pesquisa com base na revisão da literatura existente sobre o tema abordado. Serão abordadas fontes como livros teóricos, artigos e revistas científicas, documentos e bancos acadêmicos que ofereçam teses, dissertações e monografias. Visando apresentar os principais pontos a cerca do tema, podendo assim oferecer um conjunto de informações que contribuam para formação e disseminação dos conhecimentos, também possibilitando que o leitor identifique alguma falta de informação e que assim seja estimulado a produzir novos estudos ou inovações que contribuam para o enriquecimento do segmento estudado.

4.1 A HISTÓRIA DO ALUMÍNIO

O Alumínio, apesar de ser o metal de maior abundância na terra, não pode ser encontrado naturalmente na forma metálica que conhecemos. A bauxita é o minério encontrado abundantemente em alguns tipos de solo e é ela quem dá origem ao alumínio, o início e evolução do seu uso surgiu a partir de 1824, quando Hans Christian Orested químico dinamarquês conseguiu isolá-lo em sua forma metálica pela primeira vez. (ECOMARAPENDI, 2017)

Sua produção industrial e ganho de volume de produção foi impulsionado pela necessidade de produtos mais leves e resistentes para serem utilizados na Primeira guerra mundial, e desde então, ocupa posição estratégica na indústria, estando presente em quase todos os setores da economia. (ABAL, 2023)

4.2 INÍCIO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO ALUMÍNIO

Por volta de 1917 no período próximo ao fim da Primeira Guerra mundial, o marco do primeiro milhão de tonelada de processamento e produção da bauxita foi atingido, após a expansão da mineração para a Áustria, Hungria, Alemanha e Guiana Britânica. Já no período da Segunda Guerra mundial a classificação dos maiores produtores de bauxita em

1943, eram os Estados Unidos, Guiana Britânica, Hungria, Indonésia e Malásia. (AGÊNCIA, 2024)

4.3 O ALUMÍNIO NO BRASIL

O Brasil destaca-se como o país que possui a terceira maior reserva de bauxita no mundo. Em 2012 houve um baixo índice de crescimento da produção do alumínio, isso em função da crise energética de 2011, o que estimulou o governo a desenvolver um plano de redução de tarifas de energia para estimular a produção. (MARQUES, 2013)

De acordo com a Associação Brasileira do Alumínio ABAL, atualmente o consumo de alumínio na construção civil do Brasil teve um aumento de aproximadamente 7% em relação à 2023. (REVISTA, 2024)

4.4 PROPRIEDADES DO ALUMÍNIO

O alumínio é um metal muito conhecido por suas propriedades mecânicas e físicas, e assim torna-se extremamente adequado para uso e aplicação em diversos setores da indústria, e não seria diferente na sua versatilidade quando aplicado na construção civil. Destacam-se algumas propriedades físicas, como condutividade elétrica e térmica, leveza, resistência à corrosão, alta refletividade, ductilidade, reciclagem e fácil conformação através do processo de extrusão.

Empresas processadoras oferecem produtos primários como a Alumina, Bauxita ou Minério de alumínio, Hidrato, Lingotes, Tarugos e vergalhões e produtos transformados, como Chapas e Bobinas, Folhas, Telhas e Perfis extrudados. (CBA, 2024)

4.5 USO DO ALUMÍNIO EM ESQUADRIAS

As esquadrias de alumínio e vidro (portas, janelas, gradis, guarda corpos, venezianas) vem conquistando a cada dia mais espaço e fazendo parte de todos os tipos de obras da construção civil, desde grandes empreendimentos comerciais, obras residenciais de alto padrão e até mesmo em habitações de linha popular, podemos relacionar este crescente consumo à consequência do fácil acesso a estes produtos que oferecem um ótimo custo x benefício e que com a produção em maior escala, ficam também cada vez mais acessíveis a todos os públicos.

Hoje as esquadrias de alumínio representam aproximadamente 20% do volume de esquadrias produzido no Brasil. (AFEAL, 2024)

4.6 USO DO ALUMÍNIO EM FACHADAS ENVIDRAÇADAS

Assim como a utilização de esquadrias de alumínio aumenta a cada dia, com as fachadas envidraçadas não é diferente, os grandes empreendimentos, obras comerciais, edifícios residenciais e até mesmo residências de alto e médio padrão, tem este produto que agrega beleza e funcionalidades como item imprescindível no projeto.

As fachadas envidraçadas oferecem grandes diferenciais e são cada dia mais populares, pois devido a leveza, versatilidade e resistência do alumínio podem ser desenvolvidas atendendo os mais rígidos padrões da arquitetura moderna, agregando aos edifícios diferenciais como leveza em sua carga estrutural, eficiência energética em função dos elementos de controle solar que minimizam o uso interno de ar condicionado, alta resistência e durabilidade o que aumenta significativamente a vida útil dos edifícios.

4.7 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade é fator crucial na escolha do alumínio e do vidro para composição e elaboração de fachadas e esquadrias. Ambos os materiais são praticamente 100% recicláveis, e este fator reduz significativamente o impacto ambiental na construção civil. Além disso, a combinação destes elementos e a característica de refletir o calor e permitir a entrada da luz para o ambiente interno, contribui para a redução do consumo de energia durante o uso destas edificações..

4.8 NORMATIZAÇÃO TÉCNICA DO ALUMÍNIO E DOS VIDROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A utilização do alumínio e vidros em esquadrias e fachadas é regida por uma ampla gama de normas técnicas como a ABNT NBR 15575 que é conhecida como “norma mãe” e a ABNT NBR 10821 que estabelecem requisitos de desempenho e segurança para esses sistemas. Estas normas garantem que os produtos desenvolvidos utilizando alumínio e vidros utilizados na construção civil atendam a padrões de qualidade e segurança necessários para proteger os usuários e garantir durabilidade e desempenho adequado de estruturas.

4.8.1 NORMA TÉCNICA ABNT NBR 15575 - EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS -DESEMPENHO

A norma ABNT NBR 15575 é uma norma construída com base em critérios internacionais e trata sobre o desempenho, segurança, e comportamento de edificações e embora esta norma seja muito ampla tratando sobre edificações, ela é dividida em 6 tópicos e o 4º tópico se relaciona com o tema estudado que são os Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externa.

4.8.2 NORMA TÉCNICA ABNT NBR 6123 - FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

A NBR 6123 aponta as exigências relacionadas às considerações das forças devidas às ações estáticas e dinâmicas do vento para fins de cálculos de edificações e estruturas e suas partes bem como seus componentes, acessórios, vedações e revestimentos. (ABECE, 2024)

4.8.3 NORMA TÉCNICA ABNT NBR 7199 - VIDROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL - PROJETOS, EXECUÇÃO E APLICAÇÕES

A NBR 7199 estabelece as regras que regem o uso do vidro na construção civil, vidros de segurança laminado, temperado ou aramado e suas respectivas utilizações, com sua revisão baseada em acordo com as exigências de normas internacionais reconhecidas. (ABRAVIDRO, 2024)

4.8.4 NORMAS COMPLEMENTARES

Além das normas citadas anteriormente como as principais que regulamentam o segmento, outras normas técnicas são de fundamental importância para o trabalho relacionado ao projeto, fabricação, instalação de esquadrias e fachadas. São elas:

- Norma técnica ABNT NBR ISO 209 - Alumínio e suas ligas -composição química;
- Norma técnica ABNT NBR NM 293 - Terminologia de vidros planos e dos componentes acessórios e sua aplicação;
- Norma técnica ABNT NBR NM 294 - Vidro Float;
- Norma técnica ABNT NBR NM 295 - Vidro aramado;
- Norma técnica ABNT NBR NM 297 - Vidro impresso;
- Norma técnica ABNT NBR 6323 - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - especificações;

- Norma técnica ABNT NBR 6599 - Alumínio e suas ligas - processos e produtos - terminologia;
- Norma técnica ABNT NBR 7399 - Produtos de aço e ferro fundido galvanizados por imersão a quente - verificação de espessura do revestimento por processo não destrutivo - método de ensaio;
- Norma técnica ABNT NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - verificação da uniformidade do revestimento - método de ensaio;
- Norma técnica ABNT NBR 7414 - Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - terminologia;
- Norma técnica ABNT NBR 7823 - Alumínio e suas ligas - chapas - propriedades mecânicas;
- Norma técnica ABNT NBR 8116 - Alumínio e suas ligas - produtos extrudados - tolerâncias dimensionais;
- Norma técnica ABNT NBR 8117 - Alumínio e suas ligas - arames, barras, perfis e tubos extrudados - requisitos;
- Norma técnica ABNT NBR 9243 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - determinação da selagem de camadas anódicas - método da perda de massa;
- Norma técnica ABNT NBR 10821 - Esquadrias para edificações - parte 1: Esquadrias externas e internas - terminologia;
- Norma técnica ABNT NBR 10821 - Esquadrias para edificações - parte 2: Esquadrias externas e internas - requisitos e classificação;
- Norma técnica ABNT NBR 10821 - Esquadrias para edificações - parte 3: Esquadrias externas e internas - métodos de ensaio;
- Norma técnica ABNT NBR 10821 - Esquadrias para edificações - parte 4: Esquadrias externas - requisitos adicionais de desempenho;
- Norma técnica ABNT NBR 10821 - Esquadrias para edificações - parte 5: Esquadrias externas - instalação e manutenção;
- Norma técnica ABNT NBR 12609 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - requisitos para anodização para fins arquitetônicos;
- Norma técnica ABNT NBR 12610 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - determinação da espessura de camadas não condutoras - métodos de correntes parasitas - (eddy current);
- Norma técnica ABNT NBR 12611 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - determinação da espessura de camada anódica - métodos de microscopia óptica;
- Norma técnica ABNT NBR 12612 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - camada anódica colorida - determinação da resistência ao intemperismo acelerado;
- Norma técnica ABNT NBR 12613 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - determinação da selagem de camadas anódicas - método de absorção de corantes;
- Norma técnica ABNT NBR 14125 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - requisitos para revestimento orgânico para fins arquitetônicos;
- Norma técnica ABNT NBR 14155 - Alumínio e suas ligas - tratamento de superfície - camada de anodização dura - determinação da microdureza;
- Norma técnica ABNT NBR 14697 - Vidro laminado;
- Norma técnica ABNT NBR 14698 - Vidro temperado;
- Norma técnica ABNT NBR 14718 - Guarda corpo para edificações;
- Norma técnica ABNT NBR 15000 - Blindagem para impactos balísticos - classificação e critérios de avaliação;

- Norma técnica ABNT NBR 15737 - Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial - colagem de vidros com selante estrutural;
- Norma técnica ABNT NBR 15873 - Coordenação modular para edificações;
- Norma técnica ABNT NBR 15919 - Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial - colagem de vidros com fita dupla-face estrutural;
- Norma técnica ABNT NBR 15969-1 - Componentes para esquadrias - parte 1: Roldana - requisitos e métodos de ensaio;
- Norma técnica ABNT NBR 15969-2 - Componentes para esquadrias - parte 2: Escova de vedação - requisitos e métodos de ensaio;
- Norma técnica ABNT NBR 15969-3 - Componentes para esquadrias - parte 3: Fecho - requisitos e métodos de ensaio;
- Norma técnica ABNT NBR 15969-4 - Componentes para esquadrias - parte 4: Articulação - requisitos e métodos de ensaio.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

O presente artigo trata sobre a versatilidade do alumínio na construção civil, especificamente do seu uso em esquadrias e fachadas envidraçadas, aponta vários aspectos que confirmam a importância deste material. O alumínio oferece propriedades mecânicas e físicas ideais para contribuir com soluções arquitetônicas em especial quando tratamos de aspectos estéticos, versatilidade para desenvolvimento de projetos arrojados, inovadores.

Outro atributo de grande relevância para este produto, ainda mais quando combinado com o uso do vidro, é a sua possibilidade de reciclagem, contribuindo assim para a redução do impacto ambiental, tornando assim, construções mais eficientes e com menor consumo energético.

Pode-se observar que pela grande variedade de normas que versam sobre o tema, este é um assunto de grande importância, pois a aplicação de normas técnicas são essenciais para a padronização de processos, instalação adequada e manutenção correta e desempenho destes produtos, bem como assegurar a qualidade e segurança na aplicação em edificações da construção civil, garantindo que estas estruturas estejam em plena segurança de uso e atendam às necessidades dos seus usuários.

Este estudo reforça a necessidade da pesquisa e inovação contínua destes produtos, com objetivo de evoluir sistemas construtivos e cada vez mais sustentáveis e eficientes. Isso inclui a busca por novos materiais e novas possibilidades de combinações destes elementos a fim de aprimorar o uso do alumínio e do vidros na construção civil.

REFERÊNCIAS

ABAL - Associação Brasileira do Alumínio. ABAL. Associação Brasileira do Alumínio. São Paulo: ABAL, 2023. Disponível em: <https://abal.org.br/aluminio/vantagens-do-aluminio/>. Acesso em: 8 mai. 2024.

ABECE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA E CONSULTORIA ESTRUTURAL. Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. São Paulo: ABECE, 2024. Disponível em: <https://site.abece.com.br/em-vigor-a-nova-nbr-6123/#>. Acesso em: 1 jun. 2024.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 209:2010: Alumínio e suas ligas – Composição química. Rio de Janeiro: ABNT. 2010. 4 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR NM 293:2004: Terminologia de vidros planos e dos componentes acessórios a sua aplicação. Rio de Janeiro: ABNT. 2004. 20 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6123:2023: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT. 2023. 95 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6323:2016: Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT. 2016. 33 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6599:2024: Alumínio e suas ligas — Processos e produtos — Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT. 2024. 22 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7199:2016: Vidros na construção civil — Projeto, execução e aplicações. Rio de Janeiro: ABNT. 2016. 57 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7399:2015: Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT. 2015. 5 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7400:2015: Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT. 2015. 5 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7414:2015: Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT. 2015. 6 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7823:2023: Alumínio e suas ligas — Chapas e lâminas — Propriedades mecânicas para ligas não tratáveis termicamente. Rio de Janeiro: ABNT. 2023. 13 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 8116:2023: Alumínio e suas ligas - Produtos extrudados - Tolerâncias dimensionais. Rio de Janeiro: ABNT. 2023. 35 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 8117:2021: Alumínio e suas ligas - Arames, barras, perfis e tubos extrudados - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT. 2021. 9 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 9243:2012: Alumínio e suas ligas — Tratamento de superfície — Determinação da selagem de camadas anódicas — Método da perda de massa Data de Publicação : 14/09/2012. Rio de Janeiro: ABNT. 2012. 2 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10821: Esquadrias para edificações. Rio de Janeiro: ABNT. 2017. 15 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10821-2:2023: Esquadrias para edificações Parte 2: Esquadrias externas - Requisitos e classificação. Rio de Janeiro: ABNT. 2023. 22 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12609:2022: Alumínio e suas ligas — Tratamento de superfície — Requisitos para anodização para fins arquitetônicos. Rio de Janeiro: ABNT. 2022. 8 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12610:2010: Alumínio e suas ligas — Tratamento de superfície — Determinação da espessura de camadas não condutoras — Método de correntes parasitas (Eddy current). Rio de Janeiro: ABNT. 2010. 3 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12611:2006: Alumínio e suas ligas - Tratamento de superfície - Determinação da espessura da camada anódica - Método de microscopia óptica. Rio de Janeiro: ABNT. 2006. 3 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12612:2008: Alumínio e suas ligas - Tratamento de superfície - Camada anódica colorida - Determinação da resistência ao intemperismo acelerado. Rio de Janeiro: ABNT. 2008. 3 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12613:2006: Alumínio e suas ligas - Tratamento de superfície - Determinação da selagem de camadas anódicas - Método de absorção de corantes. Rio de Janeiro: ABNT. 2006. 3 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14125:2016: Alumínio e suas ligas — Tratamento de superfície — Requisitos para revestimento orgânico para fins arquitetônicos. Rio de Janeiro: ABNT. 2016. 11 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14155:2010: Alumínio e suas ligas – Tratamento de superfície – Camada de anodização dura – Determinação da microdureza. Rio de Janeiro: ABNT. 2010. 7 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14697:2023: Vidro laminado. Rio de Janeiro: ABNT. 2023. 49 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14698:2001: Vidro temperado. Rio de Janeiro: ABNT. 2001. 19 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14718:2019: Esquadrias — Guarda-corpos para edificação — Requisitos, procedimentos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT. 2019. 27 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15000-3:2022: Sistemas de blindagem - Proteção balística Parte 3: Determinação do limite balístico V50. Rio de Janeiro: ABNT. 2022. 5 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15737:2009: Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial - Colagem de vidros com selante estrutural. Rio de Janeiro: ABNT. 2009. 22 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15873:2010: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro: ABNT. 2010. 9 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15919:2011: Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial – Colagem de vidros com fita dupla-face estrutural de espuma acrílica para construção civil. Rio de Janeiro: ABNT. 2011. 24 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15969-4:2017: Componentes para esquadrias Parte 4: Articulação — Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT. 2017. 16 p.

ABRAVIDRO. Associação Brasileira de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos. São Paulo: Abravidro, 2024. Disponível em: <https://abravidro.org.br/nbr-7199-atual-e-mais-completa-2/>. Acesso em: 1 jun. 2024.

AFEAL - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO. AFEAL. São Paulo: AFEAL, 2024. Disponível em: <https://afeal.com.br/rev/institucional/esquadrias-de-aluminio>. Acesso em: 28 mai. 2024.

ANM - Agência Nacional de Mineração. DNPM-PE. Agência Nacional de Mineração. Pernambuco: Agência Nacional de Mineração, 2024. Disponível em: <https://www.dnpm-pe.gov.br>. Acesso em: 22 mai. 2024.

CBA - COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO. CBA. São Paulo: CBA, 2024. Disponível em: <https://www.cba.com.br/>. Acesso em: 22 mai. 2024.

ECOMARAPENDI. Recicloteca. Centro de informação sobre reciclagem e meio ambiente. [S.l.]. Ecomarapendi, 2017. Eduardo Bernhard. Disponível em: http://www.recicloteca.org.br/?post_type=material-reciclavel&p=143. Acesso em: 22 mai. 2024.

MARQUES, F. V. D. R. A PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO NO BRASIL. Orientador: Dr. José Mário Coelho. 2013. 49 f. v. 1, TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

REVISTA ALUMÍNIO. Revista Alumínio. Conteúdo, inovação, Tecnologia e sustentabilidade. São Paulo: Revista Alumínio, 2024. Disponível em: <https://revistaaluminio.com.br/aluminio-na-construcao-civil-versatilidade-e-durabilidade-transformando-espacos/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

TARGET ENGENHARIA E CONSULTORIA DE NORMAS. Target Normas. São Paulo: Target Engenharia e Consultoria Ltda, 2024. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/455/abnt-nbr6323-galvanizacao-por-imer-sao-a-quente-de-produtos-de-aco-e-ferro-fundido-especificacao>. Acesso em: 1 jun. 2024.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

EVOLUÇÃO DOS CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PRÉ E PÓS PANDEMIA

TCC I

MODALIDADE: ACADEMIA CIENTÍFICA (Artigo)

Mario Henrique Merigue.

EVOLUÇÃO DOS CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PRÉ E PÓS PANDEMIA

1 INTRODUÇÃO

Os orçamentos cumprem um papel essencial na construção civil, pois estes podem ser considerados como ferramentas básicas e necessárias para a elaboração de um projeto, sendo essenciais para o estudo de viabilidade e planejamento, a identificação de todos os serviços previstos para a realização de um projeto é primordial para a obtenção de um orçamento analítico completo (ANDRADE E SOUZA, 2003)

O orçamento analítico é um relatório contendo o detalhamento de todos os serviços relativos à produção e que compõem os custos diretos do orçamento, sendo agrupados de acordo com a fase da obra em que estão inseridos. Inicialmente são levantadas as condicionantes, todos os elementos técnicos pertinentes ao projeto - tais como projetos executivos, de produção e especificações técnicas de materiais-. Em seguida calcula-se o custo direto da obra, a partir das definições técnicas dos quantitativos de serviço, dos coeficientes de produtividade e da cotação de preço dos insumos. Dessa forma, soma-se o custo indireto, aplicam-se os impostos e a margem de lucratividade esperada pela empresa e obtém-se o preço de venda da obra (DIAS, 2001). De forma simplificada, o processo de elaboração de orçamento está incluso três grandes etapas de trabalho: estudo de condicionantes, composição de custos e fechamento do orçamento.

Ademais, possíveis erros no levantamento podem ter implicações significativas no resultado, já que é por meio do planejamento que serão definidas as quantidades de insumos adquiridos e dimensionados aos servidores em função dos prazos determinados (GOLDMAN, 2004). Por isso, a correta elaboração de um orçamento antecede o início da obra e a sua preparação deve respeitar critérios rigorosos para que o valor orçado seja o mais próximo da realidade, com o intuito de torná-lo um documento seguro para embasar as tomadas de decisões e, também, para o controle de gastos (MATTOS, 2006).

Em 2020, o mundo começou a enfrentar uma nova crise: a pandemia de COVID-19 (SARS-COV 2), impactando de maneira significativa todas as áreas da economia brasileira. Deste momento em diante, nada mais foi o mesmo, incluindo-se os preços da construção civil. De acordo com Índice Nacional do Custo da Construção foram registrados uma inflação na construção civil em torno de 51,21% entre janeiro de 2020 e março de 2022 (INCC, 2022).

Durante este período, de fragilidade mundial com a expansão da Covid-19, a construção apresentou grandes variações de preços que repercutem até hoje. Os orçamentos da elaboração de projetos foram alterados principalmente por conta do aumento dos insumos durante este período de crise, que teve altas significativas, por motivos de escassez de matéria-prima ou aumentos abusivos dos preços para sua produção. Segundo INCC-Materiais e Equipamentos - Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2020), a alta de preços no período de janeiro a novembro foi de 17,78%. Alguns insumos chegaram a registrar aumentos superiores a 60% no mesmo período em decorrência da escassez, cujo prazo de entrega aumentou significativamente. Parte da redução também está ligada a diminuição da oferta de mão de obra primária e outras prestações de serviços referentes a projetos.

Mediante a esse contexto, desde a pandemia mundial do Covid-19 diversas áreas da economia sofreram alterações de curto e longo prazo, incluindo os preços da construção civil que podem ser observados até o período atual pós pandêmicos - principalmente seus insumos e a mão de obra - que sofreram significativo aumento em decorrência da escassez de produtos e serviços. O objetivo deste estudo justifica-se diante da importância do processo orçamentário e da necessidade de compreender as evoluções dos custos da construção civil no pré e pós pandemia por meio da análise comparativa de estudos de orçamentos analíticos realizados durante os anos de (2019 – 2023).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Analisar a evolução dos custos da construção civil durante a pandemia do Covid-19 e seus impactos no pós-pandemia. Comparando os custos diretos (dos principais insumos, equipamentos e serviços) e indiretos de um projeto no pré-pandemia (2019), na pandemia (2020-2021) e atualmente (2023).

2.2 Objetivo específico

Para atingir o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a. Selecionar os insumos, serviços e equipamentos a serem analisados e dividi-los.
- b. Analisar a variação de preços dos insumos e serviços no pré pandemia, no decorrer da pandemia e no pós pandemia utilizando as tabelas e gráficos.
- c. Comparar os resultados obtidos com os valores de custos unitários básicos de construção durante o mesmo período da coleta.
- d. Comparar também com estudos realizados no REVIT para analisar a variação dos insumos de maneira padronizada.
- g. Comparar com os valores analisados com os índices INCC e IGP-M.
- f. Registrar a evolução dos custos totais para a realização de uma obra médio-alto padrão entre 2019 e 2023.

3 DELIMITAÇÕES

Esse estudo irá analisar quatro obras (A, B, C e D) em períodos distintos: (A= 02/2019 – 02/2020); (B= 10/2020 – 10/2022); (C= 07/2021 – 10/2022); (D= 12/2022 – 12/2023) de médio padrão e alto-médio padrão realizadas na região do norte do Paraná com fornecedores semelhantes. Será estudada a evolução de valores e os impactos orçamentários causados pela pandemia entre 2019 e 2023, analisando a mudança de valor total de materiais, valor total de mão de obra empreita e valor total gestão administrativa e técnica. Ademais, será comparada a experiência prática observada na administração de obras com os valores da NBR 12.701:2006 de Custos Básicos de Construção (CUB/m² - valores em R\$/m²) de projetos residenciais de padrão-alto.

O estudo não levará em consideração a diferença de custo de cada insumo na comparação entre as obras especificamente, será feita uma análise generalizada de acordo com o custo total da obra e dos valores totais de materiais, mão de obra semelhantes entre os projetos e gestão e principalmente a variação percentual entre o orçamento projetado e o valor realizado. Para a análise de cada uma das áreas de insumos foi usado estudos pré-estabelecidos pelo REVIT.

4 MÉTODO DE PESQUISA

4.1 Classificação

Para alcançar o objetivo dessa pesquisa, o qual está focado em analisar os impactos econômicos e financeiros relacionados a pandemia da COVID-19 no setor da construção civil, foi aplicado um estudo de natureza descritiva, com procedimentos de pesquisa documental e de campo, e uma abordagem quali-quantitativa.

A pesquisa descritiva se dá pela análise e observação de dados econômico-financeiros analisados e interpretados para descrever o perfil de um grupo que representam o setor de construção civil.

A pesquisa documental possui como característica a coleta de dados por meio de documentos, sejam eles escritos ou não considerados como fontes primárias; Sendo considerados nesta pesquisa os dados financeiros e de mercado, coletados através de plataforma de dados (CUB/M² - CBIC), documentos orçamentários das quatro obras distintas de médio-alto padrão na região do norte do Paraná, documentos de obras padronizadas de revistas de Graduação e comparação dos dados coletados com o Índice Nacional de Custo da Construção INCC-M e o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M).

Por fim, os componentes foram analisados através de abordagem quali-quantitativa em que se fundamenta uma metodologia capaz de compreender os dados racionais de modo corroborativo, sendo então aplicadas abordagens estatísticas associadas às análises de conteúdo das diversas plataformas e fontes para se identificar as informações relacionadas com as principais consequências econômicas e financeiras ocasionadas pela pandemia do COVID-19, nas obras da construção civil ao longo dos últimos cinco anos.

4.2 Procedimentos

Primeiramente, foram escolhidas quatro residências (A, B, C, D) de padrão médio-alto construídas em períodos distintos (2019-2023), e foram analisados seus respectivos cronogramas financeiros organizados em um método de estudo analítico. Ademais, foram coletados dados principalmente dos custos projetados e dos custos realizados durante esses períodos com o objetivo de estudar a variação do orçamento com os impactos da pandemia.

Para a análise da variação de custos de cada insumo, foram usados estudos pré projetadas no software REVIT, foi extraído com auxílio do REVIT todo o quantitativo necessário para a elaboração do orçamento. Com esses quantitativos, foi possível elencar os serviços para execução da construção e coletá-los dos bancos de dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil e ORSE. montou-se o orçamento analítico completo, utilizando preços de referência com base em fevereiro de 2020 e, em seguida, foi aplicado o mesmo orçamento e alterou-se os respectivos preços para referência com base em fevereiro de 2023. Assim, foi obtido um mesmo orçamento, porém, com valores diferentes, possibilitando a comparação entre eles.

Com o intuito de retratar melhor a realidade dos preços, foi utilizado o CUB/m², visto que se trata de um banco de dados nacionalmente usado em orçamentos públicos e privados. Os relatórios são disponibilizados pelo site da CBIC de maneira mensal, contendo dados referentes a cada estado do Brasil. Foram utilizados os relatórios da região norte do Paraná, onde se localizam as obras estudadas. Para uma análise mais assertiva, foi abordado um período iniciado antes do começo da pandemia, em dezembro de 2019 até dezembro de 2023 e maio de 2024.

Ao fim foi feita uma comparação dos dados coletados das diversas fontes com o Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) o qual mede as variações de preços que fazem parte do setor da construção civil na economia brasileira e por ele fazer parte do

cálculo do IGP-M, decidiu-se utilizá-los como parâmetros para verificar se os aumentos encontrados nos orçamentos estão coerentes com os indicadores econômicos brasileiros.

4.3 Projeto A; Pré-pandemia

Início da obra= 01/2019; Fim da obra= 02/2020.

Projeto= 626,30 m² médio-alto padrão.

Valor projetado= R\$ 2.195,00/m²; Valor realizado= R\$ 2.352,30/m² (+6,5%).

Total do investimento= R\$ 1.956.428,50.

Orçamentos totais

VALOR TOTAL MATERIAIS E OUTROS R\$ 910.000,00

VALOR TOTAL MÃO DE OBRA EMPREITA R\$ 550.000,00

VALOR TOTAL GESTÃO ADMINISTRATIVA E TECNICA R\$ 80.000,00

Desencaixes – Materiais

Figura 1 – Orçamento do projeto A.

	% CUSTO	PROJETADO	REALIZADO	SALDO
PROJETOS, ENCARGOS E DOCUMENTAÇÕES	2,0%	18.200,00	18.838,30	(638,30)
SERVIÇOS PRELIMINARES E OUTROS	3,0%	27.300,00	43.970,34	(16.670,34)
FUNDAÇÕES (ESTACAS E BALDRAMES)	8,0%	72.800,00	32.391,00	40.409,00
ESTRUTURA (PILARES E LAJES)	12,0%	109.200,00	97.804,64	11.395,36
ALVENARIA (FECHAMENTO E REBOCO)	5,0%	45.500,00	53.217,03	(7.717,03)
COBERTURAS	12,0%	109.200,00	115.144,19	(5.944,19)
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	3,0%	27.300,00	18.557,22	8.742,78
INSTALAÇÃO ELÉTRICA	4,0%	36.400,00	32.373,97	4.026,03
IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAMENTOS	1,0%	9.100,00	5.000,00	4.100,00
REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS	21,0%	191.100,00	282.860,50	(91.760,50)
ESQUADRIAS E VIDROS	10,0%	91.000,00	81.389,00	9.611,00
PINTURA	7,0%	63.700,00	57.085,96	6.614,04
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	2,0%	18.200,00	6.124,62	12.075,38
CUSTOS EXTRAS - PROJETO/ORÇAMENTO	10,0%	91.000,00	477.387,18	(386.387,18)

Fonte: Autor (2019).

4.4 Projeto B; Pandemia

Início da obra= 10/2020; Fim da obra= 10/2022.

Projeto= 512,45 m² médio-alto padrão.

Valor projetado= R\$ 2.506,74/m²; Valor realizado= R\$ 3.388,14/m² (+26%).

Total do investimento= R\$ 1.284.577,50.

Orçamentos totais

VALOR TOTAL MATERIAIS E OUTROS R\$ 860.917,50

VALOR TOTAL MÃO DE OBRA EMPREITA R\$ 343.340,00

VALOR TOTAL GESTÃO ADMINISTRATIVA E TECNICA R\$ 80.320,00

Desencaixes – Materiais

Figura 2 – Orçamento do projeto B.

	% CUSTO	PROJETADO	REALIZADO	SALDO
PROJETOS, ENCARGOS E DOCUMENTAÇÕES	10,0%	86.091,75	51.789,79	34.301,96
SERVIÇOS PRELIMINARES E OUTROS	3,0%	25.827,53	31.855,63	(6.028,11)
FUNDAÇÕES (ESTACAS E BALDRAMES)	7,0%	60.264,23	61.743,56	(1.479,33)
ESTRUTURA (PILARES, LAJE E PISCINA)	16,0%	137.746,80	165.069,52	(27.322,72)
ALVENARIA (FECHAMENTO, REBOCO E PISCINA)	6,0%	51.655,05	64.465,79	(12.810,74)
COBERTURAS	9,0%	77.482,58	179.318,60	(101.836,03)
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	6,0%	51.655,05	45.666,63	5.988,42
INSTALAÇÃO ELÉTRICA	7,0%	60.264,23	61.018,18	(753,95)
IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAMENTOS	1,0%	8.609,18	11.495,92	(2.886,75)
REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS (CASA E PISCINA)	16,0%	137.746,80	234.283,45	(96.536,65)
ESQUADRIAS E VIDROS	11,0%	94.700,93	109.685,20	(14.984,28)
PINTURA	6,0%	51.655,05	53.956,87	(2.301,82)
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	2,0%	17.218,35	12.136,28	5.082,07
CUSTOS EXTRAS - PROJETO			149.975,46	(149.975,46)

Fonte: Autor (2022).

4.5 Projeto C; Pandemia

Início da obra= 07/2021; Fim da obra= 10/2022.

Projeto= 240,26 m²; médio-alto padrão.

Valor projetado= R\$ 2.800,00/m²; Valor realizado= R\$ 3.890,00/m² (+28%).

Total do investimento= R\$ 672.728,00.

Orçamentos totais

VALOR TOTAL MATERIAIS E OUTROS	R\$ 412.998,00
VALOR TOTAL MÃO DE OBRA EMPREITA	R\$ 198.380,00
VALOR TOTAL GESTÃO ADMINISTRATIVA E TECNICA	R\$ 61.350,00

Desencaixes – Materiais

Figura 3 – Orçamento do projeto C.

	% CUSTO	PROJETADO		Total
PROJETOS, ENCARGOS E DOCUMENTAÇÕES	10,0%	41.299,80	19.551,34	41.299,80
SERVIÇOS PRELIMINARES E OUTROS	3,0%	12.389,94	13.783,92	12.389,94
FUNDAÇÕES (ESTACAS E BALDRAMES)	6,0%	24.779,88	25.522,96	28.909,86
ESTRUTURA (PILARES, LAJE E PISCINA)	19,0%	78.469,62	84.011,14	57.819,72
ALVENARIA (FECHAMENTO, REBOCO E PISCINA)	6,0%	24.779,88	35.765,27	24.779,88
COBERTURAS	7,0%	28.909,86	48.537,73	37.169,82
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	6,0%	24.779,88	22.813,77	24.779,88
INSTALAÇÃO ELÉTRICA	6,0%	24.779,88	37.087,54	28.909,86
IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAMENTOS	1,5%	6.194,97	14.649,10	6.194,97
REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS (CASA E PISCINA)	14,0%	57.819,72	156.342,78	74.339,64
ESQUADRIAS E VIDROS	11,0%	45.429,78	74.113,00	45.429,78
PINTURA	6,0%	24.779,88	54.387,22	24.779,88
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	4,5%	18.584,91	79.007,78	6.194,97
CUSTOS EXTRAS - PROJETO/ORÇAMENTO			269.889,10	-

Fonte: Autor (2022).

4.6 Projeto D; Pós-pandemia

Início da obra= 12/2022; Fim da obra= 12/2023.

Projeto= 378,00 m²; médio padrão.

Valor projetado= R\$ 2.801,00/m²; Valor realizado= R\$ 3.257,00/m² (+14%).

Total do investimento= R\$ 823.928,00.

Orçamentos totais

VALOR TOTAL MATERIAIS E OUTROS R\$ 488.400,00

VALOR TOTAL MÃO DE OBRA EMPREITA R\$ 245.000,00

VALOR TOTAL GESTÃO ADMINISTRATIVA E TECNICA R\$ 90.528,00

Desencaixes – Materiais

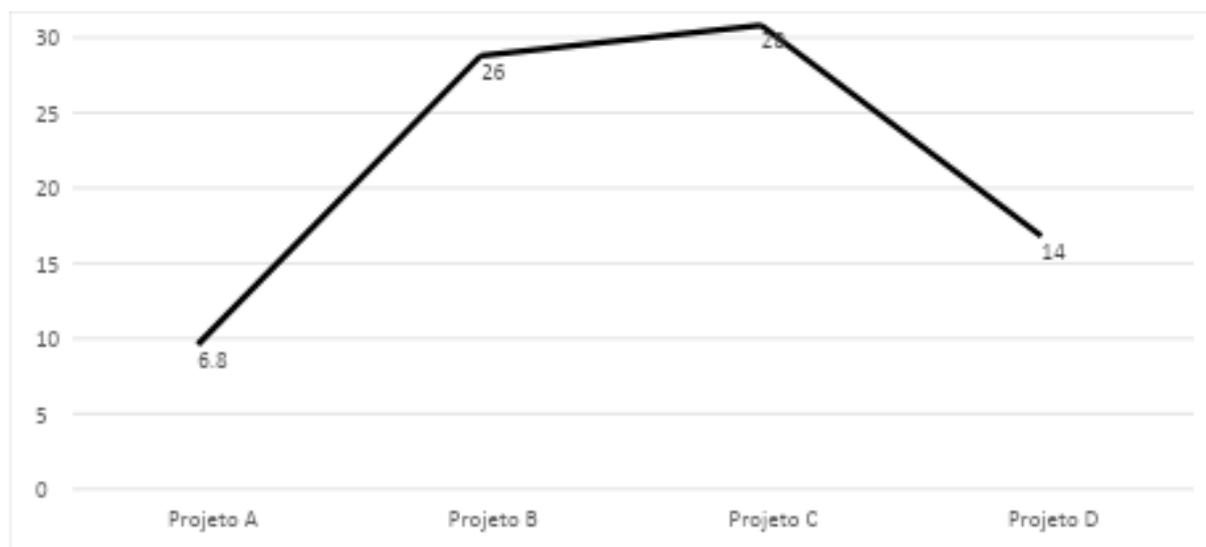
Figura 4 – Orçamento do projeto D.

	% CUSTO	PROJETADO	REALIZADO	SALDO
PROJETOS, ENCARGOS E DOCUMENTAÇÕES	9,0%	43.956,00	31.944,26	12.011,74
SERVIÇOS PRELIMINARES E OUTROS	5,0%	24.420,00	24.084,69	335,31
FUNDAÇÕES (ESTACAS E BALDRAMES)	9,0%	43.956,00	92.345,43	(48.389,43)
ESTRUTURA (PILARES E LAJES)	13,0%	63.492,00	95.976,59	(32.484,59)
ALVENARIA (FECHAMENTO E REBOCO)	4,5%	21.978,00	39.533,95	(17.555,95)
COBERTURAS	21,0%	102.564,00	129.666,51	(27.102,51)
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	3,0%	14.652,00	11.103,23	3.548,77
INSTALAÇÃO ELÉTRICA	4,0%	19.536,00	24.621,25	(5.085,25)
IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAMENTOS	1,0%	4.884,00	5.454,90	(570,90)
REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS	9,0%	43.956,00	147.462,50	(103.506,50)
ESQUADRIAS E VIDROS	13,0%	63.492,00	37.373,00	26.119,00
PINTURA	7,0%	34.188,00	49.947,70	(15.759,70)
SERVIÇOS COMPLEMENTARES	1,5%	7.326,00	42.442,10	(35.116,10)
CUSTOS EXTRAS - PROJETO/ORÇAMENTO			128.407,72	(128.407,72)

Fonte: Autor (2022).

4.7 Análise gráfica dos valores coletados

Gráfico 1 - Variação do valor projetado e do valor realizado, em porcentagem.



Fonte: Autor (2024).

O Gráfico 1 apresenta a variação do valor projetado e do valor realizado nas obras analisadas. Nota-se uma grande variação percentual entre o período pré pandemia (projeto A) e o início da pandemia (projeto B), seguida de uma leve estabilização durante o período de crise da covid-19 com os valores do projeto B e o projeto C e queda na variação percentual entre a pandemia (projeto C) e o pós pandemia (projeto D).

A partir das análises práticas, é possível afirmar que a pandemia impactou de maneira significativa no orçamento das obras, sofrendo um aumento abrupto nos períodos de crise por conta da falta de insumos e de mão de obra empreitada, entretanto é possível perceber um aumento também após os períodos de crise registrando que os impactos da pandemia estão presentes até os dias atuais. A variação entre o valor projetado e o valor realizado inicial e o mais baixo registrado, foi de aproximadamente 6,5%, ao final, atingia uma variação percentual de aproximadamente 14%, revelando um aumento de 115%.

4.8 Análise dos custos de construção padronizados entre 2020 e 2023

Nesta etapa foram avaliados estudos prévios dos Cadernos de Graduação de ciências exatas e tecnologias (ALBUQUERQUE, 2021). Em que primeiramente, foi escolhida uma residência padrão médio, com área construída igual a 228m², projetada por meio do software REVIT, contendo os projetos: arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário. As informações de quantidades e especificações, oriundas do REVIT, juntamente com as bases de dados do SINAPI e do ORSE, foram unidas no Excel para gerar um orçamento analítico para o projeto modelo. Para demonstração, adotaram-se os valores totais de cada etapa do orçamento.

4.8.1 Valores Pré-pandemia x Pós- pandemia

As informações de quantidades e especificações, oriundas do REVIT, juntamente com as bases de dados do SINAPI e do ORSE, foram coletadas para formar um orçamento analítico para o projeto modelo. Para demonstração, adotaram-se os valores totais de cada etapa do orçamento.

Na Tabela 1, pode-se observar o resultado obtido ao realizar o orçamento com os custos de referência em fevereiro de 2020. Na Tabela 2, pode-se observar o resultado obtido ao realizar o orçamento com os custos de referência em fevereiro de 2023.

Tabela 1 - Valores pré-pandemia.

Orçamento	Custos
Serviços Preliminares	R\$ 21.691,77
Infraestrutura	R\$ 34.989,17
Superestrutura	R\$ 61.132,80
Alvenaria	R\$ 25.278,60
Cobertura	R\$ 4.780,57
Esquadrias	R\$ 50.209,78
Instalações elétricas	R\$ 13.902,59
Instalações hidráulicas	R\$ 13.233,91
Revestimento	R\$ 64.998,18
Piso	R\$ 9.567,47
Pintura	R\$ 25.890,49
Serviços finais	R\$ 2.684,72
Total	R\$ 328.360,07

Fonte: Autor (2024).

Tabela 2 - Valores pós-pandemia.

Orçamento	Custos
Serviços Preliminares	R\$ 25.004,19
Infraestrutura	R\$ 43.487,87
Superestrutura	R\$ 80.879,31
Alvenaria	R\$ 29.637,15
Cobertura	R\$ 5.610,16
Esquadrias	R\$ 56.724,80
Instalações elétricas	R\$ 17.139,74
Instalações hidráulicas	R\$ 14.661,88
Revestimento	R\$ 75.268,94
Piso	R\$ 11.313,95
Pintura	R\$ 26.975,06
Serviços finais	R\$ 3.532,87
Total	R\$ 390.235,92

Fonte: Autor (2024).

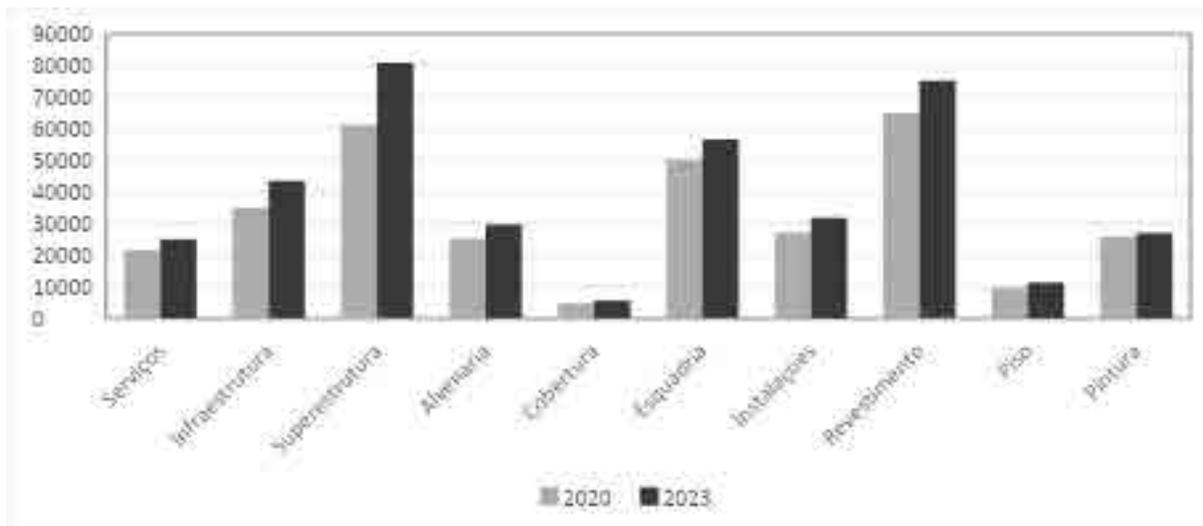
Para melhor visualização da comparação entre os orçamentos, foi produzida a Tabela 3, que calcula a diferença entre os custos encontrada e a porcentagem dessa variação.

Tabela 3 – Variação entre os valores pré e pós pandemia.

Orçamento	Diferença	Variação
Serviços Preliminares	R\$ 3.312,42	15,27%
Infraestrutura	R\$ 8.498,70	24,29%
Superestrutura	R\$ 19,746,51	32,30%
Alvenaria	R\$ 4.358,55	17,24%
Cobertura	R\$ 829,59	17,35%
Esquadrias	R\$ 6.515,02	12,98%
Instalações elétricas	R\$ 3.237,15	23%
Instalações hidráulicas	R\$ 1.427,97	10,79%
Revestimento	R\$ 10.270,76	15,80%
Piso	R\$ 1.746,48	18,25%
Pintura	R\$ 1.084,57	4,19%
Serviços finais	R\$ 569,15	31%
Total		18,9%

Fonte: Autor (2024).

Gráfico 2 - Comparação dos valores pré e pós pandemia, dos dados coletado pelo SINAP e ORSE.



Fonte: Autor (2024).

Pode-se notar que todas as etapas da construção sofreram alteração no preço para execução, desde aumentos muito altos, como os das superestruturas, devido aos aumentos consideráveis nos custos para produção e comercialização de cimento e aço, obtendo-se uma variação de 32,30% no preço dessa etapa. Por fim, nota-se que a diferença total do orçamento é de quase 77 mil, uma variação de 18,9%. O que só pode ser explicado pelo fato de ter ocorrido uma pandemia durante 2 anos, crise que impactou substancialmente no valor orçamentário dos projetos. Comprovando que foi necessário o reequilíbrio de diversos contratos, pois senão a realização dos projetos seria inviável.

4.9 Análise dos custos unitários básicos de construção – CBIC

Os valores abaixo referem-se aos custos calculados de acordo com a Lei Fed. Número 4.591 de 16/12/64 e com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 (ABNT).

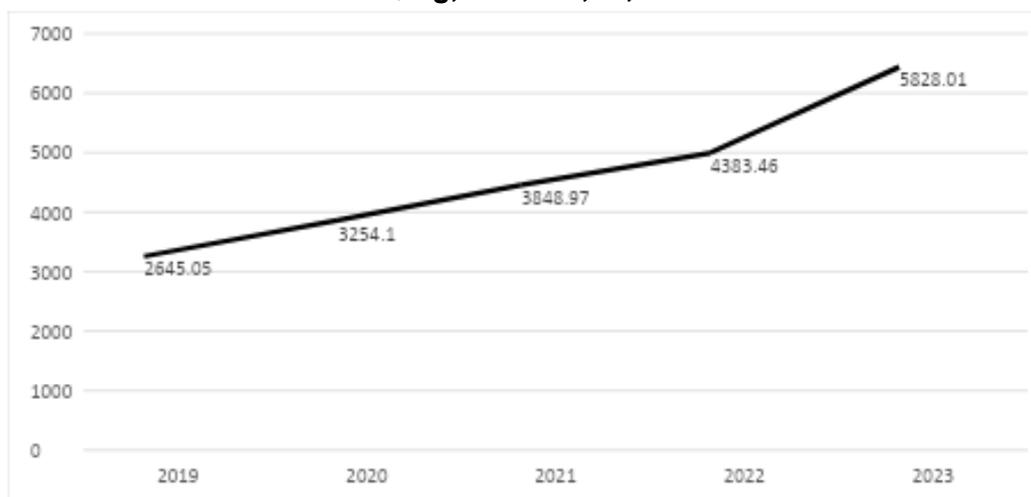
4.9.1 Evolução dos preços dos materiais entre 2019 e 2023 em R\$

Figura 5- Materiais selecionados pelo CBIC em 2023.

Materiais	2019	2020	2021	2022	2023
Chapa compensado plastificado 18 mm 2,20 x 1,10 m	27,58	29,02	71,12	71,10	64,33
Aço CA-50 ø 10 mm	4,07	5,77	7,90	8,24	7,20
Concreto fck=25 MPa abatimento 5±1cm,.br. 1 e 2 pré-dosado	275,50	303,65	347,61	438,09	444,40
Cimento CP-32 II	0,43	0,51	0,56	0,68	0,72
Areia média	68,75	72,55	80,87	109,33	119,70
Brita n° 02	56,75	70,30	77,46	99,64	127,20
Bloco cerâmico para alvenaria de vedação 9 cm x 19 cm x 19 cm	0,62	0,68	0,74	0,83	0,97
Bloco de concreto sem função estrutural 19 x 19 x 39 cm	2,90	3,07	3,90	4,45	6,32
Telha fibrocimento ondulada 6 mm 2,44 x 1,10 m	18,38	37,05	30,06	38,61	53,16
Porta interna semi-oca para pintura 0,60 x 2,10 m	107,50	172,90	167,10	228,00	261,74
Esquadria de correr tamanho 2,00 x 1,40 m, em 4 folhas (2 de correr), sem básculas, em alumínio anodizado cor natural, perfis da linha 25	366,38	562,45	618,52	615,66	729,00
Janela de correr tamanho 1,20 m x 1,20 m em 2 folhas, em perfil de chapa de ferro dobrada n° 20, com tratamento em fundo anticorrosivo	293,00	393,67	425,55	568,87	729,20
Fechadura para porta interna, tráfego moderado, tipo IV (55 mm), em ferro, acabamento cromado	49,67	61,99	74,50	89,46	106,63
Placa cerâmica (azulejo) de dimensão ~30 cm x 40 cm, PEI II, cor clara, imitando pedras naturais	31,10	24,57	29,36	40,57	50,88
Bancada de pia de mármore branco 2,00 m x 0,60 x 0,02 m	711,33	850,00	1.077,50	1.072,86	1.275,12
Placa de gesso liso 0,60 x 0,60 m	25,25	30,58	40,75	45,49	53,50
Vidro liso transparente 4 mm colocado com massa	145,00	121,67	158,04	171,03	222,67
Tinta látex PVA	13,54	12,94	14,40	24,01	32,47
Emulsão asfáltica impermeabilizante	10,77	11,49	16,82	17,26	24,63
Fio de cobre antichama, isolamento 750 V, # 2,5 mm²	0,80	1,78	2,00	2,30	1,96
Disjuntor tripolar 70 A	69,95	81,55	95,03	136,39	144,74
Bacia sanitária branca com caixa acoplada	225,10	257,21	304,27	383,56	420,38
Registro de pressão cromado ø 1/2"	44,08	41,57	49,27	52,58	60,23
Tubo de ferro galvanizado com costura ø 2 1/2"	56,85	72,73	106,62	101,97	96,54
Tubo de PVC-R rígido reforçado para esgoto ø 150 mm	36,75	34,40	49,03	62,50	65,32

Fonte: CUB/m² - ABNT (2023).

Gráfico 3 - Evoluo dos preços dos materiais entre dezembro de 2019 e 2023 em R\$/kg; unidade; m; m².



Fonte: Autor (2024).

O Gráfico 3 apresenta a variação de preço do conjunto de materiais selecionados pelo CBIC, no qual nota-se uma tendência de aumento do início ao fim da análise, com pequenas variações durante os meses de dezembro de cada ano. O preço inicial, e o mais baixo registrado, foi de aproximadamente R\$ 2645,00 da soma de cada metro cúbico, quilograma, unidade ou metro dos insumos selecionados de acordo com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 (ABNT) ao final, atingia seu valor mais elevado, de, aproximadamente R\$ 5828,01 da soma dos mesmos insumos, revelando um aumento de 54,6% no decorrer dos 48 meses.

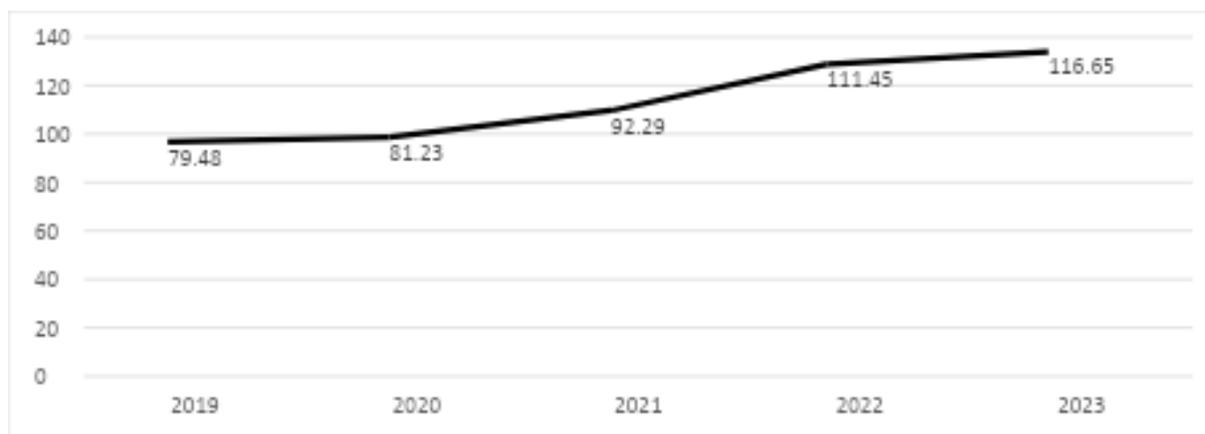
4.9.2 Evolução dos preços da mão de obra e empreita entre 2019 e 2023 em R\$

Tabela 4 - Valores de mão de obra e empreita entre 2019 e 2023.

h c/e	2019	2020	2021	2022	2023
Pedreiro	22,9	23,39	29,49	32,99	31,18
Servente	16,23	16,38	21,05	19,51	23,18
Engenheiro	32,68	41,46	41,75	59,45	62,29

Fonte: CUB/m² - ABNT (2023).

Gráfico 4 - Evolução dos preços da mão de obra entre dezembro de 2019 e 2023 em R\$/h.



Fonte: Autor (2024).

O Gráfico 4 apresenta a variação dos preços da mão de obra e empreita entre 2019 e 2023 coletadas de acordo com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 (ABNT), no qual nota-se uma tendência de aumento do início ao fim de coleta. O preço inicial foi de aproximadamente R\$ 79,41 cada hora trabalhada, ao final, atingia seu valor mais elevado, de aproximadamente R\$ 116,65, revelando um aumento de 46%.

4.9.3 Custos unitários básicos de construção (CUB/m²) de projetos padrões residenciais

Os valores abaixo correspondem aos Custos Unitários Básicos (CUB/m²) com a norma técnica NBR 12.721:2006 da Associação Brasileira de Normas Técnicas e são correspondentes aos meses de Janeiro dos respectivos anos: 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023.

Os valores são correspondentes aos custos médios da construção de projetos de alto padrão residencial em R\$/m². Na formação desses custos unitários básicos, não foram considerados que devem ser levados em conta na determinação dos valores por metro quadrado da construção, de acordo com as especificações correspondentes a cada caso particular como fundações, tirantes, rebaixamento de lençóis freáticos, elevadores, equipamentos e instalações como ar-condicionado, aquecedores, bombas de recalque entre outros, e outros serviços como projetos arquitetônicos e estruturais e impostos e taxas.

a. Tabela 5 – Valores de 2019 – Padrão Alto (R\$/m²).

R-1	2.239,54	0,25%
R-8	1.805,43	0,20%
R-16	1869,43	0,14%

b. Tabela 6 – Valores de 2020 – Padrão Alto (R\$/m²).

R-1	2.346,16	0,20%
R-8	1.898,81	0,26%
R-16	1978,88	0,56%

c. Tabela 7 – Valores de 2021 – Padrão Alto (R\$/m²).

R-1	2.504,88	1,21%
R-8	2.072,53	1,33%
R-16	2.166,16	0,92%

d. Tabela 8 – Valores de 2022 – Padrão Alto (R\$/m²).

R-1	2.998,44	0,95%
R-8	2.438,51	0,60%
R-16	2.483,36	0,04%

e. Tabela 9 – Valores de 2023 – Padrão Alto (R\$/m²).

R-1	3.337,36	0,45%
R-8	2.698,69	0,19%

R-16	2.757,50	-0,01 %
------	----------	---------

f. **Tabela 10 – Valores de 2024 – Padrão Alto (R\$/m²).**

R-1	3.447,72	-0,02%
R-8	2.795,52	0,19%
R-16	2.838,50	-0,05%

Fonte: CBIC (2024)

Foi realizada também uma coleta dos dados orçamentários realizada através da base de dados da CBIC. Os dados coletados se referem ao período de 2019 a 2024, que analisam os valores em R\$ por m² de construções residenciais de alto padrão:

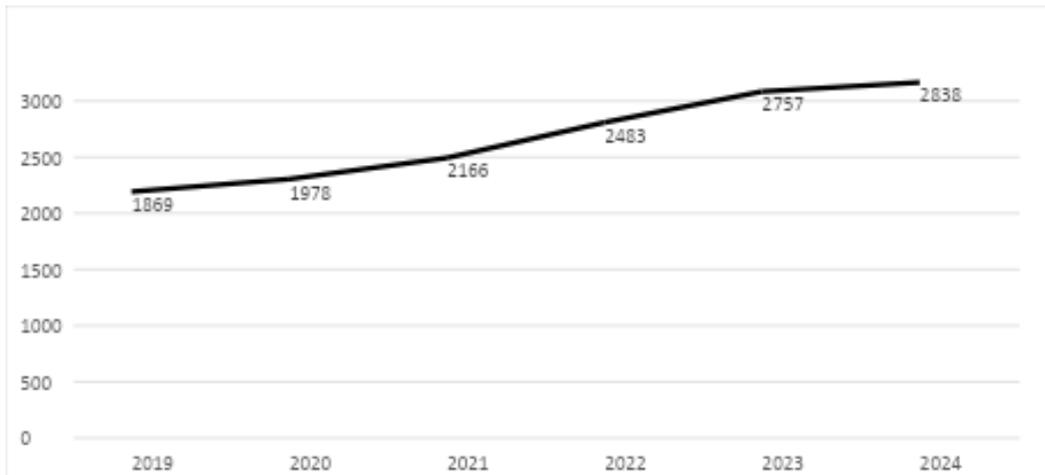
R-1 Residência multifamiliar padrão alto: 1 pavimento, dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel).

R-8 Residência multifamiliar, padrão alto: Garagem, pilotis e oito pavimentos-tipo. Garagem: Escada, elevadores, 48 vagas de garagem cobertas, cômodo de lixo, depósito e instalação sanitária. Pilotis: Escada, elevadores, hall de entrada, salão festas, salão de jogos, copa, 2 banheiros, central gás e guarita. Pavimento: Halls de circulação, escada, elevadores e 2 apartamentos por andar, com 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda.

R-16 Residência multifamiliar, padrão alto: Garagem, pilotis e 16 pavimentos-tipo. Garagem: Escada, elevadores, 96 vagas de garagem cobertas, cômodo de lixo, depósito e instalação sanitária. Pilotis: Escada, elevadores, hall de entrada, salão de festas, salão de jogos, copa, 2 banheiros, central de gás e guarita Halls de circulação, escada, elevadores e 2 apartamentos por andar, com 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda.

As residências estudadas neste trabalho são pertencentes ao grupo R-16, grupo em que é possível analisar uma mudança significativa dos valores ao longo do período dos dados coletados. Como é possível ser analisado no gráfico 5, no qual nota-se uma tendência de aumento do início ao fim da análise, com pequenas variações durante os anos. O preço inicial, e o mais baixo registrado, foi de aproximadamente R\$ 1869,43 da soma de cada metro quadrado, ao final, atingia seu valor mais elevado, de, aproximadamente R\$ 2838,50 da soma dos mesmos insumos, revelando um aumento de aproximadamente 36% do valor do m² construído.

Gráfico 5 - R\$/m² de R-16 entre 2019 e 2024.



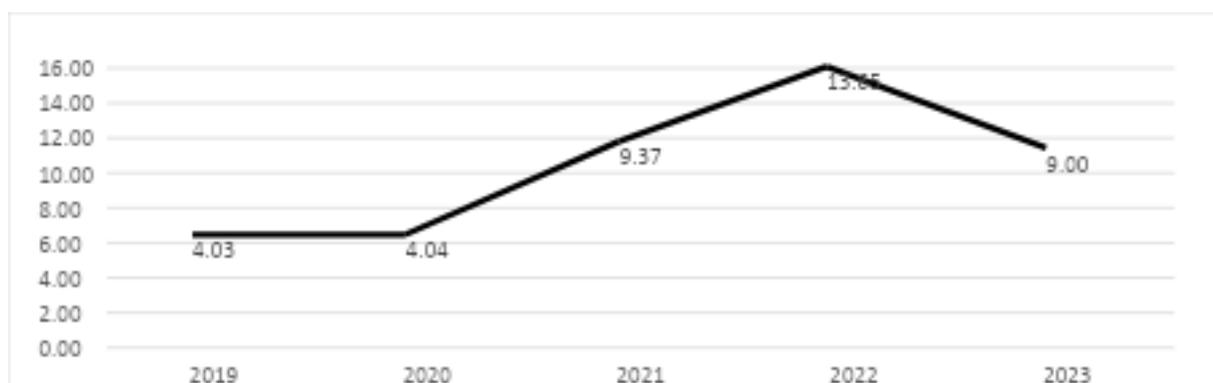
Fonte: CUB/m² (2024).

4.10 Comparação com os índices da construção civil: INCC e IGP-M

O Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) mede as variações de preços que fazem parte do setor da construção civil na economia brasileira. Este índice é medido pelo Instituto de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV/IBRE). O INCC é considerado o índice oficial de custos da construção civil no país. Para sua elaboração, são levantados valores, considerando quatro fatores: materiais, equipamentos, serviços e mão de obra. Já o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) serve para medir o movimento dos preços de forma geral.

Para ser calculado, ele leva em consideração vários outros índices, inclusive o INCC; por esse motivo, ele pode ser considerado um indicador macroeconômico também é calculado pela FGV. Pela importância do INCC para a construção civil e por ele fazer parte do cálculo do IGP-M, decidiu-se utilizá-los como parâmetros para verificar se os aumentos encontrados nos orçamentos estão coerentes com os indicadores econômicos brasileiros.

Gráfico 6 - INCC-M acumulado nos últimos 5 anos.

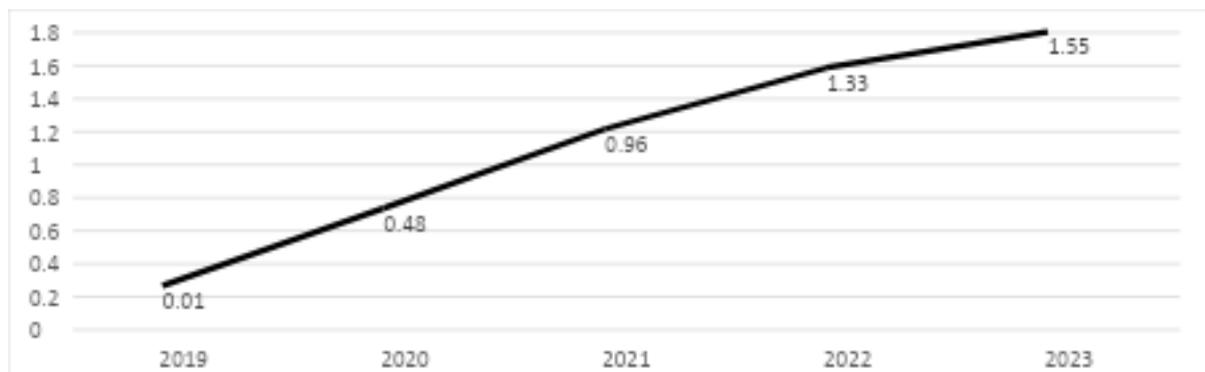


Fonte: INCC – FGV (2024)

Observa-se que o INCC acumulado, em que apresentou uma elevação quase que constante desde o início da pandemia em 2020 e o fim da pandemia em 2022, apesar de ter tido uma significativa redução em 2023 com o fim da Pandemia, o INCC em 2023 se

mostrou mais elevado que no período pré pandemia, evidenciando que a crise econômica global da covid-19 tem impactos até no período pós pandêmico atual.

Gráfico 7 - Variação do IGP-M acumulado nos últimos 5 anos.



Fonte: IGP-M (2024)

Tendo estes dois índices como parâmetro, considerando o mesmo período utilizado para a realização do orçamento e das comparações, percebe-se que a variação do orçamento de 2023 do IGP-M é superior ao INCC. Porém, é possível perceber um crescimento constante entre 2019 e 2022 nos dois índices tanto no INCC e no IGP-M.

Comparando os dados coletados nos índices com os dados coletados dos valores das obras e insumos nos passos anteriores, percebe-se que a variação de 54,6% dos insumos e 46% do valor dos serviços são superiores ao INCC e ao IGP-M. Entretanto se for analisado a variação do valor do orçamento das obras entre 2019 e 2023, é possível perceber uma variação semelhante de crescimento constante entre 2019 e 2022 e uma acentuada queda em 2023, mas ainda mantendo seus valores elevados em comparação ao período pré-pandemia (os dados coletados em 2019).

Portanto, considerando um cenário, levando em conta somente os materiais, os preços subiram muito mais que os índices. Porém, em um cenário, levando em conta o orçamento, o preço condiz com o INCC, porém, não acompanha o IGP-M.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Após a comparação dos orçamentos analíticos coletados nos períodos em que a pesquisa foi realizada, observou-se que houve uma grande diferença em seus custos finais após a pandemia, como foi possível perceber na primeira etapa do estudo de campo das quatro obras coletadas, em que os orçamentos sofreram um aumento abrupto nos períodos de crise por conta da falta de insumos e de mão de obra empreita. Entretanto, é possível perceber um aumento também após os períodos de crise registrando que os impactos da pandemia estão presentes até os dias atuais. A variação entre o valor projetado e o valor realizado inicial e o mais baixo registrado, foi de aproximadamente 6,5%, ao final, atingia uma variação percentual de aproximadamente 14%, revelando um aumento significativo no valor das obras.

Além disso as obras executadas de forma padronizadas no REVIT, juntamente com os valores dos insumos e serviços disponibilizados pelo CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) permitiram que fosse feito um estudo sobre os impactos da pandemia no valor dos insumos e serviços essenciais para a construção civil. Foi analisado

um aumento de 54% no valor dos mesmos materiais e 46% no valor dos serviços entre 2019 e 2023.

Somando-se a isso, as análises feitas por meio das comparações do CUB/m² - CBIC indicam um aumento da variação do custo de obra em R\$/m² de construções residenciais de alto padrão de 35% entre 2019 e 2023. Uma alteração de 1869,43 (R-16/2019) para 2.757,50 (R-16/2023) em R\$/m².

Por fim, tomando os índices INCC e IGP-M como parâmetros para análise dos aumentos dos preços, foi possível concluir que a pandemia foi o fator primordial para o aumento dos preços na construção civil. Dessa forma, esses aumentos durante a pandemia impactaram de maneira substancial a economia, sendo possível perceber esse aumento até os dias atuais, mesmo após uma significativa estabilização após o fim do período de crise, os preços de custo para a realização de um projeto hoje são muito mais elevados que os custos em 2019.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, D. L. S.; SALGUEIRO, T. L. T.; CAVALCANTE, J. R. D. Análise comparativa entre os preços na construção civil pré- e pós-pandemia, out. 2021. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/10337/4745>. Acesso em: mai. 2024.

ANDRADE, A. C.; SOUZA, U E. L. Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento. SIMPÓSIO. 2003. Acesso em: mai. 2024.

BRASIL, Opas. OMS declara emergência de saúde pública de importância internacional por surto de novo coronavírus. OPAS/OMS Brasil, 2020. Acesso em: mai. 2024.

CBIC, Informativo Econômico. Disponível em: <https://cbic.org.br/estudos/>. Acesso em: mai. 2024.

COLARES, A. C. V.; GOUVÊA, D. A. P.; COSTA, J. S., Impactos da pandemia da COVID-19 no setor de construção civil. Percurso Acadêmico · Dezembro de 2021 – Universidade Federal de Minas Gerais. Acesso em: mai. 2024.

CUNHA, G. C. A importância do setor de construção civil para o desenvolvimento da economia brasileira e as alternativas complementares para o Funding do crédito imobiliário no Brasil. 2012– Universidade Federal do Rio de Janeiro. Acesso em: mai. 2024

FGV. Fundação Getúlio Vargas. 2020. Disponível em: < <https://portalibre.fgv.br/incc>>. Acesso em: mai. 2024.

GOLDMAN, P. Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil. São Paulo: Pini, 2004. Acesso em: mai. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. Índice Nacional de Custo da Construção. FGV/IBRE, 2020. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/incc>. Acesso em: mai. 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. IBGE. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-depesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: mai. 2024

JESUS, C. R. M; BARROS, M. M. S. B. Custos e Orçamentos na Construção Civil. 2008. Tese (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Acesso em: mai. 2024.

LIMA, J. L. P. Custos na construção civil. 2000. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2000. Acesso em: mai. 2024.

LUNARDELLI, P. Indústria da construção: como está o cenário e quais os impactos da pandemia. SIENGE, 2021. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/industria-daconstrucao-impactos-da-pandemia/>. Acesso em: mai. 2024

MARTINS, J.C. Durante pandemia, 95% das empresas tiveram aumento no custo do cimento. Disponível em: <https://cbic.org.br/durante-pandemia-95-das-construtoras-tiveram-aumento-no-preco-do-cimento> . Acesso em: mai. 2024

MATTEI, L.; HEINEN, V. L. Impactos da crise da covid-19 no mercado de trabalho brasileiro. Brazilian Journal of Political Economy, 2020. Acesso em: mai. 2024

MATTOS, A. D. Como preparar orçamento de obras. São Paulo: Pini, 2007. Acesso em: mai. 2024.

OBINO, L. O pós-pandemia da construção civil. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/o-pos-pandemia-da-construcao-civil/>. Acesso em: mai. 2024

OMS. Organização Mundial de Saúde. Genebra: OMS, 2020. Acesso em: mai. 2024

PEREIRA, L. L.; AZEVEDO, B. F. O Impacto da Pandemia na Construção Civil: O papel da gestão no cenário atual. Boletim do Gerenciamento. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/519>. Acesso em: mai. 2024

REFKALEFSKY, I. G. Construção Civil e a Pandemia de Covid-19: Análise dos Impactos Nos Empreendimentos Imobiliários. Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Acesso em: mai. 2024

SENHORAS, E. M. Impactos Econômicos Da Pandemia Da Covid-19. Boa Vista: Editora da UFRR, 2020. Acesso em: mai. 2024

TAVARES, J.P., Custo dos materiais de construção subiu até 80% no último ano. Disponível em: <http://rioverdeempresas.stgnews.com.br/custo-dos-materiaisde-construcao-subiu-ate-80-no-ultimo-ano>, Acesso em: mai. 2024

TISAKA, M. Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2007. Acesso em: mai. 2024.

TORRES, G. Construção civil na economia brasileira: participação e importância. SIENGE, 2022. Disponível em:
<https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-na-economia-brasileira/>. Acesso em: mai. 2024

VASCONCELOS, I, Bate recorde aumento no custo com materiais e equipamentos da construção. Disponível em:
<https://cbic.org.br/bate-recorde-aumento-no-custocom-materiais-e-equipamentos-da-construcao>, Acesso em: mai. 2024

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO DE LONDRINA – PR

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO DE LONDRINA – PR

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades que mais gera resíduos sólidos no mundo. O descarte inadequado desses materiais pode causar danos significativos ao meio ambiente e à saúde pública. Entre os impactos ambientais, destacam-se a contaminação do solo e da água, além da contribuição para a poluição do ar. No âmbito da saúde pública, a má gestão desses resíduos pode resultar em vetores de doenças e em acidentes urbanos.

Na região de Londrina-PR, o cenário não é diferente, e a gestão dos resíduos da construção civil é um desafio constante. É essencial que o descarte desses materiais seja realizado de maneira correta e responsável, conforme as diretrizes legais e técnicas estabelecidas.

Este artigo tem como principal objetivo discutir a importância da destinação correta dos materiais da construção civil na região de Londrina-PR. Além disso, aborda o que a legislação vigente diz sobre o assunto e apresenta métodos para realizar o descarte adequado, de acordo com as diferentes classes de resíduos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

- Este estudo tem como objetivo geral analisar a situação atual do descarte de materiais da construção civil em Londrina, avaliando as consequências ambientais e de saúde pública que surgem do manejo inadequado desses resíduos.

2.2. Objetivos específicos:

- Mapear a legislação vigente sobre o descarte de resíduos da construção civil e examinar sua efetiva aplicação na cidade de Londrina.
- Identificar as diferentes classes de resíduos produzidos e a destinação correta para o descarte e reciclagem de cada categoria.
- Promover a conscientização sobre a importância do descarte correto, enfatizando as responsabilidades dos geradores de resíduos e das autoridades locais.

3. DELIMITAÇÕES

A pesquisa será focada exclusivamente na região de Londrina-PR, não abrangendo outras cidades ou estados. O estudo considerará dados e práticas de descarte de resíduos da construção civil coletados no ano de 2024. Serão utilizados métodos qualitativos e quantitativos para a análise, incluindo dados secundários de pesquisas anteriores, análise de dados estatísticos e pesquisas bibliográficas. O artigo se limitará a discutir as legislações locais e normativas brasileiras pertinentes ao tema, sem entrar em detalhes de legislações internacionais. As soluções e propostas apresentadas serão viáveis e aplicáveis dentro do contexto econômico e social de Londrina. O foco estará nos geradores de resíduos da construção civil, como empresas e construtores, excluindo análises sobre o comportamento individual dos consumidores.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para atingir os objetivos, optou-se por uma abordagem metodológica que incorporou uma revisão bibliográfica em livros de autores especializados no tema, bem como uma análise das legislações locais e federais pertinentes. Além disso, foram coletados dados de pesquisas anteriores e relatórios de órgãos relevantes para obter uma visão abrangente sobre a gestão de resíduos na região.

4.1. Revisão Bibliográfica:

Objetivo: Revisar a legislação brasileira e local sobre a gestão de resíduos da construção civil, bem como as práticas recomendadas.

Fontes: Foram consultados livros especializados, artigos acadêmicos e sites de legislação local e federal, como o site da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Prefeitura Municipal de Londrina. Segundo Souza (2020), a consulta a múltiplas fontes é essencial para obter uma compreensão abrangente do tema.

Critérios de Seleção: Foram incluídos materiais publicados nos últimos dez anos, focando em documentos que tratam especificamente da gestão de resíduos da construção civil e das diretrizes legais aplicáveis. Como apontado por Lima (2019), a seleção criteriosa das fontes garante a relevância e atualidade dos dados.

4.2. Coleta de Dados Secundários:

Objetivo: Obter insights práticos e dados empíricos sobre a geração e destinação final dos resíduos da construção civil na região de Londrina.

Fontes: Foram utilizados dados de relatórios e estudos anteriores conduzidos por órgãos reguladores, universidades e institutos de pesquisa. A análise de dados secundários, conforme recomendado por Marconi e Lakatos (2017), permite uma exploração aprofundada das práticas atuais, desafios enfrentados e soluções adotadas para a gestão de resíduos.

Método: Os dados foram coletados de fontes secundárias, incluindo relatórios públicos e estudos acadêmicos disponíveis em bases de dados relevantes. Esses dados foram então organizados e analisados comparativamente para identificar padrões, divergências e temas recorrentes em relação às práticas de gestão de resíduos da construção civil. A abordagem permitiu uma compreensão detalhada das práticas atuais e dos desafios na região, complementando a revisão bibliográfica realizada previamente.

4.3. Procedimentos:

Coleta de Dados: A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa nas bases de dados selecionadas e análise de relatórios públicos e estudos acadêmicos.

Análise de Dados: Os dados coletados foram organizados e analisados de forma comparativa. Os resultados das análises secundárias foram comparados com os achados da revisão bibliográfica para identificar padrões, divergências e temas recorrentes.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

5.1. A importância do descarte correto dos materiais de construção

O descarte correto dos materiais de construção é uma questão crucial para a preservação do meio ambiente e da saúde pública.

Materiais como tijolos, concreto, madeira e metais podem levar centenas de anos para se decompor na natureza, causando impactos negativos no solo, na água e no ar. Além disso, o descarte inadequado desses materiais pode gerar acidentes e doenças, como a leptospirose, que é transmitida pela urina de ratos. A decomposição lenta desses materiais pode contaminar o solo e a água, afetando a vida vegetal e animal.

Outro ponto a ser considerado: a queima de materiais como madeira e plástico pode liberar substâncias tóxicas no ar, prejudicando a qualidade do ar e a saúde respiratória das pessoas.

Também podemos listar o acúmulo de entulho em terrenos baldios que pode atrair animais como ratos, aumentando o risco de transmissão de doenças como a leptospirose.

Portanto, é fundamental que os materiais de construção sejam descartados corretamente, seguindo as normas e regulamentações locais. Isso inclui separar os materiais recicláveis dos não recicláveis, evitar o descarte em locais inadequados, como terrenos baldios ou corpos d'água, e utilizar serviços de coleta e reciclagem de entulho quando disponíveis.

Por isso, é importante que os profissionais da construção civil estejam cientes dos impactos ambientais e de saúde associados ao descarte inadequado de materiais de construção, e que adotem práticas sustentáveis em suas atividades, como a reutilização de materiais, a redução do desperdício e o uso de materiais mais sustentáveis.

5.2. O que diz a lei sobre o descarte de materiais de construção?

A legislação brasileira estabelece claramente as responsabilidades de diversos agentes no processo de gerenciamento de resíduos da construção civil. Essas responsabilidades estão distribuídas entre os geradores de resíduos, o poder público e as empresas de coleta e tratamento. A seguir, seguem as atribuições de cada um conforme as principais diretrizes legais:

5.2.1 Resolução CONAMA 307/2002

A Resolução CONAMA 307/2002 é um dos principais marcos regulatórios no Brasil sobre a gestão de resíduos da construção civil. Segundo essa resolução, as responsabilidades são divididas da seguinte forma:

- Geradores de Resíduos:
- Responsabilidade:

Os geradores, incluindo construtores, empreiteiros e prestadores de serviços, são responsáveis por realizar a segregação dos resíduos na fonte, armazená-los de forma adequada e garantir que sejam transportados para locais apropriados de reciclagem ou disposição final.

Obrigações Específicas:

- Segregar os resíduos conforme as classes A, B, C e D.
- Contratar empresas especializadas e licenciadas para o transporte e disposição dos resíduos.
- Manter registros de geração, transporte e destinação final dos resíduos.
- Poder Público Municipal:
- Responsabilidade:

As prefeituras devem elaborar, implantar e monitorar os planos de gerenciamento de resíduos da construção civil, criando as infraestruturas necessárias para a coleta, tratamento e disposição final adequada desses materiais.

Obrigações Específicas:

- Implementar áreas de transbordo e triagem (ATT) e unidades de reciclagem.
- Fiscalizar o cumprimento das normas por parte dos geradores e transportadores de resíduos.
- Promover campanhas de conscientização e educação ambiental para a população e os profissionais da construção civil.

Empresas de Coleta e Tratamento de Resíduos:

Responsabilidade: As empresas contratadas para a coleta e tratamento dos resíduos devem possuir licenças ambientais válidas e operar conforme as regulamentações vigentes.

Obrigações Específicas:

- Transportar os resíduos de maneira segura e conforme as normas de trânsito e ambientais.
- Destinar os resíduos para locais licenciados, como usinas de reciclagem ou aterros específicos.
- Manter registros detalhados das operações de coleta, transporte e destinação final dos resíduos.

5.2.2. Legislação Municipal de Londrina

A legislação municipal de Londrina complementa as diretrizes federais, especificando normas e responsabilidades locais para a gestão dos resíduos da construção civil. A Lei Municipal nº 11.468/2012 é um exemplo de como essas diretrizes são implementadas na cidade:

Geradores de Resíduos:

- Devem seguir os mesmos princípios de segregação e destinação adequada dos resíduos conforme a Resolução CONAMA 307/2002.
- São obrigados a utilizar os serviços municipais ou contratar empresas licenciadas para a coleta e destinação dos resíduos.

Prefeitura de Londrina:

- A Secretaria de Meio Ambiente e a Secretaria de Obras são responsáveis por regulamentar, fiscalizar e gerenciar os resíduos da construção civil na cidade.
- Implementação de programas como o "Recicla Londrina" e áreas de transbordo e triagem para facilitar a destinação adequada dos resíduos.
- Realização de campanhas educativas para conscientizar a população e os profissionais da construção sobre a importância da gestão adequada dos resíduos.

Empresas de Coleta e Reciclagem:

- Devem operar com licenças válidas e seguir as normas municipais e federais para a coleta, transporte e destinação dos resíduos.
- Participação em programas municipais para a reciclagem e reutilização de materiais de construção.

5.3. Exemplos Locais de Implementação

Recicla Londrina: Este programa municipal incentiva a reciclagem de resíduos da construção civil, oferecendo pontos de coleta em diversos bairros. Os materiais coletados são encaminhados para empresas de reciclagem.

Área de Transbordo e Triagem (ATT): Estruturas que recebem resíduos da construção civil para triagem e destinação adequada. Essas áreas são licenciadas e operam de acordo com as normas ambientais.

Empresas Licenciadas: Empresas como Eco ponto Londrina e Construrec são exemplos de entidades que oferecem serviços de coleta e reciclagem, alinhadas com a legislação municipal.

A correta destinação dos resíduos da construção civil é uma responsabilidade compartilhada que envolve rigoroso cumprimento das normas legais e cooperação entre geradores, poder público e empresas especializadas. Em Londrina, essas práticas são facilitadas por uma legislação local que complementa as diretrizes federais, assegurando uma gestão eficiente e sustentável dos resíduos.

5.4. Tipos de resíduos da construção civil:

- Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como tijolos, concreto, madeira e metais. Devem ser destinados à reciclagem ou reutilização.
- Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações, como plásticos, papelão e gesso. Devem ser destinados à reciclagem ou reutilização.
- Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou reutilização. Devem ser destinados à disposição final em aterros específicos.
- Classe D: Resíduos perigosos, como tintas, solventes e produtos químicos. Devem ser destinados à disposição final em aterros específicos.

5.5. Como fazer o descarte correto de material de construção:

Considerando todos esses fatores, é fundamental realizar o descarte de forma correta conforme os passos abaixo:

- Separe os resíduos por classe: O primeiro passo para fazer o descarte correto de material de construção é separar os resíduos por classe. Isso facilita o manejo e a destinação adequada dos materiais.
- Encaminhe os resíduos para reciclagem ou reutilização: Os resíduos das classes A e B devem ser encaminhados para reciclagem ou reutilização. Existem empresas especializadas na coleta e reciclagem desses materiais.
- Destine os resíduos das classes C e D para aterros específicos: Os resíduos das classes C e D devem ser destinados à disposição final em aterros específicos, que possuam licença ambiental para receber esse tipo de material.
- Utilize caçambas adequadas para o transporte dos resíduos: O transporte dos resíduos deve ser feito em caçambas adequadas, que evitem o derramamento dos materiais durante o deslocamento.
- Contrate empresas especializadas para o descarte de resíduos perigosos: Os resíduos perigosos, como tintas e solventes, devem ser descartados por empresas especializadas, que possuam licença ambiental para realizar esse tipo de atividade.

6. CONCLUSÃO

O descarte correto de materiais de construção é fundamental para a preservação do meio ambiente e da saúde pública. É importante separar os resíduos por classe, encaminhar os materiais recicláveis para reciclagem ou reutilização, destinar os resíduos das classes C e D para aterros específicos, utilizar caçambas adequadas para o transporte dos materiais e contratar empresas especializadas para o descarte de resíduos perigosos. Dessa forma, é possível garantir que o descarte seja feito de maneira responsável e sustentável.

Em Londrina, a gestão de resíduos da construção civil é relativamente bem organizada, com programas como o Recicla Londrina e as Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), que facilitam a destinação adequada dos resíduos. No entanto, ainda é necessário investir em políticas de conscientização para que mais pessoas estejam cientes da importância do descarte correto e participem ativamente dessas iniciativas. Aumentar a divulgação e a educação ambiental pode aprimorar ainda mais a eficiência do sistema de gestão de resíduos na cidade, promovendo uma comunidade mais sustentável e responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br>>. Acesso em: 05 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agenda-ambiental-urbana/residuos-solidos/legislacao>>. Acesso em: 05 jun. 2024.

BRASIL. Prefeitura Municipal de Londrina. Disponível em: <<http://www.londrina.pr.gov.br/>>. Acesso em: 05 jun. 2024.

LIMA, R. P. Gestão Ambiental: Práticas e Perspectivas. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2019.
MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 2017.

SOUZA, A. B. Gestão de Resíduos Sólidos: Uma Abordagem Sistêmica. Curitiba: Editora CRV, 2020.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS PARA ENGENHARIA CIVIL

FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS PARA ENGENHARIA CIVIL

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil está em constante evolução, impulsionada por avanços tecnológicos que visam melhorar a eficiência, a precisão e a interação entre projetos, desde a concepção até a execução das construções.

Entre as principais tecnologias emergentes, podemos destacar a modelagem com conceito BIM, a crescente utilização de Drones, Realidade Virtual (RV ou VR – Virtual Reality), Realidade Aumentada (RA ou AR – Augmented Reality) e a Realidade Mista (RM ou MR – Mixed Reality).

A metodologia BIM (Building Information Model ou Modelo de Informação da Construção) é um novo conceito para o desenvolvimento de projetos, sucessora do CAD (Computer-Aided Design ou Desenho Assistido por Computador), onde não são apenas linhas desenhadas, como em uma prancheta digital, mas são modelos completos, tridimensionais e parametrizados, com informações relevantes embutidas em cada elemento, como sua área, peso, materiais, quantidades, camadas e espessuras, fabricantes, números de série, entre outras informações.

A modelagem BIM é associada à interoperabilidade e compartilhamento de informação. Permite representar, de maneira consistente e coordenada, todas as informações e etapas de um edifício: do estudo preliminar à demolição (Leão, 2013).

Os Drones estão se popularizando cada vez mais no ramo da construção civil. Através deles, podemos realizar vistorias em terrenos e lugares de difícil acesso sem correr riscos, de forma rápida e muito prática, auxiliam no acompanhamento de obras, inspeções de grandes áreas e colaboram na elaboração de relatórios e laudos periciais.

Utilizando dispositivos tecnológicos como, Headsets ou capacetes de imersão, a Realidade Virtual é capaz de transportar os usuários para ambientes digitais tridimensionais realistas, permitindo uma imersão completa dentro dos mesmos, oferecendo interação total na determinação dos layouts e também a manipulação dos ambientes e objetos virtuais. Auxiliam na demonstração de detalhes estruturais e construtivos, na compatibilização dos projetos arquitetônicos com os complementares, facilitando a visualização de erros e interferências entre eles, evitando retrabalhos e diminuindo custos, antes mesmo de iniciar a obra.

Contudo, disponível em equipamentos convencionais como, smartphones e Tablets, a Realidade Aumentada contribui muito com a engenharia e a construção civil, pois, proporcionam a sobreposição de elementos digitais com ambientes físicos reais, em tempo real. Fornecem a visualização e instruções pertinentes aos projetos em campo, ajudando no entendimento e nas execuções em todas as fases e etapas das construções, desde a terraplenagem, detalhamentos de montagens e acabamentos finais, até futuras manutenções dos empreendimentos.

Ao unir estas duas tecnologias, o melhor entre elas, surge a Realidade Mista, a qual, através de equipamentos especiais, de forma extremamente imersiva, permite a visualização e interação com os projetos e elementos virtuais, em campo, em tempo e escala reais.

2. OBJETIVO

Este artigo visa demonstrar o real potencial dessas tecnologias para engenharia e o ramo da construção civil, destacando suas aplicações práticas, benefícios e desafios. Contudo, busca-se fornecer uma visão integrativa das contribuições dessas ferramentas para a otimização de projetos, execuções, acompanhamento de obras e também processos na área da engenharia e da construção civil. Auxiliando na diminuição de retrabalhos, tanto no escritório como em campo, melhorando a eficiência dos projetos e das construções, e consequentemente, elevando a qualidade e diminuindo custos operacionais. Contudo, permitem maior integração e colaboração entre todos envolvidos e proporcionam a personalização de cada projeto.

3. DELIMITAÇÕES

Demonstração do potencial das ferramentas tecnológicas inovadoras para engenharia civil, como auxiliam e otimizam em todas as fases de um projeto dentro do ramo da construção civil. Desde a ideia, a concepção dos projetos, acompanhamento das obras, manutenções preventivas e corretivas e até mesmo com a apresentação e venda dos futuros empreendimentos.

4. MÉTODO DE PESQUISA

Este presente artigo foi estruturado utilizando referências de plataformas acadêmicas, artigos, teses, TCCs e pesquisas bibliográficas, além do embasamento técnico adquirido ao longo de seis anos de experiência já trabalhando com estas tecnologias e ferramentas, implementadas em meu escritório de Arquitetura e Engenharia desde 2018.

Para iniciar, selecionei os artigos e TCCs mais relevantes, encontrados na plataforma acadêmica do Google, tendo como foco nas buscas, tecnologias emergentes para engenharia e construção civil. Nestas pesquisas deparei-me com citações de livros bem interessantes, que me levaram a analisar e usufrui de algumas delas.

Para realização deste trabalho foi utilizado o método de pesquisa bibliográfica descritiva qualitativa, visando demonstrar e exemplificar algumas das mais novas ferramentas e tecnologias disponíveis hoje, como podem agregar e agilizar todos os processos envolvidos, desde a concepção dos projetos, às execuções e acompanhamento de obras, entregas de empreendimentos e também nas manutenções de sistemas hidráulicos, elétricos, fotovoltaicos, entre outras diversas aplicações.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Modelos BIM são considerados a evolução do sistema CAD, possuem todas as informações e histórico de cada modelagem, parametrizadas e tridimensionais. Sendo assim, deixam de ser apenas linhas e transformam-se em elementos construtivos paramétricos, que permitem, de forma rápida e eficaz, realizar quaisquer modificações de medidas, ângulos, quantidades, espessuras, materiais, e diversos outros parâmetros, onde, não somente o elemento se atualiza, mas sim, todas as vistas vinculadas ao mesmo, tabelas de quantitativos, lista de materiais e quadros de áreas, todos também são atualizadas automaticamente, eliminando erros de duplicidades ou esquecimentos. Contudo, aceleram o processo de detalhamento das pranchas, o levantamento dos materiais, equipamentos e insumos necessários, e a orçamentação geral para execução dos projetos, tudo vinculado e em tempo real, de maneira simples e efetiva.

Os benefícios do BIM estão na consistência e visualização do modelo, estimativas de custos precisas, detecção de conflitos e uma implementação com melhor colaboração das

partes interessadas. Por outro lado, os desafios remetem à mudança de método de trabalho, resistência aos sistemas dos novos softwares, e o tempo necessário para adaptação ao novo processo (Volk et al., 2013).

Existem diversos softwares para compatibilização de projetos, como Autodesk NavisWorks por exemplo. Estes possibilitam a importação dos modelos e projetos inteiros em BIM, permitem a visualização simultânea dos projetos arquitetônico com os complementares (Terraplenagem, Fundação, Estrutural, Cobertura, Elétrico, Hidráulico, Pluviométrico, entre outros), proporcionando a visualização e detecção, automatizada, de colisões (Clash Detection) entre eles, possibilitando modificar e ajustar os projetos ainda em fase de desenvolvimento para eliminar interferências e conflitos, antes de serem enviados para o canteiro de obras, economizando muito tempo e dinheiro, evitando retrabalhos e desperdício de materiais e mão de obra em campo.

Estudos realizados por Campos Neto et al. (2012) concluíram que o BIM pode reduzir em duas vezes o tempo de realização de projetos de engenharia em infraestrutura. Cita ainda que uma única pessoa, com conhecimento prévio do sistema, consegue obter um rol de informações maior do que um conjunto de três pessoas que elaboram um mesmo projeto através do método tradicional (CAMPOS NETO, S.; PAMBOUKIAN, S. V. D.; CRAVEIRO, M. V.; BARROS, E. A. R., 2012).

Com a tecnologia BIM é possível simular toda execução de uma obra, utilizando cronogramas concebidos em Softwares profissionais para criação dos mesmos, como Microsoft Project e/ou Excel por exemplo, vinculados com as tabelas SINAPI ou CUB, prevendo o tempo de execução, os custos e o consumo de materiais, insumos, equipamentos e a mão de obra necessárias em cada fase da execução. Da mesma forma, permitem a concepção de relatórios parciais e gerais do andamento da obra, de futuras manutenções e garantias de tudo que fora e o que será construído, instalado ou montado para a finalização e entrega do empreendimento.

A adoção de inovações destaca-se como uma opção viável para um melhor atendimento das demandas no âmbito da construção civil, apresentando diversas vantagens em seu uso, como por exemplo, a redução de mão de obra, o aumento de produtividade, a redução de custo de produção (PRIES; JANSZEN, 1995; BOUGRAIN, 2010; GAMBATESE; HALLOWELL, 2011).

A modelagem BIM nos entrega os modelos, famílias, elementos e projetos digitais virtuais, inclusive os fabricantes de produtos vem aderindo e disponibilizando cada vez mais seus catálogos digitais com acesso a estas modelagens para utilização nos projetos.

Entretanto, é possível digitalizar terrenos, edificações, rodovias, entre outros, para auxiliar na concepção dos projetos arquitetônicos e seus complementares. Uma maneira é utilizando drones com câmeras de alta resolução e sensores LIDAR (Light Detection and Ranging - Scanners de alto alcance e precisão), juntamente com GPS, que possibilitam automatizar os voos, pré-definindo a área de interesse e a rota a ser seguida, as altitudes e velocidades de cada trecho. Ainda nos concede o controle total da câmera para a captura de imagens sequenciais. Executando fotografias automatizadas, com sobreposições nas partes superior, inferior e em ambas laterais, conforme cada tipo de arquivo a ser gerado, variando de 20 à 60% de sobreposição umas das outras.

Estas imagens são processadas, posteriormente, em softwares específicos de Fotogrametria, proporcionando a digitalização da topografia e a criação do Modelo Digital de Terreno (MDT), com precisão milimétrica e georreferenciamento, de maneira rápida e otimizada, extremamente rica em detalhes. Ainda é possível extrair subprodutos como as curvas de níveis, em 2D e 3D da topografia completa, o Modelo Digital de Superfície (MDS),

representado por um modelo digital tridimensional da superfície real, incluindo os modelos dos objetos de todo o entorno, tais como, as árvores, casas, ruas, linhas de transmissão, cercas e muros, entre outros elementos. Também é criado o ortomosaico ou ortoimagem, onde unifica-se todas as fotos capturadas em apenas um arquivo, formando um grande mosaico georreferenciado de altíssima resolução.

Softwares com a tecnologia BIM, como Autodesk Revit ou Graphisoft ArchiCAD, permitem a importação destes produtos e subprodutos gerados pela fotogrametria, possibilitando a execução dos projetos utilizando o MDT, o MDS, as curvas de níveis em 2D e 3D, e também os ortomosaicos, auxiliando na concepção dos projetos arquitetônico e complementares como, estudos de movimentação de terra no terreno quando necessário (Projeto de Terraplanagem), ajudam na locação das fundações e da edificação em si, com os projetos de saneamento e hidráulico, de drenagem, irrigação, arrimos, pontes e diques de contenção, entre outros tipos de projetos que se façam necessários.

Outra tecnologia em ascensão é a Realidade Virtual, que reuni os modelos e projetos em BIM com simuladores de ambientes, extremamente realistas e imersivos. Ambientes virtuais digitais tridimensionais, criados baseados nos projetos, com visão 360°. Estes proporcionam a interação total dos usuários com as propostas de cada projeto virtualmente, de qualquer lugar, concedendo a oportunidade da escolha dos acabamentos dos pisos, paredes e forros, selecionando entre vários tipos de móveis planejados e bancadas, além de possibilitarem a realização de modificações, tanto em posições quanto dos próprios itens e objetos em todos os ambientes do empreendimento, decidindo quais itens e modelos que mais os agradam, individualmente ou em conjuntos, proporcionando aos possíveis proprietários, a customização do próprio imóvel, em tempo real, conforme a necessidade e vontade de cada um.

Na área específica da Engenharia Civil, existe uma dificuldade de entendimento entre o espaço real e as representações adotadas pelos projetos arquitetônicos, visto que as plantas, fachadas e elevações de uma construção são executadas de forma abstrata e, na maioria dos casos, apenas com o objetivo de serem inseridas suas medidas e distâncias. Dessa forma, a RV apresenta um potencial de permitir a visualização e vivência dos usuários dos ambientes antes que sejam construídos, com a vantagem de evitar retrabalhos oriundos de distorções nas interpretações e imaginações dos projetos (Silva, 2013).

Softwares de Realidade Aumentada propiciam a visualização de projetos e objetos digitais virtuais tridimensionais em ambientes reais, proporcionando a sensação de que os mesmos se encontram nestes locais, em escala real. Por exemplo, seria possível visualizar um sofá virtual, em uma sala real, estudando o resultado e decidindo o que fica melhor nos ambientes, apenas utilizando um dispositivo de Realidade Aumentada, como um Óculos especial (RA), um Tablet ou até mesmo um Smartphone.

A integração destas tecnologias, promovem uma nova ferramenta chamada de Realidade Mista (RM), onde os usuários podem analisar e interagir com todos os projetos e objetos virtuais, visualizando os mesmos no mundo real, através de equipamentos de RM. Para exemplificar, se um usuário estiver em um terreno vazio, ao qual será construída sua residência, é possível observar e caminhar por ela, em escala real, exatamente no local onde fora concebida em projeto, antes mesmo do início das construções, tornando possível verificar os espaços e disposições dos ambientes, o posicionamento das sombras e do Sol em cada um deles em tempo real. Ainda permite analisar todos os detalhes a serem executados, tais como: onde passarão as linhas dos tubos hidráulicos e sanitários, eletrodutos, a localização dos elementos estruturais, as aberturas e fechamentos da alvenaria, a posição das fundações subterrâneas, colunas e vigas de concreto, entre outras

infinitas possibilidades que auxiliaram nas decisões do proprietário, da engenharia e dos executores da obra.

A realidade mista usa elementos 3d holográficos, pontos de ancoragem e mãos livres, permitindo a interação de elementos tridimensionais, dados, instruções e colaborações virtuais (BROWN, LUK, SON E CASILDO,2021).

CONCLUSÃO

Estas inovações estão elevando os valores dos projetos e concepções dentro da engenharia e da construção civil. Podem ser utilizadas em conjunto ou de forma independente, conforme a necessidade e o objetivo em cada situação.

Escritórios de Arquitetura e Engenharia veem se adequando e evoluindo conforme o mercado individualmente, contudo, as empreiteiras e construtoras já aderiram e estão economizando muitos recursos e tempo, utilizando-se de showrooms digitais e simuladores de ambientes, onde podem apresentar as ideias e empreendimentos, com custos mais baixos, e ainda permitem a interação e imersão total dos clientes com os imóveis, propostas, projetos e conceitos, contemplando muito mais vendas e parcerias.

O uso destas inovadoras tecnologias e ferramentas possibilitam a redução do tempo e dos custos operacionais em obras, minimizando erros e diminuindo retrabalhos, tanto em fase de projeto quanto nas execuções em campo, otimizam o uso dos recursos e equipamentos disponíveis, aumentando a segurança dos trabalhadores nos canteiros de obras e facilitando o acesso as informações e detalhamentos dos projetos em tempo real, melhorando o entendimento das etapas de montagens e construções in loco, resultando em cronogramas mais precisos e eficientes.

Para utilizar as mesmas, se faz necessário a compra de equipamentos específicos e de mão de obra especializada, requer o treinamento da equipe e de tempo para implementação destas tecnologias, tanto no escritório quanto em campo. Para aquisição dos equipamentos é preciso um investimento inicial relativamente alto. Porém, estes custos se pagam conforme são utilizados nos projetos, execuções, apresentações e conversão de vendas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOUGRAIN, F. Characteristics of the innovation process in French SMEs of the construction industry. In: CIB World Building Congress - TG65 and W065 - Special Track, 18., 2010, Salford. Proceedings... Salford, 2010.

BROWN, LUK, SON E CASILDO, THE TOTAL Economic Impact™ Of Mixed Reality Using Microsoft HoloLens 2. Forrester, [s. l.], 2021.

CAMPOS NETO, S.; PAMBOUKIAN, S. V. D.; CRAVEIRO, M. V.; BARROS, E. A. R. Estudo comparativo de ferramentas computacionais que utilizam tecnologia BIM para desenvolvimento de projetos de engenharia civil. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, 2012.

GAMBATESE, J. A.; HALLOWELL, M. Enabling and measuring innovation in the construction industry. Construction Management and Economics, v. 29, p. 553-567, 2011.

LEÃO, M. Aulas. Tecnologias BIM na gestão de empreendimentos na construção civil. Sinop: FACET - UNEMAT, 2013.

PRIES, F.; JANSZEN, F. Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment. *Construction Management and Economics*, v. 13, p. 43-51, 1995.

SILVA, Luciano. Visualização e Interação em Arquitetura via RV e RA. In: *Simpósio de Realidade Virtual*, 15, 2013, Cuiabá. *Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2013. v. 3. p. 201-226.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – literature review and futures needs. In: *Automation in Construction*, Elsevier, 2013.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

SISTEMA CONSTRUTIVO EM POLIESTIRENO EXPANDIDO – EPS

SISTEMA CONSTRUTIVO EM POLIESTIRENO EXPANDIDO - EPS

1. INTRODUÇÃO

Por muitos anos, o principal processo construtivo utilizado na construção civil, é a estrutura de concreto armado e vedações em alvenaria de tijolo cerâmico, devido à grande disponibilidade de materiais e mão de obra no mercado. Entretanto, há uma crescente necessidade de desenvolvimento de novos sistemas construtivos, para atender o aumento das demandas habitacionais, que pode ser viabilizada pela melhoria de produtividade, diminuição de desperdícios, produção padronizada e em escala, diminuição de custos e que atendam às exigências de desempenho exigidas pelas normas reguladoras.

Métodos construtivos alternativos mais eficientes estão sendo procurados, como o steel frame, wood frame, concreto pré-fabricado e sistema monolítico em painéis de EPS (Poliestireno Expandido), este último, objeto de estudo deste trabalho, vem se consolidando em diversos países por suas vantagens sobre o método convencional e seu desempenho sustentável na questão de geração de resíduos.

Esse método construtivo foi desenvolvido na Itália, em região sujeita a terremotos, como o intuito de resistir aos abalos sísmicos, os painéis são feitos de poliestireno expandido, conhecidos como isopor, revestidos por uma malha de aço de alta resistência em cada uma das faces, unidas por barras de aço. O objetivo do sistema é fornecer painéis modulares pré-fabricados, que além de economizar tempo na construção e utilizar menos mão de obra, conseguem obter em um único elemento, funções estruturais autoportantes e vedações verticais, simplificando a execução e obtendo alta capacidade de isolamento térmico e acústico, além de grande versatilidade de formas e acabamentos.

O déficit habitacional, refere-se a um determinado número de famílias que vivem em condições de moradia precária em uma região, este quadro deficitário não surgiu neste século e com o intuito de combatê-lo, o Governo Federal criou programas de habitação, que promovem a edificação de novas unidades habitacionais, voltadas diretamente às classes de população de baixa renda.

Porém, uma das grandes dificuldades dos empreendedores em construir unidades habitacionais, voltadas para os programas do governo, é a seleção da melhor alternativa tecnológica a ser empregada, no que se refere a processos construtivos e que venham a reduzir custos e diminuir prazos.

Diante destas premissas, vários métodos construtivos estão sendo utilizados a fim de agilizar a construção e amortizar este déficit e é aí que entra o estudo do sistema de painéis monolíticos em EPS e suas vantagens; rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade, conforto termoacústico, impermeabilidade, altíssima resistência e fácil transporte devido a serem leves.

Sobretudo, o fato de o sistema ainda ocupar uma posição pouco expressiva no setor da construção civil, é evidente que a sua implantação não é uma tarefa simples e existem alguns desafios a serem enfrentados ao longo do tempo, principalmente se tratando de mão de obra especializada.

Diante do contexto, o estudo de caso abordará a avaliação de viabilidade da aplicação do sistema monolítico em painéis de EPS como substituto à alvenaria convencional, verificando

as diferenças de cada sistema, com a finalidade da sua utilização em empreendimentos habitacionais.

2. OBJETIVO

A escolha do tema tem como objetivo geral e principal, explorar os aspectos gerais do poliestireno expandido (EPS), destacando seus pontos de maior relevância em comparação com o sistema tradicional, alvenaria, pré-moldado, etc, dentro do contexto de sustentabilidade e analisar suas possibilidades dentro da construção civil, um dos maiores consumidores de recursos naturais, causando grande impacto ambiental.

Evidenciar a melhoria das habitações de baixa renda, por meio de uma modalidade alternativa de construção e avaliar a viabilidade para a implantação do sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS no desenvolvimento de casas populares.

Como objetivos específicos, o trabalho procura descrever todo o sistema construtivo em EPS, conceituar as novas técnicas construtivas, apresentar vantagens do sistema em relação ao sistema tradicional e compara o sistema construtivo em EPS com o de alvenaria convencional.

3. DELIMITAÇÕES

Serão levantados dados quantitativos e qualitativos a respeito de materiais e recursos a serem utilizados, sendo estruturada uma pesquisa com a finalidade de comparar a produtividade de execução e os custos entre o método convencional e o sistema monolítico de EPS.

A pesquisa obedecerá a critérios de inclusão de artigos completos, disponíveis na íntegra de forma gratuita, por outro lado, serão utilizados critérios de exclusão, ou seja, serão desconsiderados textos com duplicidades, estudos que não tenham relação com o problema de pesquisa, resumos, monografias, teses e dissertações.

Serão exibidas as particularidades do processo, tecnologia, equipamentos, ferramentas, mão de obra e complexidades na implantação, além das análises de viabilidade financeira e ambiental, com a destinação e reciclagem dos seus resíduos, gerados na fabricação.

4. MÉTODO DE PESQUISA

O presente estudo teve como objetivo comparar a técnica construtiva em painéis de EPS com o método convencional amplamente utilizado no Brasil. Para tanto, a abordagem metodológica adotada baseou-se em métodos exploratórios para caracterizar o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS e o sistema convencional de estrutura em concreto armado e vedação em alvenaria. Esta análise foi embasada em revisão bibliográfica, utilizando fontes como livros, artigos, normas e manuais técnicos.

Inicialmente, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura sobre os métodos construtivos, com foco no poliestireno expandido, dada sua relativa novidade e, conseqüentemente, a escassez de material disponível. Essa revisão buscou sintetizar pesquisas existentes para obtenção de conhecimento técnico sobre o tema. Em seguida, foram coletados dados quantitativos e qualitativos sobre materiais e recursos a serem utilizados, com o propósito de comparar a produtividade de execução entre os métodos convencional e monolítico de EPS.

A primeira etapa do estudo apresentou o sistema construtivo em alvenaria convencional, abordando suas particularidades, tecnologia, mão de obra e complexidades na implantação (Souza, 2017).

Na segunda etapa, foram explorados a origem, o conceito teórico, as características, a composição, as normas e as técnicas de construção, transporte e armazenamento do sistema monolítico em painéis de EPS (ABNT, 2014).

Por fim, na terceira etapa, realizou-se uma análise ambiental comparativa entre os dois sistemas construtivos, destacando as características individuais de cada método, incluindo seus processos de fabricação e obtenção de matéria-prima. Além disso, foram apresentadas as propriedades sustentáveis do poliestireno expandido, bem como a destinação e reciclagem dos resíduos gerados na fabricação dos painéis monolíticos (IBGE, 2020).

4.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

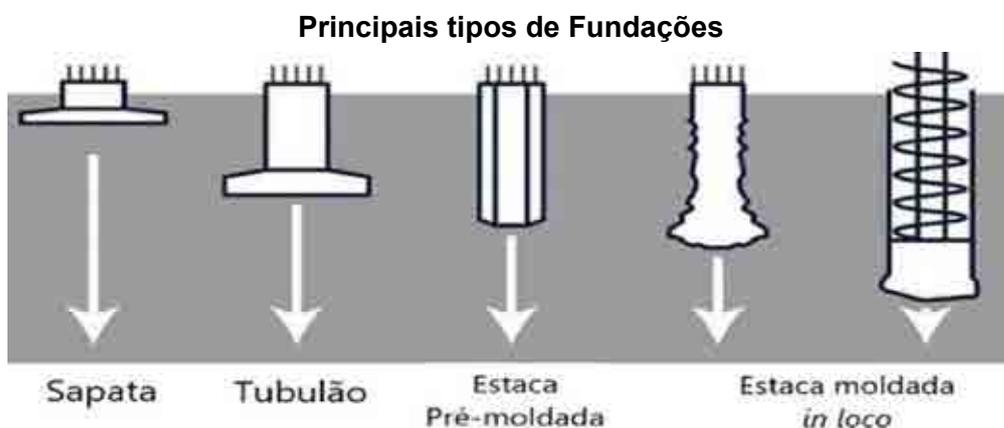
Nesse modelo construtivo, os esforços são subdivididos para os pilares, vigas, lajes e então direcionados para a fundação, dessa forma a vedação serve apenas como um componente para preencher os espaços vazios.

O sistema construtivo convencional, ainda é o mais realizado pelo fato de disponibilizar de mão de obra, consideravelmente, barata e mais comum, sem necessidade de qualificação, além da facilidade da execução de reformas e mudanças em projeto e por suportar grandes vãos. Porém, há suas desvantagens, como maior tempo de execução, gera maior custo ao final da obra e por fim, uma das maiores reclamações, a produção de resíduos.

Este sistema em alvenaria convencional, faz uso de vários componentes e diferentes processos executivos. Tem-se o concreto, um composto homogêneo constituído por cimento, água, agregados e ar, bem como a vedação, composta por tijolos cerâmicos, argamassa e revestimento (BASTOS,2006). Algumas fases do sistema construtivo, para os fins deste trabalho, se encontram descritas a seguir.

A fundação é a base de uma construção e detém a função de direcionar à superfície do chão todo o peso e pressão que a estrutura fará sobre a mesma, pode ser profunda ou de superfície (YAZIGI, 2002). Nas fundações profundas as cargas são conduzidas através de resistência de ponta e por resistência lateral, são caracterizadas por alguns elementos estruturais como as estacas ou tubulões. Já as fundações de superfície a distribuição de cargas e esforços ocorre com a distribuição de pressão destinada sobre a base da fundação, como os radiers, sapatas e vigas de fundação.

Para o caso de habitações populares, as opções mais utilizadas neste sistema construtivo são fundações do tipo radier ou vigas baldrame.



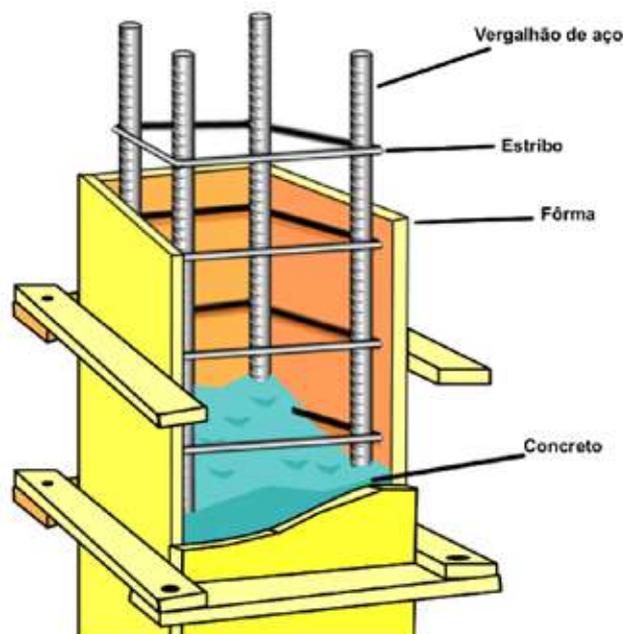
**Fonte: Eixo 11 Arquitetura (2020)
as tensões de compressão (BASTOS, 2006).**

Os pilares são elementos da estrutura que estão alocados em eixo vertical reto, aprumados, a compressão se sobressai como força mais preponderante, estes componentes colaboram em todo o sistema de contraventamento garantindo a estabilidade da estrutura, e fazendo a condução dos esforços atuantes até a laje de fundação, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014).

Em relação as vigas, são elementos que atuam na horizontal, são lineares e seu comprimento longitudinal deve ser no mínimo três vezes a maior dimensão da seção transversal, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014). São responsáveis por receberem as cargas oriundas das lajes como também de outras vigas, ocasionando a transferência destes esforços para os pilares, ajudam, também, no contraventamento e estabilidade da edificação.

Quanto a distribuição de cargas, os elementos apoiados por cima das vigas distribuem seu peso sobre elas e em seguida estes esforços são transmitidos para os pilares, neste caso a alvenaria de vedação não possui função estrutural. Por sua vez, os pilares distribuem a carga recebida para as fundações.

Esquema de forma para concretagem de pilar



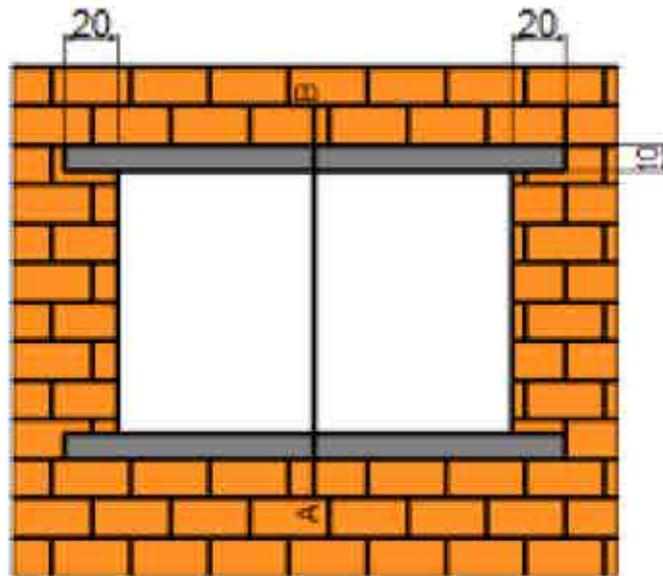
Fonte: casadetijolo.blogspot.com (2013)

O sistema em alvenaria é composto por um conjunto de paredes que são montadas com blocos cerâmicos, sendo unidos por argamassa, estabelecendo a separação dos ambientes internos e o isolamento interno da edificação do externo. Garantem a proteção térmica e acústica, dispoendo de resistência mecânica e resistência contra a água e o fogo.

Durante o levantamento das paredes é necessário prever as aberturas e os espaços para disposição das esquadrias, obedecendo a locação proposta no projeto arquitetônico. Nas aberturas de portas exige-se a colocação de vergas, no qual se refere a uma barra superior à esquadria que irá redistribuir as cargas para os blocos adjacentes, impedindo assim que incida sobre a esquadria.

Quanto as esquadrias de janela são colocadas as vergas e as contravergas, uma barra inferior que serve para distribuir o peso da esquadria sob os blocos inferiores, evitando trincas e defeitos.

Esquema de verga e contraverga em alvenaria



Fonte: Thaís Gasperin (2014)

Em edificações de menor porte, assentam-se, diretamente, as paredes apoiadas nas fundações, podendo ser em cima de baldrame ou radier ou na parte superior das vigas de concreto armado as quais seguram as sapatas de fundação.

A primeira etapa do processo de levantar a alvenaria é a marcação, ou seja, é a determinação da primeira fiada de tijolos, o projeto arquitetônico irá definir os pontos básicos de marcação, de maneira que se garanta a linearidade da alvenaria.

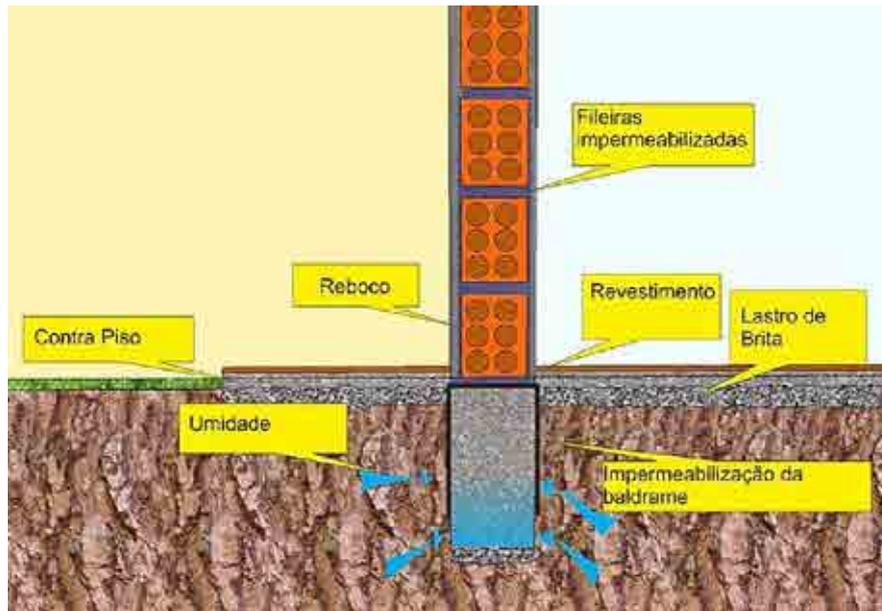
Na elevação da alvenaria, as fiadas vão sendo produzidas umas sobre as outras de forma que as juntas verticais sejam descontínuas. Quanto as argamassas recomendam-se que sejam compostas por cimento e cal hidratada e podem ser industrializadas ou fabricadas em obra e necessitam atender aos requisitos estabelecidos na norma (NBR 13281, 2005).

Entre a última fiada da alvenaria de vedação e a viga, há situações de fissuras, isso advém da transmissão de alguns esforços para a alvenaria. As maneiras de executar o encunhamento são por meio de cunhas de concreto, tijolos maciços, argamassa industrializada com aditivo expensor ou espumas expansivas.

O processo de impermeabilização, se faz necessário em alguns elementos, como viga baldrame, a base das paredes de vedação e do contrapiso. A ausência de impermeabilização da fundação é um dos motivos de manchas de umidade ou mofo nas paredes, por conta da umidade ascendente do solo.

Além da impermeabilização das vigas baldrame, é aconselhado que aplique produto impermeabilizante cimentício até a terceira fiada de tijolos e também nas áreas molhadas da edificação como banheiros, cozinhas e lavanderias, sobre o contrapiso e de 20 a 30 cm de altura nas paredes.

Impermeabilização do baldrame e 3 fiadas da alvenaria



Fonte: RS Engenharia (2019)

Existem inúmeros tipos de revestimentos que podem ser aplicados nas construções, como argamassas, pinturas, texturas, revestimentos cerâmicos, madeira, gessos, mármore, granitos, entre outros. Deve-se levar em consideração, para efeito de comparação, entre métodos construtivos, os revestimentos básicos de paredes e pisos, uma vez que o uso de outros revestimentos não diferem quanto as suas aplicações.

Os revestimentos básicos em paredes de alvenaria, correspondem a aplicação de argamassa de aderência, utilizadas para chapisco; argamassa de regularização, utilizada no emboço; e argamassa de acabamento, utilizada no reboco.

O chapisco é a primeira camada, corresponde a parte da argamassa que possui contato direto com a alvenaria ou com os elementos estruturais de concreto, proporciona ponte de aderência à próxima camada, o emboço, que serve para a regularização da superfície, com a finalidade de aprontar a parede para o assentamento de revestimento cerâmico, para a execução do reboco, que é a última camada de argamassa a ser aplicada, responsável por deixar a superfície plana e lisa para a posterior realização dos serviços de pintura.

O revestimento básico de piso é o contrapiso, que é o primeiro revestimento da edificação, que tem como função regularizar a superfície para receber o piso de acabamento final e também de contribuir nas funções que o piso final deverá cumprir, o aumento da resistência, ou seja, o contrapiso tem, para o acabamento do piso, função equivalente à do emboço para o acabamento da parede.

O sistema de instalações elétricas compreende o conjunto de circuitos interligados com o objetivo de repartir a energia pelo edifício, desde a fonte receptora ou geradora de energia até os pontos de utilização ou de transmissão para outros sistemas (CREDER, 2007). Ao se realizar as instalações elétricas de uma construção em convencional, são executados cortes e rasgos nas paredes, produzindo resíduos e perda excessiva de material, elevando a mão de obra e as despesas finais da obra.

Após a abertura de rasgos nos pontos determinados em projeto, segue-se com a instalação dos conduítes, caixas e quadros e posteriormente, é executado o fechamento dos rasgos, que novamente, exige tempo e mão de obra, e argamassa.

Ao fim, é realizada a passagem da fiação equivalente por dentro dos eletrodutos chumbados na parede, na laje ou estrutura do telhado, no caso de fiação aérea ou por dentro dos pisos e finalmente, deve ser adicionado os dispositivos e seus respectivos acabamentos nas caixas de interruptores, tomadas e nos quadros (OLIVEIRA, 2012).

Sequência de colocação de ponto elétrico em alvenaria



Thomaz Corsini (2016)

As instalações prediais hidrossanitárias são determinadas pelo conjunto de instalações que abastecem todo o edifício com água, como também coletam e conduzem os efluentes gerados para o local adequado de despejo (CREDER, 2007). As instalações podem transportar água fria, quente, pluviais, efluentes sanitários, gás ou água destinada para combate a incêndios.

Nas instalações hidráulicas, o método de instalação da tubulação é igual às instalações elétricas, com a execução de rasgos para a passagem através das alvenarias de blocos cerâmicos, mais uma vez colaborando para produção de resíduos, desperdício de materiais e mais mão de obra. Seguida a fixação das tubulações e conexões de acordo com os projetos, efetuação do argamassamento dos rasgos das paredes, precisa-se instalar os registros e proteções hidráulicas para posterior colocação das torneiras e acabamentos (OLIVEIRA, 2012).

Rasgos para tubulação hidrosanitária



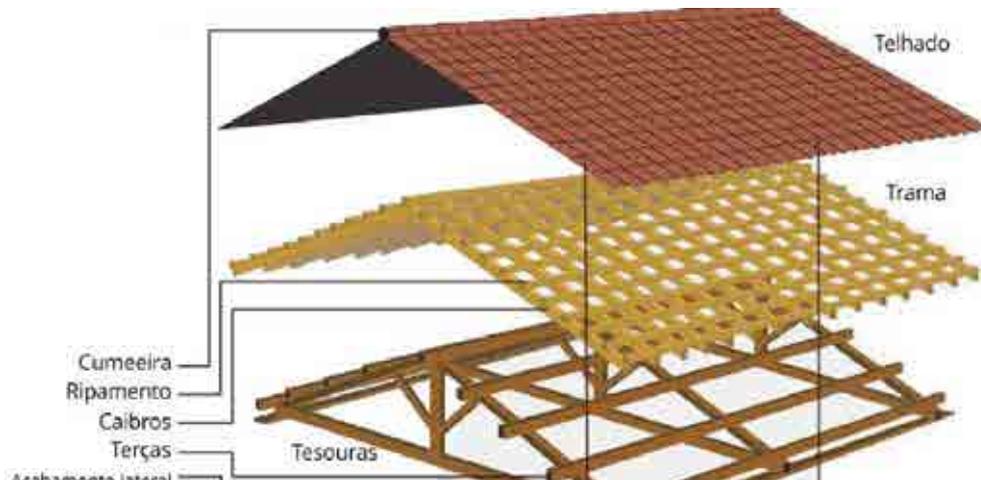
Quaphil Engenharia (2016)

A cobertura de uma construção tem a finalidade de preservar a edificação de eventualidades atmosféricas, como águas da chuva, além de garantir mínimo conforto térmico. É composto pelos seguintes elementos: adução, cobertura e estrutura. As coberturas mais comuns em habitações populares são com estrutura de madeira e telhas de concreto, cerâmica e fibrocimento.

O telhado é dividido em duas estruturas: madeiramento e cobertura. No telhado de telhas cerâmicas ou de concreto, consomem-se em média 15 a 16 telhas por metro quadrado e o caimento do telhado possuir no mínimo 35% de inclinação. Quanto a cobertura com telhas de fibrocimento com ondulação de 6mm e 8mm, o caimento mínimo deve ser de 22% (BORGES, 2009).

Com relação ao madeiramento é possível subdividir em armação e trama, sendo que a armação se trata da parte estrutural do madeiramento, formada por tesouras ou treliças, cantoneiras, escoras, entre outros. A madeira frequentemente empregada para a armação é a peroba, devido suas propriedades de resistência ao apodrecimento e também por não ser tão dura como o ipê. Já a trama é formada de terças, caibros e ripas, que se apoiam sobre a armação e, portanto, serve como apoio para as telhas (BORGES, 2009).

Telhado de madeira com duas águas



www.comercialcsn.com.br (2018)

4.2 SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

A engenharia construtiva em painéis monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS), teve seu início nos anos 80, através de um programa italiano de industrialização da construção, elaborado para locais sujeitos a terremotos e teve como objetivo a criação de uma estrutura monolítica que não desmoronasse e associasse características de isolamento térmica (SOUZA, 2009).

Foi produzido um painel modular, pré-fabricado, leve, composto por uma alma de EPS acomodada entre duas malhas de aço galvanizado eletrosoldadas e seguidamente recebe revestimento em concreto ou argamassa aplicados nas obras, para atender o propósito original do programa italiano (BERTOLDI, 2007).

As edificações em paredes, estruturais ou de vedação, com painéis de argamassa armada com núcleo de EPS, compreendem um sistema construtivo que é capaz de promover racionamento no consumo de materiais, produzir componentes mais leves e com resistência para suportar os esforços requisitantes do conjunto da obra. No Brasil, o sistema chegou no início dos anos 90, através de estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo dos componentes do sistema e de elementos construídos, onde foram adquiridos resultados aceitáveis (BERTOLDI, 2007).

Para melhor entendimento dos conceitos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, é essencial a classificação dos materiais fundamentais que compõem o sistema: blocos de poliestireno expandido (EPS), conhecido como “isopor”; telas de aço galvanizado; concreto ou argamassa. O produto que mais se evidencia em características de volume e inovação, em relação aos sistemas construtivos empregados atualmente no Brasil, se trata do EPS.

EPS refere-se a sigla internacional do poliestireno expandido, segundo a definição da norma DIN ISO-1043/78, difundiu-se no Brasil como “isopor” marca registrada pela empresa alemã, Knauf. Se resume a um plástico celular rígido, derivado do petróleo por meio da polimerização do estireno em água. Para aprimorar as especificidades do poliestireno, sobretudo sua resistência ao fogo, durante sua fase de polimerização são inseridos aditivos, exibindo-se então o material sob a forma de pérolas, de aparência vítrea (ABRAPEX, 2016).

Pérolas de EPS



Fonte: Isomaf (2020)

Aplicando-se vapor saturado nas pérolas, é possível produzir os blocos de EPS, permitindo uma expansão de 20 a 50 vezes do volume originário dos grãos de poliestireno, a espuma termoplástica resultante comporta 98% de ar e apenas 2% em volume de conteúdo sólido na forma de poliestireno, o que confirma ao EPS suas particularidades físicas peculiares.

Blocos de EPS



Fonte: Isorecort (2020)

Apenas no Brasil, a produção de EPS chega a 100.000 toneladas por ano, a Knauf, proprietária da marca Isopor, é a maior produtora de poliestireno expandido do Brasil, desenvolvendo soluções em diversos formatos, tamanhos, padrões e densidades (KNAUF, 2020).

Os painéis podem ser construídos manualmente no local da obra, a começar do corte do EPS, da montagem da tela eletrosoldada e aplicação do revestimento estrutural ou podem ser utilizados pré-painéis industrializados providos de placas laminadas e com a fixação das malhas eletrosoldadas, levando para o canteiro de obras apenas para posicionar e aplicar o revestimento estrutural, o que estimula o processo construtivo. Existe, também, a alternativa da produção de painéis totalmente prontos, sendo necessário apenas a montagem no local da obra, daí a facilidade de execução de projetos de construção em larga escala, como é o caso de conjuntos habitacionais. Os painéis são leves e de fácil manejo por parte dos montadores, não requer a utilização de equipamentos de grande porte para o manuseio no decorrer do seu transporte (MEDEIROS, 2017).

A definição do tipo de fundação é realizada conforme cálculo estrutural, analisando o tipo de terreno e características de solo. Usualmente são empregados diferentes tipos de fundação, tipo laje radier, sapata corrida, ou então uma fundação especial se as condições de sondagem do terreno ou arquitetônicas não forem convenientes. (TECHNE, 2012).

A fundação mais recomendada para este sistema construtivo é do tipo radier. De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) o radier é um modelo de fundação superficial, no qual distribui toda a carga da edificação de forma constante no terreno, sendo fundamentalmente uma laje contínua e maciça, com resistência característica do concreto. Os benefícios deste tipo de fundação são: rapidez na execução, redução de mão de obra, redução na quantidade de fôrmas de concretagem e redução máxima dos recalques diferenciais.

A fundação do tipo radier, geralmente é executada com concreto $f_{ck} = 20$ Mpa e espessura de 18 cm, respeitando os critérios de projeto. A armadura é geralmente constituída por tela simples ou dupla, de aço galvanizado CA-60, eletrosoldada com malha de 10 cm x 10 cm (TECHNE, 2012).

Fundação do tipo radier executada para receber painéis de EPS

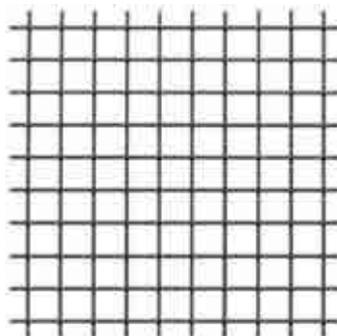


Fonte: Autor (2024)

A confecção dos painéis no canteiro de obras é realizada quando não há indústrias especializadas do segmento na localidade ou quando a logística para o transporte dos painéis torna-se onerosa, logo inviável, sendo um procedimento que requer mais tempo, porém, que não prejudica o comportamento dos painéis monolíticos de EPS, as chapas que constituem o núcleo dos painéis são laminadas conforme a caracterização e layout de cada projeto.

As telas utilizadas no sistema construtivo devem possuir bitola entre 2,1mm e 5mm, e são confeccionadas em aço de alta resistência, com tensões de tração e compressão superiores a 600 MPa, com limite de escoamento maior que 600 N/mm² e limite de ruptura superior a 680 N/mm². O aço aplicado deve ser do tipo galvanizado a quente ou inoxidável, coniventes às necessidades de utilização e que garantam estabilidade e integridade no decorrer do tempo (ALVES, 2015).

Tela eletrosoldada malha de 10x10 cm



Fonte: Gerdau (2020)

Para montagem dos painéis, deve-se efetuar a fixação entre as telas, grampos, espaçadores e placas de EPS. Para viabilizar maior capacidade de produção e sistematização de execução, utiliza-se grampeadores pneumáticos. O arame recozido n°

18 é o mais indicado para evitar corrosões e rompimentos do conjunto, sendo assim, compatíveis com o aço utilizado nas telas pop, certificando-se o controle de qualidade dos materiais que compõem o sistema. O conjunto final é surpreendentemente leve, pesando em média entre 2,5 kg/m² a 4 kg/m² antes da aplicação da argamassa, para parâmetros de comparação, uma alvenaria convencional simples de mesmas dimensões, esses valores podem chegar a 120 kg/m² (ALVES, 2015).

Os painéis de EPS permitem alto grau de padronização, elevado controle de produção e repetição, em resumo, trata-se de um sistema moderno e com tecnologia avançada quando comparada ao método construtivo convencional. As sobras e resíduos de EPS oriundos de cortes e quebras ao longo da linha de produção são devidamente recolhidos, triturados e enviados para reciclagem ou reaproveitados para produção de concreto leve, conferindo em desperdício basicamente nulo no processo de montagem. A sistemática de produção dos painéis é uma alternativa atraente para estimular a aplicação da metodologia construtiva em programas com particularidades de habitação popular em grande escala, uma vez que, a capacidade de produção dos painéis fica em torno de 4,0 a 4,5 m/min, com painéis de espessura entre 50 a 250 mm e largura de 1000 a 1250 mm, de acordo com montadora chinesa NKL (2017).

Aplicação da tela eletrosoldada ao bloco de EPS



Fonte: Autor (2024)

Após a confecção dos painéis, os mesmos são fixados à fundação através da sua base, com barras de vergalhão aço CA-50 de 8mm de diâmetro, espaçadas entre 30 e 50 cm e procurando sempre posicionar ao menos uma no centro de cada painel, com engastamento na fundação de no mínimo 10 cm e transpasse mínimo de 30 cm nos painéis. Os vergalhões de aço podem ser instalados simultaneamente com a armadura de fundação ou fixadas posteriormente, efetuando furos na fundação por meio de um martelo e sucessivamente os fixando com adesivo epóxi ou selante PU para ancoragem estrutural (MONOLITE, 2017).

Fixação das barras de ancoragem dos painéis



Fonte: Autor (2024)

O montador fixa os painéis nas ancoragens por meio da mesma pistola grampeadora que foi utilizada para prender as telas aos blocos de EPS, com grampos de aço CA 60 ou apenas com arame recozido e torquês. O sistema de montagem é otimizado com a numeração dos painéis, o painel é manuseado e posicionado por poucos funcionários, contribuindo para a simplificação e rapidez da montagem e dispensa a constituição de grupos de trabalhos (ALVES, 2015).

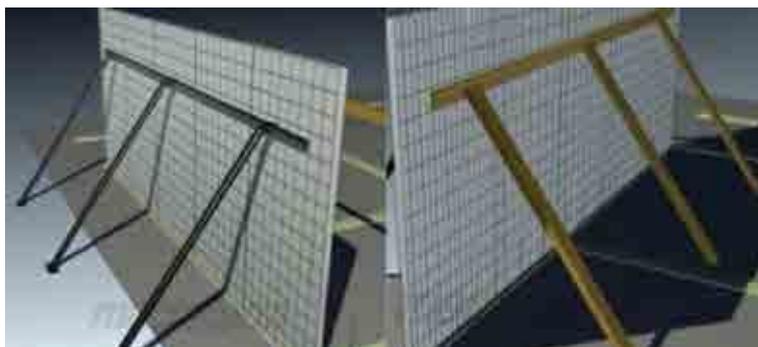
Posicionamento dos painéis junto as ancoragens de aço



Fonte: Autor (2024)

Para certificar a execução de prumo e alinhamento correto dos painéis, empregam-se régua de madeira ou metais que são fixadas a 2 metros da base, horizontalmente nos painéis. As escoras reguláveis são colocadas na diagonal para garantir a verticalidade dos painéis, em casos de pavimentos superiores, a metodologia se repete, sem a necessidade dos arranques de aço, uma vez que as próprias telas dos painéis verticais poderão fazer essa função (COELHO, 2015).

Uso de régua e escoras para regularização dos painéis



Fonte: Macroterm (2015)

Nas aberturas de vãos para portas e janelas e encontro de painéis, é necessário que realize os reforços destes pontos fundamentais com as próprias telas de aço galvanizado. A malha é encarregada por muitos aspectos essenciais do sistema, como sua propriedade autoportante e por etapas de execução do método construtivo, sendo fundamental para amarração entre os painéis através de sobreposição e como estrutura de apoio para instalação dos sistemas hidráulicos e elétricos (MONOLITE, 2017).

O sistema possui três categorias de reforços, preparados com malha de aço galvanizado, podendo ser até mesmo das sobras de malhas de aço usadas na fabricação dos painéis: reforço L, reforço Liso e reforço U. A finalidade da utilização destes reforços, é produzir uma estrutura monolítica, após a aplicação da argamassa nos painéis, além de tratar prováveis pontos críticos da estrutura. Tais reforços são fixados ao conjunto tela-EPS com arame recozido ou grampos galvanizados.

O reforço em tela tipo “L” é utilizado em todo encontro de paredes perpendiculares, cantos de paredes ou paredes em T, em relação ao reforço “liso”, é empregado em aberturas de portas e janelas e encontros retos de painéis. Esta técnica é prevista para dissipar tensões comuns nesses pontos e possíveis fissuras, este reforço também é utilizado em painéis que necessitem de recortes para passagens de tubulações hidráulicas e elétricas (TECHNE, 2012).

Reforços em telas para abertura de vãos e encontro de painéis



Fonte: Autor (2024)

O reforço tipo “U” é aplicado em todas as aberturas de portas, janelas ou passagens, são armaduras com funções análogas as vergas e contra vergas do sistema convencional, fixadas com arame recozido, impedindo assim que o revestimento dos painéis seja lançado

diretamente no bloco de EPS e por fim anular os esforços de corte e esmagamento localizados (TECHNE, 2012).

Detalhe de aplicação de reforço tipo "U" em vão de porta



Fonte: Autor (2024)

O desempenho do sistema monolítico em EPS é espontaneamente de um impermeabilizante, uma vez que a umidade da parede externa não transpassa para parte interna da parede, simplesmente por a camada de argamassa externa não fazer contato com a camada da parte interna, isso proporciona que o sistema de painéis em EPS seja tanto um isolante termoacústico como um conjunto impermeável. Mesmo que não efetue a impermeabilização das paredes e a camada esteja completamente molhada, a umidade não atravessará pelo bloco de EPS, portanto, não apresentará marcas de infiltrações do outro lado (LIMA, 2018).

O EPS não é um material higroscópico, mesmo quando imerso em água o EPS absorve apenas baixas parcelas de água, esta característica certifica que o EPS conserve as suas propriedades térmicas e mecânicas mesmo perante a ação da umidade (TECNOCELL).

É aconselhado que em banheiros, cozinhas e lavanderias, que são áreas molhadas, devem ser aplicados material impermeabilizante, para impedir que a água chegue às camadas de argamassa das paredes ou adentre ao piso. Caso a impermeabilização apresente falhas ou se o rejunte entre as cerâmicas falhar, a umidade não chegará aos ambientes vizinhos, pois existe um núcleo impermeabilizante, isso é a caracterização básica de isolamento termoacústico e impermeabilizante.

Ao término da fixação de todos os painéis e execução dos reforços nas regiões definidas, começa-se a instalação dos sistemas elétricos e hidrossanitários, que no sistema construtivo em paredes de EPS, acabam tendo seus procedimentos otimizados, visto que os resíduos gerados com quebra de material para executar as passagens no sistema convencional, são descartados (COELHO, 2016).

O sistema de painéis monolíticos de EPS apresentam como diferencial em sua fabricação a conformidade com as suas instalações, para isso, tudo é planejado antes de iniciar os serviços de projeção da argamassa para acabamento, além de dispor de um planejamento sequencial de execução para cada etapa da obra.

Logo, inicialmente se faz o desenhado do caminho das instalações nos painéis de EPS por meio de tinta spray, na sequência, utiliza-se um soprador térmico para realizar a abertura

das cavidades, para as inserções das tubulações em geral, com o ar quente o EPS se funde com facilidade. Seguidamente a abertura dos sucos nos painéis, são passados, na parte interna da malha de aço, os materiais que compõem a instalação (ALVES, 2015).

Abertura de cavidades das tubulações com soprador térmico



Fonte: Tecnopanel (2017)

As saídas de hidráulica e caixas em geral, para instalação elétrica precisam ser fixadas nas malhas de aço e configuradas para que fiquem niveladas com o plano da face de revestimento concluído. Em casos dos tubos rígidos ou semirrígidos, quando necessário, a tela de aço pode ser cortada com o auxílio de um alicate e por fim, se deve fechar mais uma vez a abertura com tela para garantir a fixação da tubulação. Para projetos de múltiplos pavimentos sugere-se o emprego de shafts, objetivando a facilidade quanto a manutenção dos sistemas elétrico e hidráulico (MONOLITE, 2017).

As aberturas para instalação das tubulações não influenciam na capacidade da estrutura monolítica em virtude da pequena área que ocupam no interior dos painéis. Em ocasiões de reformas ou manutenções das instalações, esta será realizada da mesma maneira em que é executada para a alvenaria convencional, após a abertura da parede é necessário reinstalar a malha de aço e refazer o acabamento em argamassa, assim como os revestimentos finais (MONOLITE, 2017).

Instalação de tubulação de hidrosanitária



Fonte: Autor (2024)

A etapa do revestimento, pouco se diferencia do efetuado no sistema em alvenaria convencional, a diferença se encontra na definição do traço e composição da massa, que na verdade trata-se de uma argamassa estrutural ou microconcreto. Os elementos do microconcreto são: areia média e cimento com a opção de incluir fibras plásticas e aditivos, para oferecer maior consistência e impedir a retração exagerada do revestimento (SOUZA, 2009).

O revestimento é efetuado em duas camadas, a primeira preenche a superfície do EPS com microconcreto até que se cubra a tela metálica, e a segunda trata-se do revestimento convencional final, o reboco. A argamassa utilizada pode ser lançada de forma manual, ou projetada por meio de rebocadoras pneumáticas e ambas devem passar pelo desempenho até atingir a espessura determinada em projeto.

A princípio se executa as mestras, ou taliscamento, que têm como função a demarcação das áreas de projeção, determinando a espessura final do revestimento, como também servem de apoio para a régua manuseada durante o sarrafeamento. A projeção deve prosseguir sempre de baixo para cima e a espessura de 3,5 cm do microconcreto é obtida por camadas. A camada de projeção deve possuir espessura mínima de 0,5 cm e no máximo de 2,0 cm, evitando os excessos e de maneira a evitar o retrabalho (MONOLITE, 2017).

Após o lançamento da argamassa, o duvidoso bloco de EPS apresenta propriedades rígidas devido a união dos elementos EPS, telas metálicas e argamassa, possuindo uma resistência a compressão por volta de 30% acima que a habitual alvenaria de blocos cerâmicos (BARRETO, 2017). Em relação a execução do revestimento de pisos, segue-se idêntico ao sistema convencional.

Início da primeira camada de revestimento dos painéis



Fonte: Autor (2024)

Aplicação da primeira camada de revestimento em paredes com tubulações



Fonte: Autor (2024)

Início da segunda camada de revestimento nos painéis



Fonte: Autor (2024)

Conclusão da segunda camada de revestimento dos painéis e revestimento do piso



Fonte: Autor (2024)

Fachadas com os revestimentos aplicados



Fonte: Autor (2024)

Quanto a execução de coberturas para casas térreas, o sistema construtivo em painéis de EPS não foge do método convencional já conhecido, porém, o processo de cobertura da edificação pode ser aprimorado através da utilização de telhados leves e que colaboram para o desempenho termoacústico da construção. A estrutura fabricada pode ser rapidamente fabricada com perfis metálicos galvanizados, seguindo o layout determinado em projeto, tendo a possibilidade de parafusar ou chumbar com argamassa na estrutura da casa (ALVES, 2015).

Em relação as telhas, indica-se o emprego das termoacústicas, conhecidas também como telhas sanduiche, estas são compostas por duas chapas de material metálico (zinco) e um núcleo de material isolante térmico, que pode ser o EPS ou a espuma de poliuretano. As telhas termoacústicas funcionam tanto em telhados embutidos como nos telhados aparentes, sendo utilizadas em projetos de pequena, média e grande escala (THERMOTELHA, 2020).

Detalhe de telha termoacústica trapezoidal com núcleo de EPS



Telha São Carlos (2020)

O efeito térmico e acústico é potencializado com os painéis monolíticos, aumentando o desempenho da edificação e consequentemente conforto para os habitantes (ALVES, 2015).

Aplicação de telhas sanduíches (modelo colonial) em estrutura metálica



Autor (2024)

Devido a leveza dos painéis monolíticos de EPS, em comparação aos blocos cerâmicos do sistema convencional, são facilmente transportados e manuseados dentro do canteiro de obras, o processo pode ser realizado na maioria das vezes manualmente, quanto o armazenamento, os painéis são arranjados horizontalmente em pilhas com até 20 painéis, abrigados em local limpo e seco.

Aconselha-se que a fabricação dos painéis seja realizada em local diferente do de instalação, potencializando a linha de produção, principalmente em situações de repetições como é o caso de conjuntos habitacionais (MONOLITE, 2017).

Segundo informações fornecidas pela Associação Industrial de Poliestireno Expandido (ACEPE), em Portugal, as principais características do material EPS são: baixa condutibilidade térmica: a organização de células fechadas, repletas de ar, reduz significativamente a troca de calor, concedendo um grande poder isolante; leveza: as densidades do EPS variam entre os 10 e 30 kg/m³, proporcionando uma redução considerável do peso dos produtos que o utilizam; resistência mecânica: embora seja muito leve, o possui uma resistência mecânica alta, que possibilita a sua aplicação onde esta característica se faz necessária; baixa absorção de água e insensível à umidade: não é um material higroscópico, ainda que mergulhado em água, o EPS absorve írisórias quantidades de água, esta característica assegura que preserve as suas propriedades térmicas e mecânicas ainda que tenha a ação da umidade; fácil manuseio e transporte: o baixo peso simplifica o manuseamento em obra, quaisquer operações de movimentação e fixação são reduzidas consideravelmente; versátil: pode ser facilmente moldado e conformado de acordo com tamanhos e formas requeridos para a aplicação; resistente ao envelhecimento: todas as propriedades permanecem constantes ao longo da vida do material, que se torna tão duradoura quanto a vida da construção em que se aplica, ele não apodrece nem adquire bolor, não é solúvel em água nem desprende substâncias para o ambiente; flamabilidade: mais de 90% do que é fabricado no Brasil é destinado a utilização na construção civil, desse total, 100% é da classe “F”, ou seja, aditivado com retardante à chama, que tem como intenção evitar a propagação de incêndios, mediante uma fonte de ignição. O EPS tipo “F” irá se retrair, sem entrar em combustão.

4.3 SUSTENTABILIDADE ENTRE ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

A exigência por empreendimentos com baixos custos e o aprimoramento e otimização dos sistemas, potencializou a demanda por alternativas de modelos construtivos. A busca por métodos inovadores de construção se relaciona a procura por sustentabilidade, condição essencial na atualidade, para o campo da construção civil (CORRÊA, 2009).

A recorrente procura por sistemas de desenvolvimento sustentáveis, resulta diretamente na diminuição da exploração de materiais primários, promovendo a escolha por materiais reciclados e renováveis, elevando o foco em tecnologias limpas, reduzindo o excesso de resíduos e promovendo a otimização dos recursos naturais, com o intuito de providenciar condições satisfatórias ao ambiente a ser construído. Com este fim procurou-se evidenciar a funcionalidade do EPS frente à alvenaria convencional na elaboração de paredes para edificações na construção civil.

O sistema construtivo convencional pode ser classificado como artesanal, essa particularidade naturalmente resulta em erros e imperfeições, que conseqüentemente tornam a estrutura sujeita as situações de patologias, podendo ocasionar em desperdícios de materiais e mão de obra. Um exemplo clássico seria o desperdício nos rasgos dos tijolos, feitos para inserção das instalações.

O sistema de vedação em blocos cerâmicos tem produção rudimentar e raramente padronizada na fase que antecede a construção, no qual compreende a fase de extração, beneficiamento e produção dos produtos primários que integram a estrutura final, com elevadas perdas durante a fabricação e no transporte dos materiais (CONDEIXA, 2013).

Quando se trata de manutenção, particularmente na demolição de estruturas, há grande quantidade de resíduos de materiais fragmentados e de ruídos, dessa forma, o sistema convencional, se evidencia pelo desperdício de matéria-prima e pela grande produção de resíduos, como a elevada quantidade de madeira proveniente das formas do concreto armado (CONDEIXA, 2013).

A poluição sonora pode ser nitidamente percebida durante as obras, principalmente quando se faz uso de ferramentas turbulentas, como a serra circular, para realização das atividades vinculadas ao sistema convencional. Além disso, o alto consumo energético desse método é evidente, que vai desde maquinários mais robustos para a logística dos materiais, até o uso da edificação em si, no qual uma residência sem características térmicas demandará um consumo maior de energia para o bem-estar dos habitantes (MOBUSS, 2018).

Antes da conclusão das obras tradicionais, o elevado uso de água para diversos serviços é recorrente, como a limpeza do canteiro, que normalmente possui bastante poeira, sujeira e resíduos, e até para o cuidado com a saúde dos trabalhadores. O consumo de água nas construções de alvenaria é de, aproximadamente, 500 litros para cada metro quadrado construído, enquanto o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS, esse consumo pode reduzir em até 75%, ou seja, para a casa popular, o gasto com água seria de aproximadamente 23.400 litros, já o método monolítico consumiria em torno de 5.850 litros de água, se bem executado.

Segundo Printes (2018), o sistema em EPS é um mecanismo construtivo sustentável e revolucionário, os resíduos são 100% recicláveis, garantindo agilidade, eficiência e economia nas construções. As obras permanecem mais limpas e com reduzida produção de entulhos, especialmente de madeira, uma vez que não se faz uso de caixarias, portanto, proporcionando altos índices de certificações às residências que fazem uso do sistema monolítico, como: SKA Ranting (Sistema Britânico), Leed for Homes (Sistema Estadunidense) e Referencial Casa (Sistema Brasileiro).

A questão da sustentabilidade do sistema monolítico em painéis de EPS é um dos fatores de maior relevância do método, visto que os impactos ao meio ambiente é o que menos atinge a natureza quando confrontado aos demais sistemas. O poliestireno expandido (EPS) é fabricado conforme à Política Nacional de Resíduos Sólidos, portanto, não possui composição tóxica ou perigosa para o meio ambiente e até mesmo para a camada de ozônio, sendo livre de CFCs (clorofluorocarbonetos), o gás incluso nas células do EPS é o próprio ar. Para sua fabricação, utiliza-se pouca energia por se referir a um plástico e por ser bastante leve, assim como origina mínimos resíduos sólidos ou líquidos (ACEPE, 2009). Devido as características de isolamento térmico e acústico, a utilização das paredes em EPS produzem edificações que auxiliam para uma menor utilização de aparelhos de ar condicionado ou aquecedores, contribuindo para redução dos recursos energéticos (PRINTES, 2018).

O Poliestireno Expandido (EPS) não apodrece, não ganha mofo, não é solúvel em água, não liberta substâncias para o ambiente e quando em contato com o solo não o prejudica e não contamina o lençol freático. O EPS não constitui substrato ou alimento para o desenvolvimento de animais ou microrganismos. Em caso de grande acumulação de detritos sobre uma placa, poderão surgir bolores, porém, não afetarão o EPS (ACEPE, 2009).

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Instituto Plastivida em 2012, o Brasil reciclou neste mesmo ano, 34,5% do EPS que consumiu, isto é, reaproveitou 13.570 toneladas das 39.340 toneladas de EPS pós-consumo. O EPS se torna prejudicial quando descartado incorretamente, resultando no acúmulo em rios e oceanos, servindo de alimento inapropriado para peixes e outros animais.

A reciclagem do EPS pode ocorrer de três maneiras principais: Energética: para produção de energia elétrica térmica, Mecânica: para fabricação de novos objetos de plástico e Química: para fabricação de colas e solventes.

A construção civil possui um amplo mercado para o EPS reciclado, com aproximadamente 80% do total, sendo misturado em argamassas, fabricação de concreto leve, lajotas, telhas termoacústicas, rodapés e decks de piscinas. Outras finalidades são notadas na indústria de calçados, móveis, na fabricação de utilidades domésticas, entre outros produtos (PLASTIVIDA, 2012).

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

O estudo realizado, permitiu constatar que o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS poderia ser facilmente utilizado em larga escala para a construção de habitações populares no Brasil, devido as suas técnicas e processos industrializados que apresentam vantagens frente as construções em alvenaria convencional.

A construção com o sistema monolítico é consideravelmente mais barata do que o sistema em blocos cerâmicos e concreto armado, visto que uma parcela dessa economia, acontece devido a laminação do EPS e aplicação da tela eletrossoldada, a serem realizadas pela própria construtora responsável.

Verificando as diferentes etapas executivas, construir com os painéis monolíticos possibilita alta contingência de gastos na execução de fundações e instalações em geral, uma vez que se trata de uma estrutura mais leve e com mínimos retrabalhos.

Em razão da contínua necessidade por prazo, rendimento e otimização dos processos que o mercado impõe para a construção civil, deve-se implantar novos e práticos sistemas construtivos. A metodologia que emprega o material EPS responde todas as exigências arquitetônicas, otimização no processo de fabricação, flexibilidade de projeto, conforto

térmico e acústico, e principalmente por promover ganhos sustentáveis, através da sua total reciclagem, permitindo que o mesmo material seja aplicado em novos setores.

No entanto, os consumidores em potencial do mercado da construção civil ainda não estão familiarizados com a utilização em larga escala do método em painéis monolíticos de EPS, o fato da alvenaria convencional ser um método enraizado na cultura brasileira que, ao longo dos anos, se ajustou não apenas as condições econômicas, como também, sociais do país, dificulta a implantação de sistemas inovadores na indústria da construção.

Espera-se com a concepção deste breve estudo, direcionar novas alternativas construtivas, visando pairar o crescente déficit habitacional no Brasil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <http://www.abntonline.org.br/m5.asp?cod_noticia=934&cod_pagina=962 >

GONÇALVES, Robson R. O déficit habitacional brasileiro: Um mapeamento por Unidades da Federação e por Níveis de Renda Domiciliar. Financiamento e Perspectivas. IPEA, 1998.

SANTOS, C. H. M. Políticas Federais de Habitação no Brasil 1964-1988. IPEA, 1999.

BARROS, Raquel Regina M. P. Habitação coletiva: a inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura. Campinas/SP, 2008.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8545: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16280: Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7973: Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação de absorção de água. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8081: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Permeabilidade ao vapor de água. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e teto – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2005.

PEREIRA, C. 2018. Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil. Disponível em: < <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-desistemas-construtivos/>>. Acesso em: 25 de julho de 2020.

BARRETO, M. N. casa EPS: Edifício Residencial em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido. 2017. 29-39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Natal – RN.

MONOLITE, 2013; Sistema Construtivo; Disponível em: <www.monolite.com.br/>.

KNAUF INDUSTRIES EPS.
<<https://www.knaufisopor.com.br/produtos/servicos-em-inovacao/eps>>.

SILVA. F.B, 2009; Paredes estruturais com painéis de EPS, Edição 151 - Outubro/2009; Disponível em: <www.techne17.pini.com.br/engenhariacivil/151/artigo287692-2.aspx. > Acesso em 14 de julho 2020.

ABRAPEX. Manual de utilização – EPS na construção civil. São Paulo: Pini, 2016.

ROCHA, J. C.; TESSARI, J. Utilização de Poliestireno Expandido e Potencial de Aproveitamento de seus Resíduos na Construção Civil. 2006. 102 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Florianópolis, SC: UFSC.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIFERENTES SISTEMAS DE FACHADAS DE VIDRO E A APLICAÇÃO DA NBR 7199

ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIFERENTES SISTEMAS DE FACHADAS DE VIDRO E A APLICAÇÃO DA NBR 7199

1. INTRODUÇÃO

O vidro é um material que vem se destacando cada vez mais na construção civil por ser sustentável, estético, versátil e impermeável. No início, ele era usado apenas para decoração, mas ao longo do tempo, com surgimento de novas pesquisas, o vidro passou a ter novas aplicações e funcionalidades. Hoje, o vidro é sinônimo de elegância e sofisticação, oferecendo muitos benefícios como luz natural, conforto térmico e ambientes mais integrados.

O vidro plano (float) é fundamental na construção civil, servindo de base para diversos tipos de vidros como os laminados, temperados, insulados, refletivos, baixo emissivos, autolimpantes e até vidros com propriedades antimicrobianas. Com a tendência cada vez mais em alta das fachadas envidraçadas nos edifícios comerciais e residenciais, surgiram tecnologias avançadas para a produção de vidros especiais visando atender um mercado em constante crescimento e cada vez mais exigente.

As fachadas de vidro vem se tornando cada vez mais elementos importantes nas construções de edifícios comerciais e residenciais, conseguindo até mesmo influenciar significativamente o consumo de energia. As fachadas envidraçadas podem funcionar como barreiras que ajudam a manter o conforto interno sem depender tanto de sistemas de climatização, reduzindo a necessidade desses aparelhos (WESTPHAL, 2016).

Segundo dados de pesquisas mais recentes, as construções de edificações consomem mais de um terço da energia final global e são responsáveis por cerca de um quinto das emissões de gases de efeito estufa (WBCSD, 2021). No Brasil, em 2019, aproximadamente 50% do consumo de energia elétrica foi atribuído a edificações comerciais, residenciais e públicas, com os aparelhos de ar condicionado desempenhando um papel importante nesse gasto (EPE, 2020).

Os vidros de controle solar estão ganhando cada vez mais espaço devido à sua característica de melhorar a eficiência energética dos edifícios. Esses vidros recebem um revestimento metálico que controla a entrada de energia solar, tornando o interior das construções mais confortável e reduzindo a necessidade de ar condicionado.

No Brasil, o uso de vidros de controle solar se tornou essencial para um consumo energético eficiente, especialmente por conta do clima tropical. Westphal, consultor técnico, nos lembra que é crucial especificar corretamente o tipo de vidro para cada edificação, garantindo um bom desempenho térmico e contribuindo para a eficiência energética dos edifícios (WESTPHAL, 2016). Essa situação destaca a importância de escolher o tipo certo de vidro para cada aplicação, assegurando um desempenho térmico adequado e colaborando para a eficiência energética das edificações.

Com a utilização cada vez mais em alta em projetos residenciais e comerciais, sua crescente aplicação em fachadas impulsionou o desenvolvimento de novas tecnologias visando aumentar a eficiência energética. Neste cenário é imprescindível a escolha adequada do sistema de fachadas que será adotado e o tipo correto do vidro que será aplicado de forma a conciliar eficiência energética e soluções arquitetônicas de qualidade.

Este estudo visa analisar a importância da correta especificação de vidros conforme a norma NBR 7199, e como essa especificação pode contribuir para a eficiência energética das edificações.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar as novas tecnologias de vidros e sistemas de fachadas, destacando sua eficiência energética. Além disso, busca-se relacionar essas tecnologias com a NBR 7199, a fim de demonstrar a importância das normas técnicas na construção civil para a sustentabilidade e a eficiência energética das edificações.

3. DELIMITAÇÕES

Esta análise ficará em:

- Tecnologias emergentes de vidros de controle solar.
- Sistemas de fachadas que utilizam vidros de alta eficiência energética.
- Diretrizes estabelecidas pela norma NBR 7199 para a utilização de vidros na construção civil.
- Estudos e pesquisas realizadas no contexto brasileiro e internacional sobre eficiência energética em fachadas de vidro.

4. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia deste estudo consiste em uma análise bibliográfica abrangente, envolvendo:

- Análise de artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado sobre vidros e eficiência energética.
- Consulta a normas técnicas, principalmente a NBR 7199, que regula o uso de vidros na construção civil.
- Revisão de estudos de caso e aplicação de softwares de simulação de desempenho térmico para avaliação da eficiência energética dos diferentes tipos de vidro.

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

5.1 Tecnologias de Fachadas de Vidro

Os avanços tecnológicos em vidros, como os vidros de controle solar, têm mostrado uma melhoria significativa na eficiência energética das edificações. Vidros de controle solar são desenvolvidos para minimizar a entrada de calor por transmissão e controlar a entrada de luz natural. Segundo a NBR 7199, é recomendável o uso de vidros revestidos para controle solar em fachadas expostas à insolação constante, de modo a otimizar a eficiência energética.

Como as exigências para o vidro ficaram mais evidenciadas, houve a necessidade de se desenvolver sistema de fachadas mais modernas e eficientes a fim de atender uma exigência da arquitetura sem perder a segurança. Segundo SACHT, atualmente existe uma tendência para a industrialização desse tipo de sistema e a coordenação modular começa a ser utilizada na busca pela racionalização e diminuição do desperdício (SACHT, 2013).

Para se atender as normativas técnicas, as fachadas vem alcançando um aperfeiçoamento com projetos altamente complexos visando alcançar o máximo em eficiência e desempenho. Segundo Ochoa e Capeluto (2008), existe um número variado de elementos e configurações que podem ser escolhidas, e para isso deve-se considerar prioritariamente alguns parâmetros, tais como: custo, estética, orientação, tamanho das aberturas (janelas), tipo de envidraçado etc.

O esquema da Figura 1 abaixo foi desenvolvido por SACHT, BRAGANÇA representa alguns dos requisitos e aspectos que devem ser considerados durante a concepção de uma fachada:

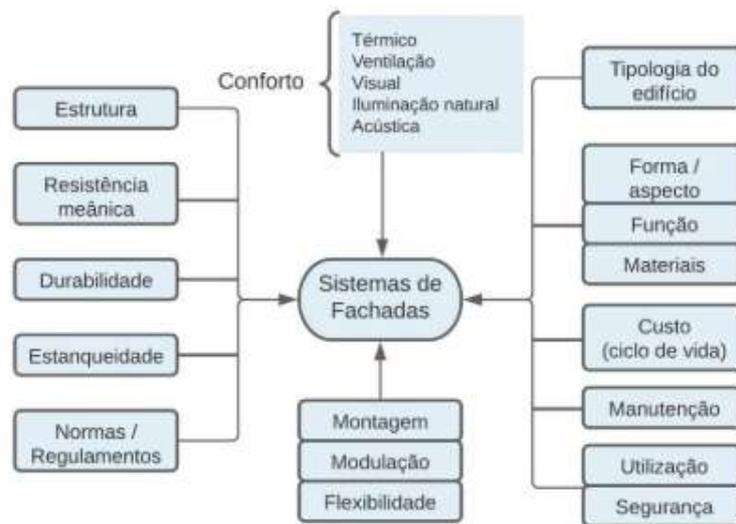


Figura 1 - Esquema ilustrativo elaborado, considerando parâmetros e aspectos que devem ser considerados durante a concepção de uma fachada. (SACHT , BRAGANÇA, et al., 2012)

Com o passar dos anos temos visto a evolução dos sistemas construtivos de fachadas envidraçadas. Os sistemas que antes eram construídos de forma artesanal , atualmente estão industrializados e modernos. Além disso os principais materiais empregados na construção das fachadas , o alumínio e vidro, são altamente recicláveis gerando um número muito pequeno de desperdícios na natureza.

O elemento fundamental na evolução dos sistemas construtivos de fachadas, é que as estruturas de alumínio que ficavam aparentes foram embutidas do lado de dentro das edificações, deixando aparente somente os vidros. Daí o nome mais popularmente conhecido como Pele de Vidro, também conhecida por deixar a fachada mais lisa, sem muitos detalhes aparentes da fixação.

Com essa evolução os sistemas começaram a ganhar nomes, isso dependendo do aspecto arquitetônico desejado. No Brasil, os sistemas de fachadas mais utilizados são: Grid (cortina), Spider, Stick (pele de vidro) e unitizada (Abravidro, 2018).

5.1.1 Fachada Grid

As fachadas Grid são sistemas formados por estruturas de alumínio tubulares formando uma espécie de grelha onde os vidros são fixados na parte exterior das estruturas de alumínio e recebem em suas juntas, um perfil externo de acabamento, podendo ter diferentes formatos e profundidades.

De acordo com o sistemista CDA Alumínio, as fachadas Grid permitem quadros fixos e móveis de diferentes tipologias como maxim-ar, oscilobatente e portas de giro. Podem ser utilizadas em diferentes tipos de edificações, desde amplas fachadas dos mais modernos edifícios ao simples uso em caixilharia de pequenos prédios comerciais e residenciais. É a solução ideal para pisos térreos, podendo atender especificações de grandes vãos. Na

opção grid horizontal a marcação deixa a edificação mais moderna e alongada (CDA Alumínio).

Outro ponto muito importante também destacado pelo CDA Alumínio é referente a simplificação na instalação. Segundo a CDA, a instalação é simples e rápida. Feito pelo lado externo, monta-se primeiro as colunas e travessas, que compõem a infraestrutura principal do sistema, sendo elas que irão suportar e transferir as forças resultantes da pressão de vento e peso próprio da fachada à estrutura ao concreto (CDA Alumínio).

Por fim, as fachadas Grid se destacam, além de seu aspecto moderno e sofisticado, pelo seu desempenho energético e acústico associado com a utilização correta dos vidros laminados. O sistema de corte térmico que diminui a condução do calor externo da fachada para seu interior, ajudando a reduzir o uso de ar-condicionado, com a possibilidade de uso de vidro de 8mm a 14mm de espessura faz do sistema uma ótima escolha quando um dos critérios for desempenho acústico (CDA Alumínio).

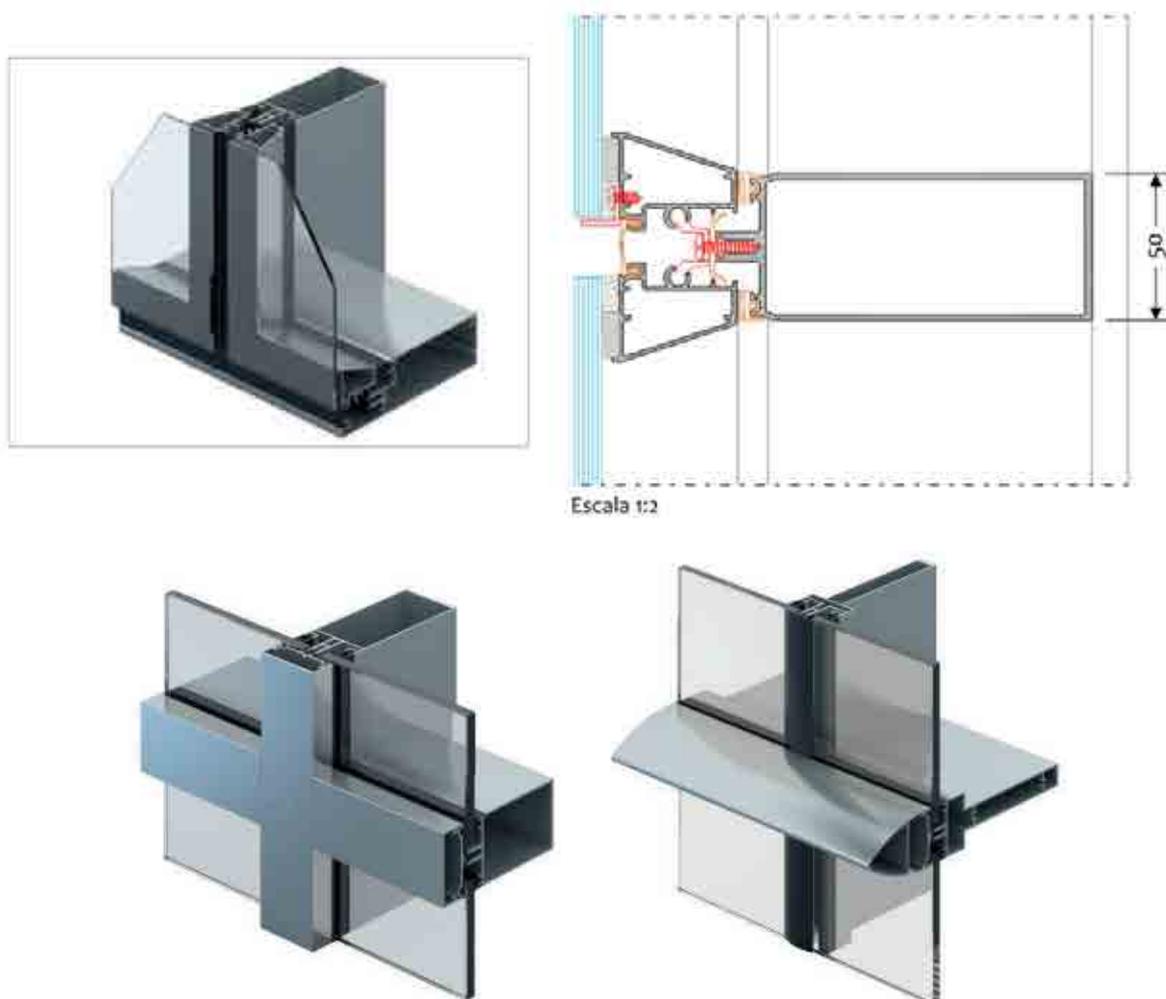


FIGURA 2 - Sistema de fachadas Grid - Sistemista CDA Alumínio

5.1.2 Sistema de Fachada Spider (Aranha)

As fachadas Spider (aranha) são compostas por garras de inox articuladas para sustentar os painéis envidraçados, dispensando caixilhos de alumínio e permitindo que as estruturas de vidro fiquem muito mais limpas (Fachada Spider Glass, 2019). Nesse sistema a fachada possui uma aparência limpa, pois dispensa perfis na parte externa da edificação. Nesse

sistema, os vidros são furados e fixados através de pequenas peças em aço ou alumínio estrutural (Fachadas e Esquadrias, 2018). As rótulas e parafusos são previamente fixadas sobre uma estrutura que dependendo do projeto pode ser em vidro, cabos de aço, perfis de aço, etc (Fachadas e Esquadrias, 2018).

Segundo o site da Abravidro, o vidro usado em instalações com spiders tem que ser temperado (de preferência, temperado laminado), com as furações nos tamanhos e locais exatos da chapa. Por se tratar de uma instalação autoportante (que suporta o próprio peso e é apoiada em apenas uma extremidade), as peças precisam contar com boa resistência mecânica. Ainda segundo o fornecedor e processador de vidro PKO, a tecnologia Spider permite fachadas com curvas e diferentes ângulos, além de opções para colunas, paredes ou ferragem para duas chapas de vidro. A estrutura é leve e suporta até 200 quilogramas por haste e permite a utilização de vidros de diferentes tamanhos, espessuras e tecnologias no beneficiamento (PKO, 2018).



FIGURA 3 - Detalhe de fixação dos vidros na estrutura do Spider



FIGURA 4 - Exemplo de aplicação de fachada Spider

5.1.3 Sistema de fachadas Stick

Os sistemas de fachadas Stick, que pode ser traduzido por bastões, são estruturas em alumínio tubulares instalados nas edificações através de sistemas auxiliares de ancoragem onde os vidros são colados nas estruturas de alumínio através de silicone estrutural ou sistemas de fitas VHB específico para essa finalidade. Atualmente esse tipo de sistema é o mais utilizado por permitir maiores ajustes e flexibilidade de correções nas edificações além de seu aspecto limpo na parte exterior uma vez que toda a estrutura fica escondida pelos vidros.

Na Fachada Stick, as peças são instaladas uma a uma com ajuda de um andaime ou balancim pelo lado externo da obra sendo colocadas primeiro, as colunas, em seguida as travessas, painéis compostos (se existirem) e finalmente as folhas de vidros móveis ou fixas (Gratao, 2021), como ilustrado na Figura 5.



FIGURA 5 - Instalação de painel de fachada glazing sistema Stick

A Figura 6 ilustra o sistema de fixação do sistema stick estrutural glazing e detalha seu sistema de ancoragem na estrutura principal do prédio.

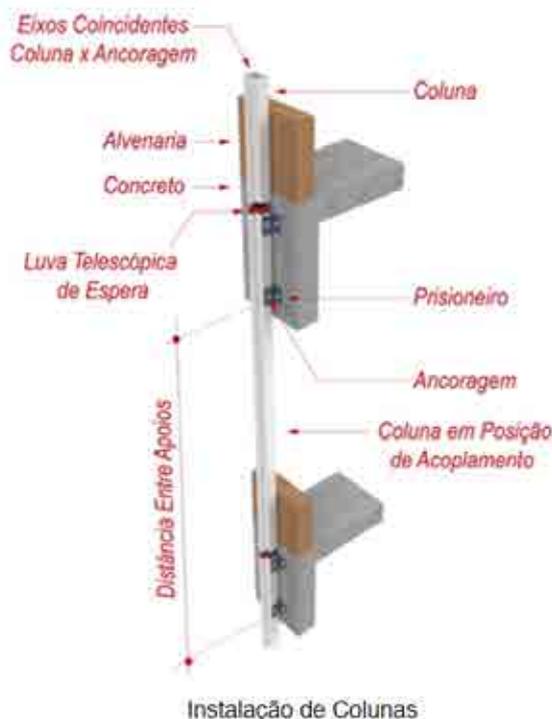


FIGURA 6 - Sistema de fixação das colunas (Sistemista Perfil Alumínio)

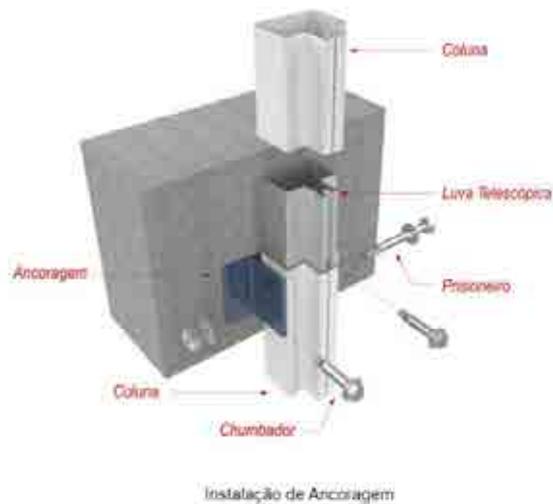


FIGURA 7 - Instalação de Ancoragem na estrutura principal da edificação

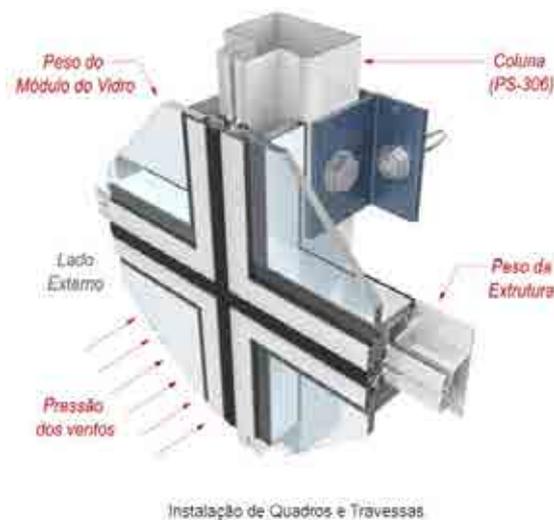


FIGURA 8 - Instalação de quadros e travessas (Sistemista Perfil Alumínio)

5.1.4 Fachadas Unitizadas

O sistema de fachadas unitizadas foi desenvolvido por projetistas norte-americanos com intuito de reduzir a mão de obra, o volume de alumínio utilizado, obter mais segurança e eficiência no processo de instalação, uma vez que a montagem é feita do lado interno do edifício (TIGRE, 2016).

O conceito fundamental das fachadas unitizadas é a união de todos os elementos que compõem o sistema (perfis, gaxetas, borrachas, vidro e demais acessórios) em uma célula ou módulo que seja possível sua fabricação dentro da indústria de esquadrias. Conforme destaca ARRUDA esse conceito de esquadria garante, com segurança, extrema rapidez na instalação e facilidade na montagem, já que os perfis são fixados praticamente por encaixes, tendo como resultado final excelente relação custo x benefício.

Segundo o sistemista CDA Alumínio, os sistemas de fachadas unitizadas consistem em uma junção de dois montantes que formam a coluna principal do conjunto e a junção das partes horizontais formam as travessas. Os painéis são fechados com vidros e podem ainda receber elementos como granito, Acm (alumínio composto), brises entre outros. A CDA ainda destaca que o grande diferencial do sistema de painéis é ser totalmente produzido na fábrica, desde a montagem até a colagem dos vidros e toda vedação do sistema, gerando uma produtividade maior e a racionalização do trabalho nas obras de edifícios comerciais e corporativos. (CDA Alumínio, 2024).

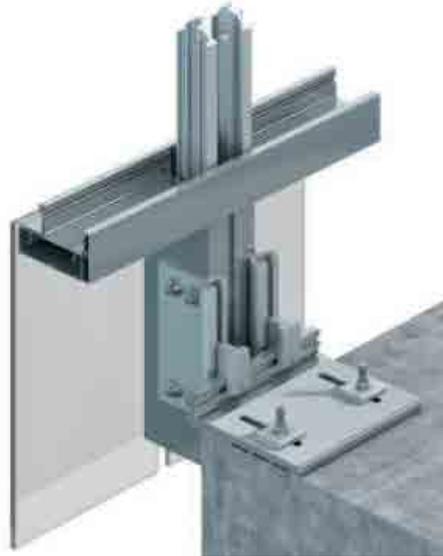


FIGURA 9 - Sistema de ancoragem na laje para recebimento dos painéis unitizados

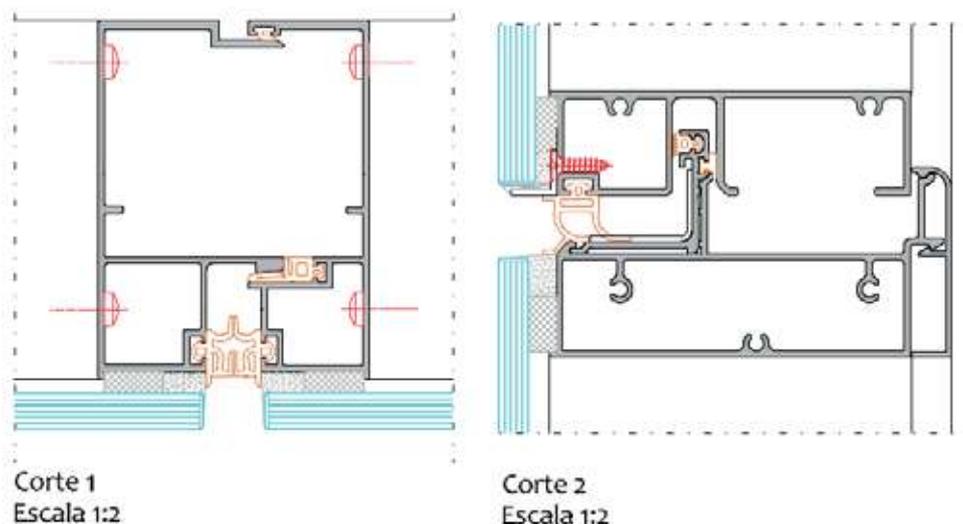


FIGURA 10 - União dos módulos formando a coluna e travessas dos módulos

5.2 Especificação de Vidros nos Sistemas de Fachadas

A escolha e especificação correta dos vidros são fundamentais para alcançar um equilíbrio entre eficiência energética e estética. A norma NBR 7199 enfatiza a importância de selecionar materiais que considerem fatores como dilatação, deformações e vibrações

causadas por variações de temperatura ou ações mecânicas. A Tabela 1 apresenta as propriedades de diferentes tipos de vidros comumente utilizados em fachadas, destacando suas contribuições para a eficiência energética.

Produzidos nas fábricas	Processados nas distribuidoras		Vidros especiais
	Tratamento superficial	Beneficiamento	
Aramado	Acidado	Curvo	Antibactéria
Controle solar	Jateado	Insulado	Antifogo
Espelho	Pintado a frio	Laminado	Antirrisco
Extra clear	Serigrafado	Temperado	Autolimpante
Float colorido			Blindado
Float incolor			Fotovoltaico
Impresso			
Laminado			

TABELA 1 - Tipos de vidros fabricados e processados

A NBR 7199 recomenda que os vidros para instalação em fachadas devem ser vidros de segurança: laminados, aramados ou insulados. Segundo Westphal (2016) a partir desses tipos de vidros podem ser produzidos dezenas de outros, através da combinação de duas ou mais chapas, com várias funcionalidades diferentes (WESTPHAL, 2016).

Um dos fatores a se destacar com a versatilidade dos vidros é que eles permitem projetos com diferentes funcionalidades e possibilidades, trazendo privacidade aos ambientes como conforto térmico e acústico. Segundo Westphal (2021), com a tecnologia atual, mesmo no clima brasileiro, que é quente e úmido em grande parte de sua extensão, é possível produzir um prédio revestido inteiramente de vidro e com alta eficiência energética. Para isso é necessário definir a combinação correta entre desenho arquitetônico, especificação do vidro, definição de área transparente em cada fachada e elemento construtivo a ser aplicado por trás do vidro de revestimento. Atualmente no Brasil possui 4 grandes fabricantes de vidros planos: AGC, CEBRACE, GUARDIAN e VIVIX, além de processadoras e importadoras de outras marcas internacionais (WESTPHAL, 2021).

Segundo o fabricante Guardian Glass, um dos maiores fabricantes de vidro plano do Brasil, destaca que embora o vidro plano forneça um excelente produto base, a laminação pode adicionar outros benefícios, como cor, controle de som, segurança e proteção. Isso ajuda a tornar o vidro mais adequado às aplicações arquitetônicas exigentes de hoje, seja o uso final redução de ruído, resistência a impactos de furacões, proteção contra invasões, proteção contra vidros quebrados – ou uma combinação de tudo. Ele também acrescenta que o vidro laminado consiste em folhas de vidro unidas por uma camada intermediária de plástico. O vidro e as camadas intermediárias podem ser fornecidos em diversas cores e espessuras para fornecer a aparência e o desempenho desejados de acordo com a aplicação. Enquanto o vidro laminado ainda pode quebrar, os fragmentos tendem a aderir à camada intermediária de plástico e permanecer em grande parte intactos, reduzindo o risco

de ferimentos. Por isso, o vidro laminado pode ser qualificado como um envidraçamento de segurança (Guadian Glass, 2024).

Norma	Última atualização	Assunto
ABNT NBR NM 293	2004	Terminologia de vidros planos e dos componentes acessórios à sua aplicação, a definição de vidro de segurança.
ABNT NBR NM 294	2004	Vidro Float
ABNT NBR NM 295	2004	Vidro Aramado
ABNT NBR NM 297	2004	Vidro Impresso
ABNT NBR NM 298	2006	Classificação do vidro plano quanto ao impacto
ABNT NBR 7199	2016	Projeto, execução e aplicação do vidro na construção civil
ABNT NBR 7334	2011	Vidros de segurança - Determinação dos afastamentos quando submetidos à verificação dimensional e suas tolerâncias - método de ensaio
ABNT NBR 10821	2001	Esquadrias externas para edificações
ABNT NBR 12067	2017	Vidro plano - Determinação da resistência à tração na flexão
ABNT NBR 14207	2009	Boxes de banheiro fabricados com vidros de segurança
ABNT NBR 14488	2010	Tampos de vidro para móveis - Requisitos e métodos de ensaio
ABNT NBR 14564	2017	Vidros para sistemas de prateleiras - Requisitos e métodos de ensaio

ABNT NBR 14696	2015	Espelhos de prata - Requisitos e métodos de ensaio
ABNT NBR 14697	2001	Vidro Laminado
ABNT NBR 14698	2001	Vidro Temperado
ABNT NBR 14718	2019	Esquadrias - Guarda-corpos para edificação - Requisitos, procedimentos e métodos de ensaio
ABNT NBR 15198	2005	Espelhos de prata - Beneficiamento e instalação
ABNT NBR 16015	2012	Vidro Insulado - características, requisitos e métodos de ensaio
ABNT NBR 16023	2020	Vidros revestidos para controle solar - Requisitos, classificação e métodos de ensaio

TABELA 2 - Quadros com as principais normas nacionais para aplicação do vidro na construção civil

5.3 Propriedades dos Vidros de Controle Solar

Vidros de controle solar são essenciais para reduzir o consumo energético das edificações, melhorando o desempenho térmico. A NBR 7199 recomenda o uso de vidros com revestimentos especiais para aplicações expostas ao sol, o que contribui para a sustentabilidade e a eficiência energética das edificações.

Propriedades dos vidros de controle solar	
Fator Solar	Indica o ganho de calor que será proporcionado pelo vidro quando exposto à radiação do sol.
Transmissão Luminosa	Representa o quão transparente é o vidro.
Reflexão Luminosa Externa	Indica o quão espelhado é o vidro durante o dia, quando visto de fora da edificação.
Reflexão Luminosa Interna	Indica o quão espelhado é o vidro durante a noite, quando visto de dentro da edificação.

TABELA 3 - Propriedades do vidro de controle solar

5.4 Importância da NBR 7199 na Construção Civil

A NBR 7199 fornece diretrizes abrangentes para a utilização de vidros na construção civil, garantindo que os projetos atendam aos requisitos de segurança e desempenho térmico. A norma especifica a importância de utilizar vidros adequados às condições climáticas e estruturais, promovendo a eficiência energética através da correta especificação e aplicação dos materiais.

Segundo a empresa PKO do Brasil, o conhecimento e a aplicação correta da NBR 7199 são essenciais para garantir a qualidade, segurança e desempenho dos projetos que envolvem vidros na construção civil. Ao seguir as diretrizes estabelecidas por essa norma técnica, profissionais e empresas do setor contribuem para a construção de edifícios mais seguros e eficientes (PKO, 2024).

A Abravidro (Associação brasileira de distribuidores e processadores de vidros planos) disponibiliza em seu site materiais onde simplifica e deixa de forma clara e didática quais vidros são os corretos para cada finalidade que será utilizado. Esse material pode ser acessado em <https://abravidro.org.br/wp-content/uploads/2018/03/que-vidro-usar-tamojuntovidraceiro.pdf>

5.5 Conclusão

Este trabalho teve o intuito de demonstrar os diferentes tipos de fachadas de vidros que podemos encontrar nos centros urbanos, parques industriais, áreas comerciais e residenciais. As fachadas fazem parte da paisagem das cidades e representam um grande avanço do ponto de vista tecnológico e de sustentabilidade. Aliadas com as boas práticas

de aplicação correta dos vidros, elas desempenham um papel fundamental na arquitetura das grandes cidades.

Também foi possível demonstrar neste trabalho, a importância do vidro e os cuidados necessários na hora de realizar a indicação correta para sua utilização. Como observou-se, a especificação correta dos vidros contribui para o desempenho energético eficiente e sustentável das edificações. Tudo isso aliado com boas práticas do mercado regulamentadas pelas suas normas, em especial a 7199, que é base para as demais, podemos ter tranquilidade em saber que o mercado está bem orientado para garantir a segurança e a eficiência das construções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016). NBR 7199: Vidros na Construção Civil - Projeto, Execução e Aplicações. Rio de Janeiro: ABNT.

Dias, N.C. Eficiência energética em edifícios com fachadas de vidro: uma revisão de literatura. Universidade Federal de Ouro Preto, 2022.

Andreis, C.; Basen, P.; Westphal, F.S. Desempenho energético de fachadas envidraçadas em climas brasileiros. 2014.

ABNT NBR 14697 - Vidro Laminado. ABNT. [S.I.]. 2001.

ABNT NBR 14698 - Vidro Temperado. ABNT. [S.I.]. 2001.

ABNT NBR 14718 - Esquadrias - Guarda-corpos para edificação - Requisitos, procedimentos e métodos de ensaio. ABNT. [S.I.]. 2019.

ABNT NBR NM 293 - Terminologia de vidros planos e dos componentes acessórios à sua aplicação, a definição de vidro de segurança. ABNT. [S.I.]. 2004.

ABNT NBR NM 294 - Vidro Float. ABNT. [S.I.]. 2004.

ABNT NBR NM 295 - Vidro Aramado. ABNT. [S.I.]. 2004.

ABNT NBR NM 297 - Vidro Impresso. ABNT. [S.I.]. 2004.

ABNT NBR NM 298 - Classificação do vidro plano quanto ao impacto. ABNT. [S.I.]. 2006.

BASEN, P.; WESTPHAL, F. Fachadas de vidro no Brasil: Um estudo comparativo de viabilidade econômica. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Maceió, p. 10. 2014.

SACHT, H. M. et al. Sistemas de fachadas inovadores e conforto térmico : estudo em Portugal. Revista Tecnológica, p. 15, novembro 2012. SACHT, H. M. Módulos de fachada para reabilitação eco-eficiente de edifícios. [S.I.]. 2013.

SIQUEIRA, T. C. P. A. et al. Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações. Revista Escola de Minas, p. 133-138, 2005.

ARRUDA, T. S. D. Estudos de modalidades para a execução de fachada cortina, Rio de Janeiro, 2010.

BASEN, P.; WESTPHAL, F. Fachadas de vidro no Brasil: Um estudo comparativo de viabilidade econômica. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Maceió, p. 10. 2014.

TIGRE, A. L. Eficiência energética em edifícios com fachada de vidro, Curitiba, 2016.

WESTPHAL, F. Vidros de alto desempenho e eficiência energética em edificações. Abividro, 2021. WESTPHAL, F. S. Manual técnico do vidro plano para edificações. Abividro, p. 190, 2016

CDA ALUMÍNIO, 18/06/2024. Disponível em <https://cdametais.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Rembrandt.pdf>.

GUARDIAN GLASS, 20/06/2024. Disponível em <https://www.guardianglass.com/la/pt/why-glass/understand-glass/how-glass-is-made>.

ABRAVIDRO, Associação Brasileira de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos. 20/06/2024. Disponível em

<https://abravidro.org.br/punoticias/sistema-spider-7-dicas-para-usa-lo-com-perfeicao/>

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

OBSTÁCULOS ASSOCIADOS A ADOÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

OBSTÁCULOS ASSOCIADOS A ADOÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

1. INTRODUÇÃO

A presença da Inteligência Artificial (IA) é cada vez mais notável em diversos aspectos da vida diária. Nos últimos anos ocorreu um crescimento acelerado da presença da IA no nosso cotidiano. Não são poucas as situações em que usamos, na maioria das vezes sem darmos conta, modelos criados por algoritmos de IA (Faceli, 2021).

A IA, com sua capacidade de aprender, raciocinar e tomar decisões, tem se destacado em vários setores. No setor da construção civil, o uso de tecnologias se mostra eficiente na otimização da gestão dos recursos, agilidade das atividades construtivas e diminuição dos custos do projeto final. Esta tecnologia emergente pode revolucionar a maneira como os projetos são planejados, executados e controlados, transformando a gestão de projetos de construção ao processar grandes volumes de dados e gerar insights valiosos.

Apesar dos avanços significativos, a adoção de sistemas de IA num ambiente tradicionalmente conservador não é um caminho livre de desafios. Analisando a literatura disponível, buscamos compreender os obstáculos associados à adoção da IA na construção civil, destacando as oportunidades que essa tecnologia oferece para o avanço do setor.

Este estudo adota uma abordagem de pesquisa bibliográfica para identificar e analisar esses obstáculos. A metodologia envolve o levantamento e a análise crítica de fontes acadêmicas e profissionais relevantes, categorizando os principais desafios técnicos e sociais. A estrutura do trabalho é organizada em torno da revisão da literatura, seguida pela discussão dos resultados, onde são apresentadas as barreiras identificadas e as oportunidades para superar esses desafios.

2. OBJETIVO

Este estudo visa identificar obstáculos técnicos e culturais enfrentados para a adoção da IA na construção civil. Abordaremos também os benefícios advindos da adoção da IA no setor.

Objetivos Específicos

Esse estudo tem como objetivos específicos identificar os problemas técnicos e culturais que dificultam a adoção da IA incluindo:

- A falta de infraestrutura adequada;
- Desafios com a qualidade e quantidade de dados;
- Questões de segurança cibernética;
- Resistência à adoção de IA devido a preocupações com a possível redução de empregos; e
- Políticas e regulamentações.

Abordar os possíveis benefícios da adoção da IA no setor, incluindo:

- Otimização de processos; e
- Aumento da eficiência e redução de custos na gestão e execução de projetos.

Com esses objetivos, queremos oferecer uma visão clara e prática sobre como a IA pode transformar a construção civil, trazendo mais eficiência e inovação ao setor.

3. DELIMITAÇÕES

Este estudo concentra-se em apresentar os obstáculos técnicos e culturais associados à adoção da IA no setor da construção civil.

Entre os obstáculos técnicos, trataremos sobre a falta de infraestrutura tecnológica adequada para a implementação eficaz de sistemas de IA, a dificuldade com a alimentação dos dados essenciais para o desenvolvimento de soluções precisas e confiáveis e os desafios relacionados à proteção dos dados e à segurança dos sistemas de IA.

No âmbito social e cultural, o estudo trará a aversão cultural à adoção de novas tecnologias no setor da construção civil, abordando a necessidade de treinamento e qualificação dos profissionais para operarem e gerenciarem tecnologias de IA. Também serão apresentadas as preocupações relacionadas à possível redução de empregos decorrente da automação e da adoção de IA.

Este estudo não abrange questões econômicas diretamente relacionadas à implementação da IA, como custos de investimento, retorno financeiro ou análise de custo-benefício. O foco é primariamente nas barreiras e desafios que influenciam a eficácia e a aceitação da IA no setor, além de explorar os benefícios potenciais da sua adoção.

4. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa bibliográfica adotada neste estudo segue um processo sistemático e rigoroso, conforme descrito por Boccato (2006) e Chiara, Kaimen, et al. (2008), para analisar a integração da Inteligência Artificial (IA) na construção civil. Este processo é delineado em várias etapas essenciais:

Levantamento e seleção das fontes:

Realizou-se um levantamento abrangente de fontes relevantes, utilizando bases de dados acadêmicas. A seleção das fontes seguiu critérios rigorosos de relevância, atualidade e credibilidade, com foco em publicações dos últimos dez anos para refletir o estado atual da tecnologia e das práticas do setor (Botelho et al., 2011; Mendes et al., 2008).

Revisão da literatura:

A revisão envolveu uma análise de conteúdo detalhada das fontes selecionadas, identificando padrões, temas recorrentes e lacunas na literatura existente (Bardin, 2002). Esta etapa permitiu categorizar os principais obstáculos e oportunidades relacionados à adoção da IA na construção civil.

Análise crítica:

Cada fonte foi submetida a uma avaliação crítica quanto à sua metodologia, resultados e conclusões (Cook et al., 1997). A análise crítica incluiu a robustez dos dados, a validade dos métodos de pesquisa utilizados e a relevância das conclusões para o contexto da construção civil.

Identificação de lacunas e recomendações:

Identificaram-se lacunas na literatura existente, apontando áreas que requerem investigação futura (Scorsolini-Comin & Santos, 2010). Com base na análise crítica e na síntese das informações, foram propostas soluções práticas para superar os desafios identificados.

Este método de pesquisa bibliográfica potencializa a crítica interna e externa, bem como o desenvolvimento teórico e metodológico da própria ciência, subsidiando a prática dos profissionais e as proposições de políticas sociais e educacionais (Botelho et al., 2011; Mendes et al., 2008; Scorsolini-Comin & Santos, 2010).

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

A adoção da IA na construção civil representa um avanço significativo, prometendo eficiência e inovação, revolucionando a forma como se planeja, executa e mantém projetos. Embora sejam inúmeros os benefícios, enfrenta-se uma série de desafios que precisam ser superados para que seu potencial seja alcançado. A seguir, detalharemos cada tópico e discutiremos possíveis soluções para os problemas identificados.

IA e infraestrutura para processamento de dados

A falta de infraestrutura tecnológica adequada é um dos principais obstáculos técnicos à implementação da IA. A IA depende do processamento eficiente de grandes volumes de dados, isso inclui a coleta, armazenamento e gerenciamento dessas informações. A IA requer servidores potentes com alta capacidade de processamento, memória e armazenamento. A qualidade dos dados é crucial, dados imprecisos ou incompletos podem afetar negativamente os resultados dos algoritmos de IA.

A eficácia da IA na construção civil está diretamente ligada à qualidade dos dados processados e à confiabilidade dos algoritmos utilizados. É fundamental garantir que os sistemas de IA sejam rigorosos e capazes de lidar com as complexidades do setor de construção, onde erros podem resultar em sérios acidentes ou falhas estruturais.

Uma alta velocidade de conexão é de suma importância para que seja possível processar dados e obter resultados em tempo real. Para resolver esse problema, é necessário um investimento substancial em hardware e software compatíveis com as tecnologias de IA.

IA e segurança cibernética

A integração de IA apresenta potenciais riscos de segurança cibernética. A proteção dos dados e integridade dos sistemas de IA são cruciais para garantir que estas tecnologias avancem de maneira segura e confiável.

A cibersegurança é uma preocupação importante, uma vez que os sistemas podem ser alvos de ataques, levando a vazamento de informações e manipulações de dados. É necessário rigorosa proteção contra acessos não autorizados aos dados utilizados e gerados pelos sistemas de IA, como esquemas arquitetônicos, coordenadas geográficas e dados pessoais dos trabalhadores.

Para garantir o bom funcionamento da IA é extremamente importante que a manutenção e configuração dos sistemas esteja em dia, de modo a identificar possíveis falhas, ou violações. Garantir um bom monitoramento e detecção de anomalias permite identificar atividades suspeitas que possam comprometer os sistemas.

Fornecer aos funcionários treinamento contínuo sobre práticas de segurança cibernética e a identificação de possíveis problemas, garantem um melhor funcionamento e gestão dos sistemas.

A segurança cibernética é um componente essencial para a adoção da IA. As medidas de segurança não só protegem os dados e a integridades dos sistemas de IA, mas também aumentam a confiança naqueles que estão interessados na utilização dessas tecnologias, contribuindo positivamente para a inovação e a eficiência, sem comprometer a segurança e privacidade.

IA e mercado de trabalho

A IA tem transformado o mercado de trabalho, trazendo oportunidades e desafios. Com sua capacidade de automatizar tarefas, analisar grandes volumes de dados e tomar decisões complexas têm impactado significativamente o mercado de trabalho, influenciando nas habilidades exigidas dos trabalhadores.

Vários estudos mostram que atividades profissionais desaparecerão, sendo substituídas por atividades que até o momento são desconhecidas ou inimagináveis. Com frequência, são divulgadas listas com as profissões com maior probabilidade de desaparecer no futuro (Carvalho, 2021).

A adoção da IA pode trazer benefícios reduzindo a exposição das pessoas a situações e atividades de risco, diminuindo a necessidade de as pessoas realizarem tarefas cansativas e repetitivas, a automação de atividades complexas, como previsões de demanda e análises financeiras.

Não é correto pensar que a IA apenas encerrou algumas funções existentes, mas ela também trouxe a oportunidade de novas funções como cientistas de dados, engenheiro e especialistas em IA. A adoção da IA tem transformado as habilidades requeridas no mercado de trabalho, tornando necessário a melhor qualificação dos trabalhadores.

A resistência cultural à mudança é uma barreira significativa. Para superar isso, é crucial desenvolver programas de treinamento e capacitação que não apenas atualizem as habilidades técnicas dos trabalhadores, mas também abordem as preocupações e o valor da IA. A educação contínua e o desenvolvimento profissional podem ajudar a mitigar o medo da automação, destacando como a IA pode complementar as habilidades humanas, em vez de substituí-las.

IA e responsabilidade

A responsabilidade em sistemas de IA é uma questão crucial para garantir que essas tecnologias sejam utilizadas de forma ética, segura e justa. A adoção de critérios de responsabilidade é contundente para minimizar riscos, prevenir abusos e proteger os direitos fundamentais.

De acordo com o documento “Orientações éticas para uma IA confiável” publicado em 2019 por um grupo independente de especialistas em IA da União Europeia, define que uma IA responsável, denominada confiável, deve ser:

- Legal: respeita a todas as disposições legislativas e regulamentares aplicáveis;
- Ética: respeita os princípios e valores éticos;
- Robusta: sob as perspectivas éticas e sociais.

As orientações apresentam sete requisitos que incluem aspectos sistêmicos, individuais e societais que a IA deve cumprir para ser considerada confiável. Dentre os requisitos está a responsabilização, que vinculada ao princípio da equidade, exige mecanismos que garantam a responsabilidade pelos sistemas de IA e seus resultados antes e após a adoção.

Garantir a responsabilização em sistemas de IA é essencial para que essas tecnologias avançadas sejam utilizadas de forma justa, ética e segura. Sem mecanismos apropriados, há um grande risco de abusos, discriminação e violação de direitos fundamentais. Assim, a responsabilização não apenas protege indivíduos e a sociedade, mas também reforça a confiança pública na IA e incentiva sua adoção de maneira responsável e sustentável.

Oportunidades de Inovação e Eficiência

Inúmeras são as oportunidades que a IA oferece ao setor da construção civil, desde a otimização de processos a redução de custos e a melhoria na gestão de projetos. Para capitalizar essas oportunidades, é necessário um ambiente que favoreça a experimentação e a adoção de novas tecnologias. Isso pode ser alcançado por meio de incentivos fiscais para empresas que investem em IA e pela implementação de regulamentações que promovam a segurança e a inovação. Além disso, a análise de estudos de caso de sucesso pode fornecer insights valiosos e melhores práticas que podem ser adaptadas e aplicadas em outros projetos.

É de suma importância que a implantação de sistemas de IA seja feita de forma consciente, pois requer uma infraestrutura de dados segura e confiável, de forma a garantir que as decisões tomadas por sistemas automatizados sejam claras e justas, e estejam sempre alinhadas com os princípios éticos estabelecidos e a legislação vigente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angelucci, C. B.; Kalmus, J.; Paparelli, R.; Patto, M. H. S. O estado da arte da pesquisa sobre o fracasso escolar (1991-2002): um estudo introdutório. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 51-72, 2004.

Bardin, L. *Análise de conteúdo*. Tradução de L. A. Reto e A. Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.

Bastos, J. A. *Saúde mental e trabalho: metassíntese da produção acadêmica no contexto da pós-graduação brasileira*. 2013. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

Botelho, L. L. R.; Cunha, C. A.; Macedo, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

Cook, D. J.; Mulrow, C. D.; Haynes, R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of Internal Medicine*, Philadelphia, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.

FACELI, K. et al. *Inteligência Artificial – Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina*.

ed. GrupoGen, 2021. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br/e-book-inteligencia-artificial-uma-abordagem-de-aprendizado-de-maq>. Acesso em: 22 maio 2024.

Grupo Independente. *Orientações éticas para uma IA de confiança*. Comissão Europeia, junho de 2018.

Mendes, K. D. S.; Silveira, R. C. C. P.; Galvão, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & Contexto - Enfermagem*, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008.

Scorsolini-Comin, F.; Santos, M. A. Satisfação conjugal: revisão integrativa da literatura científica nacional. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v. 26, n. 3, p. 525-531, 2010.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

APLICABILIDADE DA LOGÍSTICA REVERSA NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

APLICABILIDADE DA LOGÍSTICA REVERSA NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico, proporcionando infraestrutura, habitação e empregos (SILVA, 2020). No entanto, o setor enfrenta desafios significativos na gestão eficiente dos resíduos sólidos (ALMEIDA; GOMES, 2018). O aumento da urbanização e industrialização tem levado a uma expressiva geração de resíduos sólidos (SANTOS, 2019), enquanto cresce a conscientização ambiental e a necessidade de práticas que minimizem impactos e promovam a economia circular (COSTA; SILVA, 2017).

A construção civil destaca-se como uma das maiores consumidoras de recursos naturais e geradoras de resíduos sólidos globalmente, devido à crescente demanda por infraestrutura e habitação (OLIVEIRA, 2021). Nesse contexto, a logística reversa emerge como uma abordagem estratégica para reduzir o impacto ambiental e promover a economia circular na gestão dos resíduos sólidos da construção civil (PEREIRA, 2020).

A logística reversa pode ser aplicada em várias etapas do ciclo de vida dos materiais na construção civil, desde o planejamento até a reciclagem e reutilização de materiais no canteiro de obras (RODRIGUES, 2018). Esta prática oferece benefícios como economia de recursos, redução do impacto ambiental e conformidade com regulamentações, além de estimular a inovação e a responsabilidade social corporativa (BARBOSA, 2020).

Apesar dos benefícios, a implementação da logística reversa enfrenta desafios como falta de conscientização, custos elevados e complexidade logística (TEIXEIRA, 2017). Em resumo, investir em logística reversa no gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil é uma estratégia inteligente e lucrativa (MARTINS, 2021), apesar das barreiras existentes.

Este trabalho baseia-se em uma revisão abrangente da literatura sobre a aplicação da logística reversa no gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil. A metodologia adotada envolve a análise e síntese de estudos e pesquisas que abordam os benefícios, desafios e práticas recomendadas da logística reversa nesse contexto. A revisão bibliográfica é realizada com o objetivo de fornecer uma compreensão detalhada das contribuições acadêmicas existentes e identificar lacunas no conhecimento que possam orientar futuras pesquisas.

2. OBJETIVO PRINCIPAL

Ao final deste estudo, espera-se, por meio de uma revisão abrangente da literatura, demonstrar como a logística reversa pode ser integrada de forma eficaz no gerenciamento dos resíduos de construção civil.

2.1. Objetivos Específicos

- Contextualizar sobre a importância da indústria da construção civil e seus desafios na gestão de resíduos sólidos;

- Abordar acerca da necessidade de práticas sustentáveis e economia circular na gestão de resíduos sólidos;
- Detalhar a aplicabilidade e as etapas da logística reversa no ciclo de vida dos materiais na construção civil.

3. DELIMITAÇÕES

Este trabalho irá analisar os benefícios e a viabilidade da aplicação da logística reversa no gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em obras de construção civil. Serão investigadas as principais barreiras enfrentadas pelas empresas do setor, bem como as estratégias e práticas recomendadas para superá-las. Além disso, serão examinados exemplos de boas práticas, para retirar os pontos principais sobre a forma mais eficiente de integrar efetivamente a logística reversa no canteiro de obras, no contexto da construção civil.

O trabalho será restrito aos itens expostos. Não serão tratadas de forma aprofundada as legislações e certificações envolvidas no processo de logística reversa, a tipologia e classificação de cada tipo de resíduo de construção civil. Também não será abordado neste trabalho uma aplicação específica, uma vez que o trabalho será realizado via revisão bibliográfica.

Ao final deste trabalho, espera-se contribuir com o avanço do conhecimento acadêmico sobre o tema e fornecer subsídio para as empresas e profissionais interessados em adotar abordagens mais sustentáveis para o gerenciamento dos resíduos sólidos em obras de construção civil, incentivando a adoção de práticas mais responsáveis.

4. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia adotada nesta pesquisa foi predominantemente bibliográfica, envolvendo a revisão de literatura sobre logística reversa, gestão de resíduos sólidos e práticas sustentáveis na construção civil. A pesquisa bibliográfica é uma abordagem que se fundamenta na revisão de literatura existente, possibilitando a compreensão e o aprofundamento sobre o assunto a partir de fontes diversas.

Fez parte da metodologia adotada, a leitura crítica e análise do material encontrado acerca do tema. Esta etapa envolveu a síntese das informações encontradas, identificação de padrões, divergências e convergências entre os autores, bem como a organização dos dados de forma coerente e lógica para atender aos objetivos da pesquisa.

A partir da revisão da literatura, elaborou-se a fundamentação teórica do trabalho. Esta seção foi estruturada para fornecer uma base sólida e contextualizar o leitor sobre o tema investigado, destacando os principais conceitos, teorias e estudos anteriores relevantes.

O referencial teórico foi construído com base nas informações obtidas durante a revisão de literatura. Organizou-se o conteúdo de forma a abordar os aspectos mais relevantes do tema, seguindo uma lógica que facilitasse a compreensão e sustentação dos argumentos apresentados.

A escolha do tema abordado se justifica pela crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e a necessidade urgente de soluções eficazes para a gestão de resíduos sólidos na construção civil. A logística reversa, que envolve o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo de materiais do ponto de consumo de volta ao ponto de origem para reutilização, reciclagem ou disposição adequada, apresenta-se como uma alternativa promissora para enfrentar esses desafios.

4.1. Importância da Construção Civil no Desenvolvimento Socioeconômico e Introdução à Logística Reversa

A construção civil é um dos setores mais dinâmicos da economia global, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) de muitos países. Além de impulsionar o crescimento econômico, a indústria da construção civil gera empregos e promove o desenvolvimento urbano e rural. Contudo, a magnitude dessa indústria também acarreta desafios ambientais consideráveis, especialmente no que diz respeito à geração e gerenciamento de resíduos sólidos.

Em contrapartida, a indústria da construção civil é uma das que mais impactam o meio ambiente. Isso se deve a grande quantidade de matéria prima utilizada, ao excesso de ruídos e sujidades que ela produz e a considerável quantidade de resíduos gerados. Segundo Pinto (1999) o setor da construção civil é responsável por quase 70% dos resíduos gerados. Dessa forma, é de suma importância que existam políticas públicas voltadas para esse setor para atingir modelos de desenvolvimento mais sustentáveis e ecologicamente corretos.

Assim, a logística reversa na construção civil, embora seja ainda incipiente no Brasil, já é uma realidade para muitos outros países, pois tem se mostrado uma ferramenta importante para redução dos impactos ambientais, para redução do uso dos recursos naturais e para redução do volume de resíduos descartados. Ademais, trata-se de um importante mecanismo de desenvolvimento social, econômico e sustentável, uma vez que favorece o surgimento de novos negócios, traz retorno financeiro para as empresas que a aderem e preserva o meio ambiente para as futuras gerações.

4.2. Desafios da Gestão Eficiente de Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos gerados em obras de construção civil são constituídos por uma ampla gama de materiais como concreto, madeira, metais, gesso, tijolos e plásticos. A gestão inadequada desses resíduos pode resultar em desperdício de recursos naturais, aumento de custos e impactos ambientais negativos. Os principais desafios incluem:

- **Elevado Volume de Resíduos:** As obras de construção civil geram uma quantidade substancial de resíduos, o que exige sistemas eficientes de coleta, transporte e destinação final.
- **Diversidade de Materiais:** A variedade de materiais presentes nos resíduos dificulta a segregação e o tratamento adequado.
- **Logística Complexa:** A logística de coleta e transporte dos resíduos para locais de reciclagem ou destinação final é complexa e pode ser onerosa.
- **Falta de Infraestrutura:** A ausência de infraestrutura adequada para o manejo e processamento dos resíduos dificulta a implementação de práticas sustentáveis.

4.3. Impacto da Urbanização e Industrialização na Geração de Resíduos

O processo acelerado de urbanização e industrialização tem aumentado significativamente a geração de resíduos sólidos, particularmente na construção civil. A expansão das cidades e o aumento da construção de infraestruturas resultam em um maior consumo de materiais e, conseqüentemente, em uma maior produção de resíduos (SANTOS, 2019).

A urbanização intensiva leva à construção de edifícios residenciais e comerciais, enquanto a industrialização impulsiona a criação de fábricas e outras instalações. Esse crescimento rápido muitas vezes supera a capacidade das cidades de gerenciar os resíduos de maneira eficiente, resultando em impactos ambientais negativos, como poluição do solo e da água (SANTOS, 2019).

4.4. Necessidade de Práticas Sustentáveis e Economia Circular na Gestão de Resíduos

Para enfrentar os desafios ambientais associados à gestão de resíduos na construção civil, é essencial a implementação de práticas sustentáveis e a adoção de um modelo de economia circular. A economia circular visa minimizar a geração de resíduos e maximizar a reutilização e reciclagem de materiais, promovendo um ciclo de vida mais sustentável para os produtos (COSTA; SILVA, 2017). Práticas sustentáveis na gestão de resíduos incluem:

- Redução na Fonte: Minimizar a geração de resíduos desde o início do projeto de construção.
- Reciclagem e Reutilização: Incentivar a reciclagem e a reutilização de materiais de construção.
- Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis: Investir em tecnologias que facilitem a reciclagem e o manejo eficiente dos resíduos.
- Políticas Públicas e Incentivos: Criar políticas e incentivos que promovam a adoção de práticas sustentáveis no setor.

A implementação dessas práticas não só reduz os impactos ambientais, mas também pode resultar em economias de custo e melhorar a reputação das empresas de construção.

4.5. Definição e Princípios da Logística Reversa

A Logística Reversa é definida por Leite (2009), como sendo a área da Logística que se preocupa com o planejamento, operação e controle dos fluxos de materiais e informações referentes ao retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo produtivo. Segundo o autor, o objetivo estratégico da logística reversa é o de agregar valor a um produto logístico constituído por bens inservíveis ao proprietário original, mas que possuem condições de serem utilizados, podendo fluir no canal reverso e originar novos bens. Ou seja, é por meio dela que os bens de pós-consumo (produtos descartados pela sociedade após atingirem o final de sua vida) podem ser recolhidos, reaproveitados, reciclados ou terem uma destinação ambientalmente adequada.

Em 2010 a Lei nº 12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), esta lei definiu a Logística Reversa como um instrumento para o gerenciamento dos resíduos, capaz de proporcionar ganhos econômicos e sociais, pois possibilita a coleta, o retorno destes na cadeia produtiva, além da destinação ambientalmente segura. A PNRS, também estabelece o princípio de poluidor-pagador (o gerador do resíduo é quem deve arcar com os custos de coleta e destinação deste) e a responsabilidade compartilhada (cada elo de uma cadeia produtiva tem responsabilidades em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos) (BRASIL, 2010).

De acordo com Guarnieri et al. (2013) a inclusão da Logística Reversa na PNRS realça a preocupação legal sobre operacionalização e equacionamento logístico da gestão de resíduos sólidos no Brasil. Segundo os autores, é esperado que com a legislação os responsáveis pela geração de resíduos sólidos no país percebam a importância da estruturação e implantação da logística reversa e promovam a responsabilidade pela gestão dos resíduos à todos os elos da cadeia produtiva. Por fim, os autores reforçam que a partir da logística reversa, as empresas obtêm vantagens financeiras, legais, ecológicas e podem melhorar a sua imagem corporativa.

De acordo com Schamne (2016), no Brasil alguns setores se destacam na implantação de sistemas de Logística Reversa de seus resíduos, são eles: os setores de óleos lubrificantes, de agrotóxicos e o de pneumático. A melhor estruturação destes sistemas ocorre devido a acordos setoriais e termos de compromissos firmados pelos diferentes elos da cadeia produtiva destes setores. No entanto, outros setores como o da indústria farmacêutica, encontram dificuldades em firmar o acordo setorial, o que dificulta a eficaz gestão dos resíduos por ele gerados (MORAES; LIMA, 2016). Fagundes et al. (2017) ao estudar a logística reversa no setor pneumático no Brasil concluiu que o sucesso de qualquer iniciativa que envolva a LR deve ter apoio político, pois este aumenta as chances de sucesso do processo de logística reversa na gestão de resíduos.

De acordo com o Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP (2004) a logística “ é uma parte do processo de gestão da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla o fluxo direto e o reverso e a armazenagem eficiente e eficaz de bens, serviços e informações relacionadas, do seu ponto de origem até seu ponto de consumo”.

A logística reversa é um processo que envolve o planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo de materiais, produtos e informações do ponto de consumo de volta ao ponto de origem. O objetivo é reaproveitar, reciclar ou descartar adequadamente os produtos e materiais ao final de sua vida útil. Diferente da logística tradicional, que se concentra na movimentação de produtos do produtor ao consumidor, a logística reversa se preocupa com o retorno dos produtos para serem reutilizados ou reciclados, contribuindo para a redução de resíduos e a sustentabilidade ambiental.

Os principais princípios da logística reversa incluem:

- Redução de Resíduos: Minimizar a quantidade de resíduos gerados através do reaproveitamento e reciclagem de materiais.
- Reutilização: Aproveitar componentes ou produtos inteiros para novas aplicações.
- Reciclagem: Processar materiais para que possam ser reutilizados como matéria-prima em novos produtos.
- Descarte Adequado: Garantir que os resíduos que não podem ser reutilizados ou reciclados sejam descartados de maneira ambientalmente correta.
- Responsabilidade Estendida do Produtor (REP): Os fabricantes são responsáveis pelo ciclo de vida completo dos produtos, incluindo o pós-consumo.
- Economia Circular: Promover um ciclo contínuo de uso, reciclagem e reutilização de materiais, minimizando a extração de novos recursos naturais.

Leite (2007 apud FONSECA, PASSOS, 2016) diferencia em dois momentos os canais de distribuição reversos, que são os meios pelos quais os produtos voltam ao ciclo produtivo ou ao ciclo dos negócios da empresa e, que segundo ele podem ser de pós consumo ou de pós-venda.

Os bens de pós-consumo como os originados do desmanche de automóveis e computadores e que são considerados produtos com vida útil encerrada, podem ou não voltar ao ciclo produtivo através da reciclagem, reuso, desmanche ou remanufatura. Enquanto que, os bens de pós-venda que na maioria das vezes são produtos devolvidos por defeitos na fabricação, na qualidade ou no funcionamento e que, portanto, tem pouco ou nenhum uso podem voltar ao mercado depois de reformados ou consertados sob forma de ponta de estoque ou liquidação.

Os Canais de Distribuição Reversos de Bens de Pós-Consumo (CDR-PC) podem ser classificados como ciclo aberto e ciclo fechado. Para os autores “os canais de ciclo aberto estão ligados às etapas de retorno dos diferentes materiais de pós-consumo, cujo objetivo é substituir matérias-primas novas na produção de diferentes tipos de produtos como, por exemplo, ferro e aço”. Contrariamente, “os canais de ciclo fechado estão ligados às etapas de retorno de produtos oriundos de uma extração seletiva de materiais, cujo objetivo é utilizá-los na fabricação de produtos similares ao de origem, como, por exemplo, latas de alumínio”. (LUCHEZZI e TERENCE, 2014).

4.6. Aplicabilidade e Etapas da Logística Reversa no Ciclo de Vida dos Materiais na Construção Civil

A logística reversa na construção civil tem se tornado uma prática essencial para promover a sustentabilidade e a eficiência na gestão de resíduos. A sua aplicabilidade envolve diversas etapas, conforme detalhado na sequência, ao longo do ciclo de vida dos materiais utilizados nas obras.

4.6.1. Planejamento e Projeto

Na fase de planejamento e projeto, a logística reversa pode ser incorporada ao considerar o ciclo de vida dos materiais e projetar edifícios que facilitem a desmontagem e a reciclagem. Isso inclui a escolha de materiais sustentáveis e recicláveis, e o desenvolvimento de projetos que permitam a reutilização de componentes.

4.6.2. Aquisição e Transporte de Materiais

Durante a aquisição e o transporte, a logística reversa pode ser aplicada ao selecionar fornecedores que utilizam práticas sustentáveis e que ofereçam programas de retorno de embalagens e materiais. Além disso, o planejamento do transporte pode incluir a utilização de veículos que também retornem com materiais recicláveis ou resíduos para processamento.

4.6.3. Construção e Montagem

Na fase de construção, a logística reversa se manifesta através da gestão eficiente dos resíduos gerados no canteiro de obras. Isso inclui a separação dos materiais recicláveis, o armazenamento adequado dos resíduos e a coordenação com empresas de reciclagem e reutilização de materiais. A implementação de práticas de construção modular também facilita a desmontagem e reutilização de componentes.

4.6.4. Uso e Manutenção

Durante a vida útil da edificação, a logística reversa pode ser aplicada na manutenção e renovação dos espaços. Componentes e materiais que necessitem substituição podem ser recuperados e reciclados. Além disso, programas de manutenção preventiva podem prolongar a vida útil dos materiais e reduzir a necessidade de novos recursos.

4.6.5. Desmontagem e Demolição

Na etapa de desmontagem ou demolição, a logística reversa é crucial para a gestão dos resíduos. A prática de demolição seletiva, onde os materiais são cuidadosamente desmontados e separados para reciclagem, é fundamental. Equipamentos e estruturas que ainda estão em boas condições podem ser reutilizados em outras obras.

4.6.6. Reciclagem e Reutilização

A última etapa envolve o processamento dos resíduos para reciclagem e reutilização. Materiais como concreto, metais, madeira e vidro podem ser reciclados e transformados em novos produtos. Esta fase também pode incluir a venda de componentes reutilizáveis para outras obras ou a devolução a fornecedores que reciclam os materiais.

A construção civil é um dos setores que mais gera resíduos, causando expressivos impactos ambientais. Muitos desses resíduos são consequência da falta de planejamento das obras, construções ou demolições. É necessário que haja um controle e um acompanhamento de todo processo construtivo, desde a compra de materiais até a destinação final desses produtos a fim de evitar o desperdício de materiais e incentivar que haja a separação destes.

Para que a logística reversa funcione e os resíduos possam ser reaproveitados é necessário que haja planejamento e gerenciamento do fluxo direto e reverso (LEITE, 2003). Ademais, é preciso que a gestão, o controle e o planejamento das normas técnicas sejam compartilhados com os fornecedores de materiais e produtos, devido principalmente a diversidade elevada de produtos empregados na construção civil.

4.7. Benefícios e Viabilidade da Logística Reversa

A aplicação de práticas de logística reversa na construção civil resulta em uma significativa economia de recursos naturais. A reutilização e reciclagem de materiais de construção diminuem a necessidade de extração de novas matérias-primas, o que reduz o consumo de energia e água associados a esses processos. Além disso, a eficiência no uso de materiais pode levar a uma redução nos custos de produção e operação das obras.

Por exemplo, a reciclagem de concreto pode gerar agregados reciclados que substituem os agregados naturais na produção de novos concretos. Esse processo não apenas conserva recursos naturais, mas também reduz os custos de transporte e descarte de resíduos. A economia de recursos é um dos pilares da sustentabilidade, pois permite que a construção civil continue a crescer sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

A logística reversa contribui significativamente para a redução do impacto ambiental causado pela construção civil. A gestão eficiente dos resíduos sólidos evita que grandes volumes de detritos sejam descartados em aterros sanitários, o que diminui a contaminação do solo e da água. Além disso, a reciclagem e a reutilização de materiais reduzem as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção e transporte de novos materiais. A adoção de práticas de demolição seletiva e a segregação de resíduos no canteiro de obras facilitam a reciclagem e minimizam os impactos negativos ao meio ambiente. Dessa forma, a construção civil pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas e a preservação dos ecossistemas naturais.

A conformidade com regulamentações ambientais é uma exigência crescente no setor da construção civil. Leis e normas específicas visam garantir que as empresas adotem práticas sustentáveis e reduzam os impactos ambientais de suas atividades. A implementação da logística reversa ajuda as empresas a cumprir essas regulamentações, evitando penalidades e melhorando sua reputação no mercado.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, incentivando a adoção de práticas de logística reversa. Empresas que se alinham a essas regulamentações não apenas evitam multas, mas também se destacam como líderes em sustentabilidade no setor da construção civil.

A logística reversa na construção civil oferece múltiplos benefícios, desde a economia de recursos e redução do impacto ambiental até a conformidade com regulamentações e estímulo à inovação. Além disso, reforça a responsabilidade social corporativa, promovendo práticas éticas e sustentáveis que beneficiam a sociedade como um todo. Ao adotar a logística reversa, o setor da construção civil pode evoluir para um modelo mais sustentável e socialmente responsável, contribuindo para um futuro mais verde e próspero.

4.8. Desafios da Implementação da Logística Reversa

A incorporação da logística reversa no setor da construção civil estimula a inovação em diversas frentes. As empresas são incentivadas a desenvolver novas tecnologias e processos que facilitem a reciclagem e a reutilização de materiais. Isso pode incluir o desenvolvimento de novos materiais recicláveis, técnicas avançadas de demolição seletiva e métodos eficientes de separação de resíduos.

Além disso, a logística reversa promove a inovação no design e na engenharia de produtos, incentivando a criação de edifícios e estruturas que considerem a desmontagem e a reciclagem desde a fase de projeto. Este enfoque inovador não só melhora a sustentabilidade das construções, mas também pode gerar vantagens competitivas para as empresas no mercado.

De acordo com Schamne (2016), a Logística Reversa dos Resíduos da Construção Civil não depende somente de construtoras. Os impactos do setor começam antes da produção de qualquer material e se estende durante e após a vida útil das construções. A cadeia produtiva é composta principalmente pelas construtoras, prestadoras de serviços, indústrias produtoras de materiais de construção, comércio varejista e atacadista. Todos estes elos devem participar ativamente para a estruturação da logística reversa no setor. Segundo Sobotka e Czaja (2015), os diferentes participantes podem adotar medidas que contribuem para o desenvolvimento da mesma. Estas medidas são: utilização de materiais que recicláveis ou reaproveitáveis, quantificação e identificação dos resíduos gerados nas obras e demolição.

A logística reversa na construção civil se dá, principalmente, pela reciclagem devido ao fato da maioria dos materiais desse setor não manterem a forma nem a funcionalidade após o uso. Ocorre que, existem muitos fatores que prejudicam a reciclagem dos RCC, tais como dificuldade de identificação e separação dos resíduos, onerosidade do transporte de coleta destes, necessidade de estoques para proteger a produção, inviabilidade econômica de tecnologia de reciclagem, preço da matéria prima original, entre outros. (Marcondes, 2007)

A responsabilidade social corporativa (RSC) envolve o compromisso das empresas com práticas éticas e sustentáveis que beneficiem a sociedade e o meio ambiente. A implementação da logística reversa é uma demonstração clara desse compromisso, pois mostra que a empresa está empenhada em reduzir seus impactos ambientais e promover a sustentabilidade.

Ao adotar práticas de logística reversa, as empresas da construção civil podem melhorar sua imagem pública e fortalecer seu relacionamento com clientes, investidores e a comunidade. A responsabilidade social corporativa também pode atrair talentos que valorizam a sustentabilidade e a ética, contribuindo para um ambiente de trabalho positivo e produtivo.

Além disso, a responsabilidade social corporativa inclui o apoio a comunidades locais através de programas de reciclagem e educação ambiental. Essas iniciativas não apenas beneficiam o meio ambiente, mas também melhoram a qualidade de vida das pessoas, criando um impacto positivo duradouro.

A falta de conscientização, os custos elevados e a complexidade logística são desafios significativos na implementação da logística reversa na construção civil. Abordar esses desafios requer uma abordagem multifacetada que inclua educação e treinamento, investimentos em infraestrutura e tecnologias, além de políticas públicas que incentivem práticas sustentáveis. Ao superar esses obstáculos, o setor da construção civil pode avançar em direção a um modelo de economia circular, promovendo a sustentabilidade ambiental e a eficiência econômica.

Desde 2002, com a publicação da Resolução Conama nº 307, a Logística Reversa dos Resíduos de Construção Civil vem ganhando força no Brasil. Isto porque esta resolução determinou que os geradores de tais resíduos fossem responsáveis por eles, e incentivava a reutilização e reciclagem dos RCC. Desde então, segundo a Abrecon (2015) houve um aumento no número de usinas de reciclagem de RCC. Apesar deste aumento, a maior parte dos Resíduos de Construção Civil no Brasil não é reciclada. De acordo com Nunes et al. (2009), para que a operacionalização do sistema de logística reversa no setor da construção civil seja viável no Brasil são necessários mais centros de reciclagem de RCC distribuídos por todo país. O sistema de gestão de RCC será satisfatório quando houver a integração entre todos os stakeholders da cadeia produtiva.

Para Abrecon (2015), as empresas que atuam no setor de reciclagem no Brasil enfrentam uma série de dificuldades na produção e venda do agregado reciclado produzido a partir dos RCC, como: a inexistência de legislações que incentive o consumo de seus produtos; a elevada carga tributária aplicada sobre as indústrias de reciclagem; a baixa qualidade do resíduo; a dificuldade de acesso comercial das empresas e a falta de conhecimento de mercado.

Mesmo diante de tais desafios, a maior parte destas empresas busca ampliar os seus negócios nos próximos anos, devido ao pequeno crescimento deste mercado. Segundo Schme e Nagalli (2016), também existe uma dificuldade por parte dos geradores de resíduos em reutilizar os resíduos ou destiná-los de maneira adequada de acordo com as legislações vigentes. Tal fato mostra a necessidade de se desenvolver ferramentas que auxiliem as empresas a melhorar seus processos de gerenciamento de resíduos, de modo a cumprir com as exigências legais (SCHNME; NAGALLI, 2016).

Em nível municipal, Nunes et al. (2009) destaca a necessidade dos gestores municipais criarem canais reversos para aumentar a reciclagem e a reutilização dos RCC, através da criação de um canal reverso que facilite a logística reversa no setor, considerando a caracterização dos RCC bem como do mercado final para o produto reciclado.

No Brasil, a dificuldade para a estruturação de um sistema de Logística Reversa no setor começa na obtenção de dados sobre a produção nacional dos RCC, pois só é possível dimensionar o fluxo reverso destes resíduos se estes forem quantificados e identificados. Também se faz necessária a participação de todos os elos da cadeia produtiva, participação esta que pode ser criada por meio de acordos setoriais como já ocorre em outros setores.

Neste sentido, governo, população, empresas de construção e trabalhadores do setor exercem papel fundamental na implantação da Logística Reversa, que só se tornará viável quando o descarte se tornar desvantajoso em relação à reinserção dos resíduos no ciclo produtivo, por meio da reciclagem e recuperação dos resíduos passíveis de tais processos, como também afirma Nunes et al. (2009).

É possível, ainda, melhorar e incentivar a Logística Reversa por meio da maior aquisição de agregados reciclados pelo setor público brasileiro, assegurando o uso prioritário destes através de licitações. Além da maior fiscalização da destinação dos RCC nas obras de

pequeno e grande porte e a redução do ICMS para os materiais reciclados, como também sugeriu a Abrecon (2015).

5. DISCUSSÕES DA PESQUISA

Este trabalho explorou a aplicabilidade da logística reversa no gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em obras de construção civil, destacando sua importância para a sustentabilidade e eficiência do setor. Inicialmente, foi discutido o papel fundamental da construção civil no desenvolvimento socioeconômico, proporcionando infraestrutura essencial e gerando empregos. Em seguida, foram apresentados os desafios na gestão eficiente dos resíduos sólidos, incluindo o impacto da urbanização e industrialização na geração de resíduos.

A logística reversa na construção civil oferece múltiplos benefícios, desde a economia de recursos e redução do impacto ambiental até a conformidade com regulamentações e estímulo à inovação. Além disso, reforça a responsabilidade social corporativa, promovendo práticas éticas e sustentáveis que beneficiam a sociedade como um todo. Ao adotar a logística reversa, o setor da construção civil pode evoluir para um modelo mais sustentável e socialmente responsável, contribuindo para um futuro mais verde e próspero.

A necessidade de práticas sustentáveis e a economia circular foram destacadas como soluções para os desafios enfrentados pelo setor. Foram definidos os princípios da logística reversa e sua aplicabilidade ao ciclo de vida dos materiais na construção civil, abrangendo desde o planejamento e aquisição de materiais até a demolição e reciclagem. Além disso, foram abordados os benefícios econômicos, a redução do impacto ambiental e a conformidade com regulamentações, bem como o estímulo à inovação e à responsabilidade social corporativa.

Por fim, foram discutidos os obstáculos à implementação da logística reversa, como a falta de conscientização, os custos elevados e a complexidade logística. A falta de conscientização, os custos elevados e a complexidade logística são desafios significativos na implementação da logística reversa na construção civil. Abordar esses desafios requer uma abordagem multifacetada que inclua educação e treinamento, investimentos em infraestrutura e tecnologias, além de políticas públicas que incentivem práticas sustentáveis. Ao superar esses obstáculos, o setor da construção civil pode avançar em direção a um modelo de economia circular, promovendo a sustentabilidade ambiental e a eficiência econômica.

Dessa forma, conclui-se que a logística reversa é um importante instrumento na preservação do meio ambiente para as futuras gerações e altamente relevante para as presentes gerações visto que é um instrumento que consolida soluções para a grande quantidade de resíduos gerados, não só da construção civil, mas de todos os resíduos que a atual sociedade contemporânea descarta em grande quantidade diariamente. Atentar-se para novas tecnologias que reciclem ou reutilizem os resíduos gerados a fim de reintroduzi-los no mercado produtivo lançando mão de utilizar novas matérias primas é um grande passo em direção a um planeta sustentavelmente viável e ecologicamente habitável. No Brasil, a estruturação da Logística Reversa no setor é um desafio ainda maior, em relação a países mais desenvolvidos. A falta de dados e de apoio do poder público, a desvantagem para o setor privado, a inexistência de usinas de reciclagem em quantidade suficiente e a falta de confiança nos materiais recicláveis são desafios a serem superados para uma gestão eficaz dos resíduos de construção civil no país.

Diante do exposto, é possível concluir que uma das principais medidas para solucionar tais desafios seria a criação de um acordo setorial que envolva todos os elos da cadeia de

produtiva da indústria de construção civil. Vale ressaltar que, mesmo com essas dificuldades, o mercado para agregados recicláveis se encontra em crescimento no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON. Relatório de Usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil no Brasil. São Paulo, 2015.

ALMEIDA, R. T.; GOMES, F. A. Desafios na gestão de resíduos sólidos na construção civil. *Journal of Environmental Management*, v. 32, n. 4, p. 567-578, 2018.

BARBOSA, J. L. Benefícios da logística reversa no setor da construção civil. *Environmental Impact Journal*, v. 24, n. 3, p. 201-215, 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CSCMP. Supply Chain Management Definitions. Council of Supply Chain Management Professionals, 2004. Disponível em: <https://cscmp.org>. Acesso em: 31 mai. 2024.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

COSTA, M. R. A.; SILVA, C. A. Práticas sustentáveis e economia circular na gestão de resíduos da construção civil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 11, n. 2, p. 356-372, 2017.

COSTA, L. H.; SILVA, E. M. Gestão ambiental e economia circular. *Ecological Economics*, v. 25, n. 5, p. 321-333, 2017.

FAGUNDES, E. M.; FREITAS, L. H.; RODRIGUES, M. M. Logística reversa no setor pneumático no Brasil. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 45-60, 2017.

FONSECA, R. A.; PASSOS, M. C. Logística reversa e sua aplicação na construção civil. *Revista de Sustentabilidade e Meio Ambiente*, v. 9, n. 3, p. 109-124, 2016.

GUARNIERI, P.; FREDERICO, G. F.; COSTA, M. R. A logística reversa na Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma análise dos desafios e oportunidades para o Brasil. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 2, n. 1, p. 53-70, 2013.

LEITE, P. R. *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LUCHEZZI, F.; TERENCE, F. Canais de distribuição reversos na construção civil: ciclo aberto e ciclo fechado. *Revista de Logística e Cadeia de Suprimentos*, v. 7, n. 4, p. 233-245, 2014.

- MARCONDES, G. Reciclagem de resíduos na construção civil: viabilidade econômica e desafios. *Revista Brasileira de Reciclagem*, v. 3, n. 2, p. 34-47, 2007.
- MARTINS, L. M. Estratégias inteligentes para a construção civil. *Building Innovations*, v. 10, n. 1, p. 5-19, 2021.
- MORAES, R. R.; LIMA, P. T. Desafios e oportunidades da logística reversa na indústria farmacêutica. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 37, n. 2, p. 159-166, 2016.
- NUNES, K. R. A.; MAZINI, F. C.; XAVIER, L. H. Gestão de resíduos da construção civil: desafios e estratégias para a implementação da logística reversa no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2009.
- OLIVEIRA, P. F. Consumo de recursos naturais pela construção civil. *Sustainable Building*, v. 47, n. 1, p. 45-60, 2021.
- PEREIRA, T. S. Logística reversa na construção civil. *Revista Brasileira de Logística*, v. 30, n. 3, p. 102-115, 2020.
- PINTO, T. P. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do município de São José dos Campos. São Paulo: IPT, 1999.
- RODRIGUES, F. J. Reciclagem e reutilização de materiais na construção. *Construction Waste Management*, v. 19, n. 2, p. 66-79, 2018.
- SANTOS, M. L. Impacto da urbanização na geração de resíduos sólidos. *Engenharia Urbana*, v. 54, n. 2, p. 98-110, 2019.
- SCHAMNE, A. M. Logística reversa na construção civil: práticas e desafios no Brasil. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 5, n. 2, p. 47-61, 2016.
- SCHNME, R.; NAGALLI, A. Desafios na implementação da logística reversa de resíduos da construção civil no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 10, n. 1, p. 58-75, 2016.
- SILVA, J. P. A importância da construção civil no desenvolvimento econômico. *Revista de Engenharia*, v. 45, n. 3, p. 123-135, 2020.
- SOBOTKA, A.; CZAJA, P. Gestão de resíduos da construção civil: o papel das empresas na implementação de práticas sustentáveis. *Revista de Engenharia Ambiental*, v. 12, n. 3, p. 215-230, 2015.
- TEIXEIRA, G. A. Desafios na implementação da logística reversa. *Journal of Industrial Engineering*, v. 15, n. 5, p. 345-359, 2017.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

NANOCONCRETOS DE SÍLICA: RECENTES AVANÇOS EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

TCC I

MODALIDADE: ACADEMIA CIENTÍFICA (Artigo)

Thiago Orlando Fogaça do Prado

NANOCONCRETOS DE SÍLICA: RECENTES AVANÇOS EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

1. INTRODUÇÃO

A área da ciência que estuda e aplica as interessantes propriedades obtidas a partir da modificação estrutural da matéria a nível nanométrico consiste em um ramo da ciência atualmente conhecido como nanotecnologia. Este campo em particular lida com estruturas que apresentam dimensões de aproximadamente 1-100 nanômetros, e envolve as transformações ou mesmo o desenvolvimento de certos materiais dentro dessa escala (DU et al., 2022).

Neste sentido, a nanotecnologia tem sido frequentemente empregada nos mais diversos campos da Ciência e tecnologia. A área médica (SINDHWANI; CHAN, 2021), Ciências e engenharia dos materiais (BAIG et al., 2021), farmacêutica (KHIDIR; ALSAYID; SAEED, 2020) e industrial (ALSABA; DUSHAISHI, AL; ABBAS, 2020) são apenas algumas dessas áreas que empregam tecnologias em dimensões nanométricas. Uma destas áreas que tem sido fortemente integrada a nanotecnologia nos últimos anos é a construção civil, com o desenvolvimento de concretos nanotecnológicos atualmente conhecidos como nanoconcretos.

Nanoconcreto é um material cuja composição química apresenta significativas mudanças a nível nanométrico, apresentando como consequência, importantes propriedades físicas como maior dureza, durabilidade, resistência e outros. Tais características podem se integrar na constituição de um determinado nanoconcreto, permitindo a estes ocupar interessantes categorias a depender de suas prioridades. Nanoconcretos inteligentes, auto curadores e sustentáveis tem se destacado como versáteis materiais na construção civil e dessa forma sua importância tem impulsionado cada vez mais estudos na área ao redor do mundo inteiro, sobretudo no campo da construção sustentável (SANCHEZ; SOBOLEV, 2010).

É neste contexto que se demonstrou interesse no desenvolvimento de um estudo que sistematize e disponibilize de forma sintética, as mais recentes novidades relacionadas aos nanoconcretos, com foco em construção sustentável (QASIM; ABBAS; ABED, 2021). Assim, será desenvolvido então um levantamento bibliográfico visando a busca dos mais recentes artigos acadêmicos publicados na área, abrangendo os aspectos relacionados aos nanoconcretos direcionados às construções sustentáveis, em particular, os concretos constituídos por nanopartículas de sílica (DAWOOD; MAHMOOD, 2021).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho apresenta como objetivo principal a realização de um levantamento bibliográfico atualizado, de natureza exploratória e abordagem qualitativa, em cima do tema da nanotecnologia aplicada ao concreto portadores de sílica e alguns dos recentes

avanços relacionados a este assunto em um contexto de construção sustentável, visando trazer o leitor para uma leitura sobre os materiais acadêmicos mais recentes sobre o tema, mais particularmente, os publicados no período correspondente aos anos de 2022 a 2023. Dessa forma, artigos acadêmicos indexados em revistas de alto prestígio acadêmico serão empregados com a finalidade de trazer o embasamento necessário ao desenvolvimento deste material.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i. Realizar buscas textuais com restrição temporal mencionada anteriormente nos bancos de dados: PubMed e Google Scholar.

ii. Utilizar critérios de exclusão como: filtrar os artigos selecionados daqueles que tratam de assuntos correlatos, artigos duplicados obtidos na busca textual, e remoção de artigos que não estejam nos idiomas inglês ou português, além da restrição temporal destacada anteriormente. Vale destacar que os critérios de inclusão foram artigos que tratam do tema do nanoconcreto portador de partículas de sílica.

iii. Após coleta dos materiais, discutir as publicações tendo em mente trazer ao leitor as recentes novidades do tema a ser discutido.

3. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Como delimitação do tema, a presente pesquisa será limitada aos concretos nanotecnológicos constituídos por sílica, em sua forma nanoparticulada, dentro de um contexto direcionado às construções sustentáveis, visando cobrir assim, a ausência literária de materiais de natureza revisional sobre este tema em específico, sobretudo quando se refere a materiais em língua portuguesa.

4. METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido corresponde a um levantamento bibliográfico que apresenta natureza da pesquisa básica, através de uma abordagem qualitativa, que permitiu não só a compilação acadêmica dos artigos que tem sido produzidos no referido campo de estudo como também uma análise destes materiais de forma crítica através de uma perspectiva atualizada sobre o tema. A pesquisa desenvolvida foi inicialmente exploratória, empregando banco de dados de alta relevância acadêmica na busca textual inicial.

Para isso, plataformas como, por exemplo, Google Scholar e PubMed, disponíveis gratuitamente, foram acessadas a partir de um computador pessoal conectado a internet visando inicialmente a construção de uma biblioteca atualizada sobre o tema dos nanoconcretos portadores de sílica, com foco em construções sustentáveis, publicados no período correspondente aos anos de 2022 e 2023.

Nesta etapa, serão empregados, inicialmente, os descritores booleanos ["GREEN" AND "BUILDING"] AND ["CONCRETE" AND "SILICA"]. Após coleta e organização do material resultante, foi realizada a discussão do material em um sentido inicial de apresentar ao leitor e discutir o que tem sido lançado na literatura em relação ao assunto a ser aqui desenvolvido.

Em termos de viabilidade do desenvolvimento deste levantamento bibliográfico, considera-se este como bastante acessível, uma vez que seu desenvolvimento dependeu apenas da operação de um computador com acesso a Internet e aos bancos de dados direcionados a busca textual destacados anteriormente. Além disso, foi necessário um

editor de texto acoplado a um gerenciador de referências, dispositivos estes que permitiram alto grau de organização dos materiais coletados como a efetiva execução da parte escrita, sob as normas vigentes.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 SUSTENTABILIDADE

O termo sustentabilidade tem cada vez mais se consolidado na sociedade contemporânea, desde sua criação até os dias atuais. Devido as várias divergências que podem ser encontradas na construção de uma definição precisa sobre este conceito, este termo tem sido intensivamente debatido dada a grande complexidade que o termo sustentabilidade apresenta (RUGGERIO, 2021).

Para se ter uma ideia da dimensão de tais divergências, Ruggerio (2021) apresentou em seu trabalho de natureza crítica, a evolução temporal deste conceito bem como suas respectivas divergências. Neste sentido, este autor evidenciou a dificuldade presente no processo de desenvolvimento de um conceito objetivo e único, além de reforçar aspectos pertinentes relacionados ao respectivo tema.

Para melhor entendimento, neste projeto, tais definições serão aqui tratadas simplificadaamente, com o objetivo de tornar tal conceito genérico e, portanto, mais acessível. Neste sentido, o termo sustentabilidade será aqui tratado como a capacidade de cumprir com as necessidades da contemporaneidade sem o comprometimento das gerações futuras, através da minimização dos impactos associados às atividades humanas.

De forma ampla, este conceito possui três grandes pilares: econômico, ambiental e social, de maneira que este simples tripé permite sua aplicação nos mais variados aspectos da sociedade atual (Figura 1).

Figura 1. Tripé da Sustentabilidade



Para se ter ideia, aplicações diretas do conceito de sustentabilidade tem sido encontrados nos campos das finanças (RAHI et al., 2024), negócios (AHMAD; YAQUB; LEE, 2024), mundo corporativo (MAHRAN; ELAMER, 2024), urbanização (FANG et al., 2024) e construção de ecocidades inteligentes (BIBRI et al., 2024). Aspectos mais sutis também tem incorporado o tema da sustentabilidade, como é o caso da característica da liderança (SAJJAD; EWEJE; RAZIQ, 2023), aspecto de grande importante no

gerenciamento de projetos de natureza sustentável (OMAMODE HENRY ORIENO et al., 2024).

Além dos campos anteriormente destacados, tal conceito pode ser eficientemente utilizado nas relações empresariais, políticas, éticas, e até mesmo no campo da engenharia, tornando evidente assim sua complexidade associada a este conceito (LAWAL et al., 2024). Em particular, no campo da engenharia civil, o conceito de sustentabilidade tem sido recentemente empregado de forma ampla em diversos projetos da área (SARGIOTIS, 2024), sobretudo em nível de ciclos e construção sustentável (FEMI OLUWATOYIN OMOLE; OLADIRAN KAYODE OLAJIGA; TOSIN MICHAEL OLATUNDE, 2024).

5.2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Construções sustentáveis, também conhecidas como construções verdes, corresponde a uma abordagem contemporânea da construção civil de forma a alinhar os princípios da sustentabilidade e economia circular às etapas que compõem o processo de uma determinada obra. O termo construção verde bem da tradução literal do termos em inglês green building, atualmente bastante difundido no campo da construção civil e no meio acadêmicos (KHAN et al., 2023).

De forma geral, este conceito conduz a construção de estruturas a partir de matéria-prima ambientalmente mais amigáveis, através de técnicas que priorizam uma maior eficiência energética, menor custo, maior segurança e maior simplicidade e acessibilidade operacional (CAO, YU, CONG XU, SYHRUL NIZAM KAMARUZZAMAN, 2022). Nesta filosofia operacional, os recursos naturais são mais poupados, o trabalhador mais protegido e os custos totais tendem a diminuir.

Diversos trabalhos têm sido atualmente publicados no campo da construção sustentável, o que evidencia grande movimentação acadêmica em cima deste tema. Pesquisas recentes realizadas em diferentes continentes têm demonstrado a grande importância desta abordagem no crescimento de atividades relacionadas a construção civil (FEMI OLUWATOYIN OMOLE; OLADIRAN KAYODE OLAJIGA; TOSIN MICHAEL OLATUNDE, 2024). Além disso, artigos que relacionam o tema das construções sustentáveis tem sido também observados através do destaque de seus aspectos econômicos (LU; ZHANG; TAM, 2024), industriais (CHAN; DARKO; AMEYAW, 2017) e energéticos (CHEN, L. et al., 2024).

Com todos estes avanços, fica não só evidente a importância das construções sustentáveis nos dias atuais mas também o fato de que a implementação destes tipos de construção civil já possa ser considerada como sendo uma realidade. Tal quebra de paradigma tem sido, além de tudo o que foi destacado anteriormente, associado ao recente impulso tecnológico relacionado ao lançamento de Inteligências Artificiais (XIANG et al., 2022) e algoritmos sofisticados, como é o caso do machine learning (ALSHBOUL et al., 2022) e deep learning (YU; LI, L.; GUO, 2022).

5.3 NANOCONCRETOS

Em termos gerais, denomina-se cimento o tipo de material cuja composição corresponde a um pó de coloração geralmente acinzentada, obtido a partir do clínquer (Tabela 1), este por sua vez, uma mistura calcinada composta majoritariamente de cal e argila, e normalmente apresenta em sua composição óxido de ferro, cálcio, sílica e alumina (DUNUWEERA; RAJAPAKSE, 2018). Este tipo de material atua como

aglutinante e é amplamente empregado como um dos principais componentes do que se conhece atualmente como concreto.

Já o concreto, consiste em uma mistura amplamente empregada na construção civil e pode ser produzida a partir do cimento, agregados (areia, brita), água e aditivos, com a finalidade de compor fundações e estruturas, pavimentações, infraestrutura, de maneira geral, e elementos arquitetônicos (MAKUL, 2020). Quando estes materiais apresentam nanopartículas em sua composição, acabam por serem chamados de nanoconcretos (HUSSEIN et al., 2022).

Tabela 1. Composição aproximada do clínquer.

Composto	Fórmula	Notação	% em peso
Celite (tricalcium aluminato)	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$	C ₃ A	10
Brownmillerita (tetracalcium aluminoferrita)	$\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$	C ₄ AF	8
Belita (dicalcium silicato)	Ca_2SiO_4	C ₂ S	20
Alita (tricalcium silicato)	Ca_3SiO_5	C ₃ S	55
Óxido de sódio	Na_2O	N	≤2
Óxido de potássio	K_2O	K	≤2
Gesso (sulfato de cálcio di-hidratado)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CSH ₂	5

Adaptado de Dunuweera & Rajapakse (2018).

A presença de nanopartículas em um material resultante, comumente introduz atraentes propriedades físico-químicas como resultado de efeitos inerentes à escala de dimensão nanométrica. A estes efeitos resultantes da mudança de propriedades como, por exemplo, aumento de resistência ou durabilidade, dá-se o nome de nanotecnologia. A partir da observação de diversas destas propriedades, é possível a obtenção de diferentes classes de concretos nanotecnológicos.

Um destes tipos de concreto que tem se destacado são os nanoconcretos auto-curadores, materiais estes capazes de se regenerar frente a estímulos e estresses externos, em estruturas nos quais estes se encontram presentes (BELIE; JONKERS; GRUYAERT, 2018). Tais materiais têm recebido grande atenção no campo da pesquisa e desenvolvimento destes, com destaques para os nanoconcretos de base química e natural (AMRAN et al., 2022).

Além destes destacados anteriormente, bionanoconcretos auto-curadores também tem sido alvo de intenso estudo na literatura. Estes materiais têm empregado o uso de bactérias em sua constituição de maneira a promover o processo de cura de maneira mais sustentável, como resposta a estímulos ou stresses externos, uma vez que emprega organismos vivos no lugar de materiais químicos usuais (KUMAR JOGI; VARA LAKSHMI, 2020).

Embora tais características acima mencionadas componham o que se conhece como material inteligente, ou seja, um material capaz de responder aos estímulos externos, a classe dos nanoconcretos inteligentes é ainda muito mais ampla (MAKUL, 2020).

Além da capacidade de se auto regenerar, nanoconcretos inteligentes podem apresentar propriedades relacionadas aos processos de auto-percepção, auto-adaptação e retenção de status, todas estas obtidas como um resultado de complexos estudos teóricos, altamente racionais, e experimentais.(MAKUL, 2020).

Quando a inteligência é empregada no processo de fabricação do nanoconcreto de forma a beneficiar a natureza amplamente, denomina-se o concreto produzido de nanoconcreto sustentável (SIVAKRISHNA et al., 2020). Redução de emissões gasosas, impacto reduzido no ecossistema, uso eficiente de recursos, tecnologias inovadoras e uso de bioaditivos são apenas alguns dos diversos meios de se produzir concreto de maneira ambientalmente mais amigável.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de sílica nanoparticulada é conhecido na literatura por oferecer ao nanoconcreto composto por este tipo de partícula propriedades como maior resistência ao estresse mecânico e compressão, maior sustentabilidade proveniente da substituição de materiais industriais convencionais e durabilidade. Neste sentido, Onyelowe, Ebid e Hanandeh (2024) exploraram a influência da nano-sílica como precursora na resistência à compressão de argamassas. Através da utilização de técnicas avançadas de aprendizado de máquina, os pesquisadores demonstraram que a nano-sílica contribuiu significativamente para a reação pozolânica, o que permitiu resultar na formação de gel do tipo C-S-H, que melhora a resistência da argamassa. O modelo de rede neural artificial destacou-se neste trabalho por apresentar com um coeficiente de determinação (R^2) de 0.980, MAE de 1.47 MPa, MSE de 3.84 MPa, e RMSE de 1.96 MPa, superando outros modelos testados ao longo do desenvolvimento do trabalho (ONYELOWE; EBID; HANANDEH, 2024).

Por outro lado, Vamshikrishna e Sivakumar (2024) focaram no concreto ternário, incorporando nano-sílica, M-sand e cinzas volantes ao concreto. De acordo com os autores, os resultados mostraram que a adição de nano-sílica acelerou de maneira significativa o desenvolvimento da resistência inicial do concreto devido à sua reatividade pozolânica e capacidade de facilitar a hidratação do cimento. Além disso, também foi observado que a substituição da areia natural por M-sand também apresentou resultados favoráveis em termos de trabalhabilidade e características de relacionadas a resistência, contribuindo desta maneira para a redução de emissões de CO_2 e para a promoção da sustentabilidade ambiental (VAMSHIKRISHNA; SIVAKUMAR, 2024).

A investigação do uso de nano-sílica hidrofóbica visando melhorar a resistência à corrosão e durabilidade do concreto foi realizada recentemente por Alvansazyazdi e colaboradores (2023). Neste artigo, verificou-se que a substituição de 2% do peso do cimento por nano-sílica hidrofóbica resultou em melhorias nas propriedades físico-mecânicas, incluindo resistência à compressão, tração e módulo de elasticidade. Apesar disso, observou-se que tanto a nano-sílica hidrofóbica quanto a não hidrofóbica tendem a reduzir a resistência à corrosão, apesar de aumentar a compacidade do concreto (ALVANSAZYAZDI et al., 2023)

No mesmo ano, Rakshitha e Adishesu (2023) estudaram o uso combinado de fibras de banana e nano-sílica em concreto visando trazer a este material, melhorias de suas propriedades mecânicas. Através da utilização de PSC e substituição da areia natural por M-sand, a pesquisa demonstrou que a adição de 5% de fibras de banana e 1,5% de nano-sílica melhorou de maneira determinante as propriedades mecânicas,

incluindo resistência à compressão e à tração. De acordo com os pesquisadores, os resultados mostraram que o concreto estudado com fibras de banana e nano-sílica apresentou desempenho superior em comparação com o concreto convencional, evidenciando seu potencial para aplicações sustentáveis (RAKSHITHA; ADISESHU, 2023).

Golewski (2023), por sua vez, explorou os efeitos combinados de cinzas volantes de carvão e nano-sílica nas propriedades mecânicas e microestruturais do concreto. Nesta pesquisa, foi possível evidenciar que a adição de 5% de sílica, em sua forma nanoparticulada, e 15% de CFA resultou em um aumento de 37,68% na resistência à compressão e 36,21% na resistência à tração por compressão aos 28 dias, em comparação com o concreto definido na condição de controle. Além disso, a combinação observada entre nS e CFA permitiu o preenchimento dos poros e microfissuras do concreto, propiciando a melhora de sua estrutura microcristalina e a redução da pegada de carbono dos materiais à base de cimento (GOLEWSKI, 2023).

Já nos estudos desenvolvidos por Shan e Yu (2022), os pesquisadores averiguaram o uso de agregados reciclados revestidos com lama de nano-sílica (NS) no melhoramento do desempenho do concreto de agregados reciclados. Neste estudo, os resultados indicaram que o uso de agregados reciclados modificados com nano-sílica permitiu o melhoramento da resistência mecânica e a penetração de íons cloreto do concreto, em comparação com agregados naturais e reciclados não modificados. De forma geral, a aplicação de nanosílica nas superfícies dos RCA permitiu a redução dos poros e microfaturas, e a reação pozolânica da nanosílica também influenciou positivamente a melhora da zona de transição interfacial do RAC (SHAN; YU, 2022).

7. REFERÊNCIAS

AAHMAD, H.; YAQUB, M.; LEE, S. H. Environmental-, social-, and governance-related factors for business investment and sustainability: a scientometric review of global trends. *Environment, Development and Sustainability*, 2024. v. 26, n. 2, p. 2965–2987. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10668-023-02921-x>>.

ALSHBOUL, O. et al. Extreme Gradient Boosting-Based Machine Learning Approach for Green Building Cost Prediction. *Sustainability (Switzerland)*, 2022. v. 14, n. 11.

AMRAN, M. et al. Self-Healing Concrete as a Prospective Construction Material: A Review. *Materials*, 2022. v. 15, n. 9, p. 1–46.

BELIE, N. De; JONKERS, H.; GRUYAERT, E. Advanced Materials Interfaces A Review of Self-healing Concrete for Damage Management of Structures Full Title: A Review of Self-healing Concrete for Damage Management of Structures Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems C. 2018. n. 2018, p. 2018.

BIBRI, S. E. et al. Smarter eco-cities and their leading-edge artificial intelligence of things solutions for environmental sustainability: A comprehensive systematic review. *Environmental Science and Ecotechnology*, 2024. v. 19, p. 100330. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.es.2023.100330>>.

CAO, YU, CONG XU, SYAHRUL NIZAM KAMARUZZAMAN, And N. M. A. A Systematic Review of Green Building Development in China.pdf. Sustainability, 2022. v. 14, n. 19, p. 12293.

CHAN, A. P. C.; DARKO, A.; AMEYAW, E. E. Strategies for promoting green building technologies adoption in the construction industry-An international study. Sustainability (Switzerland), 2017. v. 9, n. 6, p. 1–18.

CHEN, L. et al. Green building practices to integrate renewable energy in the construction sector: a review. [S.l.]: Springer International Publishing, 2024. V. 22.

DAWOOD, E. T.; MAHMOOD, M. S. Production of Sustainable concrete brick units using Nano-silica. Case Studies in Construction Materials, 2021. v. 14, p. e00498. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00498>>.

DUNUWEERA, S. P.; RAJAPAKSE, R. M. G. Cement Types, Composition, Uses and Advantages of Nanocement, Environmental Impact on Cement Production, and Possible Solutions. Advances in Materials Science and Engineering, 2018. v. 2018.

FANG, X. et al. A quantitative review of nature-based solutions for urban sustainability (2016–2022): From science to implementation. Science of the Total Environment, 2024. v. 927, n. April.

FEMI OLUWATOYIN OMOLE; OLADIRAN KAYODE OLAJIGA; TOSIN MICHAEL OLATUNDE. Sustainable Urban Design: a Review of Eco-Friendly Building Practices and Community Impact. Engineering Science & Technology Journal, 2024. v. 5, n. 3, p. 1020–1030.

HUSSEIN, T. et al. A Review of the Combined Effect of Fibers and Nano Materials on the Technical Performance of Mortar and Concrete. Sustainability (Switzerland), 2022. v. 14, n. 6.

KHAN, O. et al. Application of artificial intelligence in green building concept for energy auditing using drone technology under different environmental conditions. Scientific Reports, 2023. v. 13, n. 1, p. 1–18. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-023-35245-x>>.

KUMAR JOGI, P.; VARA LAKSHMI, T. V. S. Self healing concrete based on different bacteria: A review. Materials Today: Proceedings, 2020. v. 43, n. xxxx, p. 1246–1252. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.765>>.

LAWAL, I. M. et al. Proximate analysis of waste-to-energy potential of municipal solid waste for sustainable renewable energy generation. Ain Shams Engineering Journal, 2024. v. 15, n. 1, p. 102357. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102357>>.

LU, W.; ZHANG, J.; TAM, V. W. Y. Sustainable Impact of Green Building on the Eco-Economic Efficiency of the Construction Industry: Evidence from China. 2024. p. 1–23.

MAHRAN, K.; ELAMER, A. A. Chief Executive Officer (CEO) and corporate environmental sustainability: A systematic literature review and avenues for future research. *Business Strategy and the Environment*, 2024. v. 33, n. 3, p. 1977–2003.

MAKUL, N. Advanced smart concrete - A review of current progress, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 2020. v. 274, p. 122899. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122899>>.

OMAMODE HENRY ORIENO et al. Sustainability in project management: A comprehensive review. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2024. v. 21, n. 1, p. 656–677.

QASIM, M. F.; ABBAS, Z. K.; ABED, S. K. Producing Green Concrete with Plastic Waste and Nano Silica Sand. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 2021. v. 11, n. 6, p. 7932–7937.

RAHI, A. F. et al. Corporate sustainability and financial performance: A hybrid literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 2024. v. 31, n. 2, p. 801–815.

SAJJAD, A.; EWEJE, G.; RAZIQ, M. M. Sustainability leadership: An integrative review and conceptual synthesis. *Business Strategy and the Environment*, 2023. n. August 2022, p. 2849–2867.

SANCHEZ, F.; SOBOLEV, K. Nanotechnology in concrete - A review. *Construction and Building Materials*, 2010. v. 24, n. 11, p. 2060–2071.

SARGIOTIS, D. Integrating Digital Transformation and AI in Civil Engineering: A Multidisciplinary Approach to Disaster Management and Sustainable Urban Development. *SSRN Electronic Journal*, 2024.

SIVAKRISHNA, A. et al. Green concrete: A review of recent developments. *Materials Today: Proceedings*, 2020. v. 27, p. 54–58.

XIANG, Y. et al. Research on sustainability evaluation of green building engineering based on artificial intelligence and energy consumption. *Energy Reports*, 2022. v. 8, p. 11378–11391. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.08.266>>.

YU, M.; LI, L.; GUO, Z. Model analysis of energy consumption data for green building using deep learning neural network. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 2022. v. 17, n. January, p. 233–244.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO ENVOLVENDO ELETRICIDADE

SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO ENVOLVENDO ELETRICIDADE

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a história da energia elétrica começou pouco depois que Thomas Edison criou a lâmpada e exibiu sua criação nos Estados Unidos. O evento chamou a atenção de D. Pedro II, um grande entusiasta de avanços científicos, que logo entrou em contato com o inventor americano para trazer a novidade ao Brasil.

Hoje o Brasil está entre os maiores produtores de energia elétrica do mundo, com uma capacidade instalada de 174.412,6 MW. Além disso, o país é um destaque no uso de renováveis para gerar eletricidade, com 74,76% das nossas usinas impulsionadas por fontes consideradas sustentáveis.

A energia elétrica chegou ao Brasil em 1879, mesmo ano da invenção da lâmpada. Na ocasião, D. Pedro II concedeu a Thomas Edison a permissão de implementar seus equipamentos no país para fins de iluminação pública.

Desde que foi descoberta e passou a ser comercializada, a eletricidade foi tornando-se exponencialmente relevante para o desenvolvimento da sociedade, a tal ponto que passou a ser considerada como um bem essencial, como afirmam PES & ROSA (2011): “No tocante aos serviços públicos, podemos definir alguns como serviços que apresentam como característica fundamental serem essenciais, indispensáveis para uma vida digna. Esse é o caso da energia elétrica”. Portanto, não é passível de interrupção e deve ser fornecida continuamente.

No entanto, muitas pessoas ainda desconhecem ou são negligentes quanto aos perigos e riscos da eletricidade. Mesmo estando extremamente presente no cotidiano da população, acidentes de origem elétrica ainda acontecem com frequência.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o número de acidentes com terceiros envolvendo a rede elétrica e outras instalações chegou a 861 ocorrências no ano de 2018.

Os danos decorrentes dos acidentes de trabalho com eletricidade, além do dano a integridade física do trabalhador, refletem, também, custos altíssimos. Estes prejuízos derivam das horas perdidas de trabalho, dos danos ao próprio local do acidente, das indenizações à vítima, ou a família em caso de óbito, e ainda, nas multas impostas pelos órgãos de fiscalização se verificadas irregularidades (LOURENÇO & LOBÃO, 2008).

Para garantir de forma mais eficaz a segurança dos trabalhadores e, por conseguinte, dos consumidores, e dar um formato final às leis de segurança do trabalho,

Foram criadas as Normas Regulamentadoras (NR's). Ao longo dos anos foram feitas algumas modificações e atualizações para que elas sejam sempre efetivas em relação às constantes mudanças nos ambientes de trabalho. Dentre as normas voltadas à segurança no trabalho, algumas são diretamente ligadas a instalações e serviços em eletricidade.

A NR-10 estabelece os requisitos e condições mínimas aos profissionais que direta ou indiretamente interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. Essa norma objetiva a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. Esta NR se aplica exclusivamente às

fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades. É importante lembrar que apenas pessoas autorizadas e com treinamento específico e obrigatório, com grade curricular estabelecida pela norma, podem acessar e trabalhar em instalações elétricas. No item 10.8 da NR-10 podemos ver essas e outras obrigatoriedades que a norma estabelece em relação à "habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores".

Portanto, diante da relevância da energia elétrica na manutenção e desenvolvimento da sociedade como conhecemos hoje, e das graves ocorrências que revelam os perigos aos quais os seres humanos, e sobretudo, os trabalhadores do setor elétrico em seus diversos níveis ainda estão expostos, tem-se a motivação deste trabalho.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivos reunir dados e informações relevantes sobre a ocorrência de acidentes de trabalho em instalações e serviços em eletricidade no Brasil, bem como apresentar soluções baseadas em requisitos legais e exigências do mercado de trabalho para prevenção de acidentes no trabalho que envolvam eletricidade.

3. METODOLOGIA

O estudo tem caráter exploratório, pois busca proporcionar maior familiaridade com o tema proposto, garantindo uma abordagem investigativa e qualitativa. É descritivo, pois apresenta conceitos referentes ao assunto abordado.

O método de pesquisa escolhido foi quali-quantitativo. Em parte, quantitativo, através da análise estatística descritiva, onde são sintetizados valores referentes a diversos aspectos de acidentes de trabalho de origem elétrica, o que proporciona uma visão mais ampla de como se comportam, sendo descritos e organizados por meio de tabelas e gráficos. E em parte, qualitativo, para compreensão dos demais aspectos que não são mensuráveis numericamente.

4. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Para melhor entendimento e coesão, o trabalho foi dividido em seções:

- I. **Fundamentação Teórica:** são apresentados conceitos básicos de Engenharia de Segurança do trabalho, como definições de acidente do trabalho, perigo e risco. Bem como conceitos de eletricidade, como choque elétrico e arco elétrico.
- II. **Dados Estatísticos:** são descritos estatisticamente os casos de acidentes de trabalho no Brasil nos últimos anos, especificamente os acidentes de origem elétrica. Traçando-se então os perfis dessas ocorrências: onde ocorrem, quais as ocupações mais expostas, principais agentes causadores e gravidade desses X acidentes.
- III. **Regulamentação e Orientações Técnicas:** são apresentadas as normas regulamentadoras mais relevantes para segurança e prevenção de acidentes em instalações e serviços em eletricidade, bem como suas disposições, objetivos e aplicabilidade.
- IV. **Medidas de controle de risco elétrico e prevenção de acidentes:** reúne as principais soluções de acordo com requisitos legais e exigências de mercado para garantir a saúde e segurança ocupacional, em serviços que

envolvem eletricidade. São apresentadas as etapas de implementação de um sistema de gestão de SSO, medidas de controle do risco elétrico como parte do gerenciamento de riscos, e boas práticas para prevenção de acidentes no ambiente de trabalho.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1. SEGURANÇA DO TRABALHO

Segurança do trabalho pode ser definida como a ciência que desenvolve técnicas e metodologias visando prevenir a ocorrência de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais, melhorando em diversos aspectos o ambiente laboral. De modo multidisciplinar, reúne conceitos da área de saúde, administrativa e educacional. É aplicada por meio de normas técnicas, medidas preventivas e ações de conscientização (MARCONDES, 2017).

Através da Portaria GM nº 3214, de 8 de junho de 1978, que regulamenta as atividades de Segurança do Trabalho, foram aprovadas as Normas Regulamentadoras da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Tais normas são de observância obrigatória por todas as empresas e órgãos públicos que tenham empregados regidos pela CLT.

5.2. ACIDENTE DO TRABALHO

No Brasil, a definição legal de acidente do trabalho é dada conforme o art. 19 da Lei nº 8213, de 24 de julho de 1991, segundo o qual:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Há também um conceito prevencionista de acidente do trabalho. Segundo FERREIRA (2012): “acidente de trabalho é qualquer ocorrência não programada, inesperada ou não, que interfere ou interrompe a realização de uma determinada atividade, trazendo como consequência isolada ou simultânea a perda de tempo, danos materiais ou lesões”.

Diferente do conceito legal, não é necessário que haja lesão física para que seja caracterizado como acidente.

5.1. PERIGO

Pode-se definir o perigo como qualquer objeto, condição ou atividade que tenha potencial de contribuir ou causar lesões e até a morte de pessoas; danos à bens; perdas ou redução de habilidade no desempenho de determinadas funções (UNIFAL, [201-]).

Quando relacionado ao trabalho, pode ser considerado como algo que pode acarretar efeitos nocivos à saúde do trabalhador e ao ambiente de trabalho. Podem ser considerados fontes de perigo no trabalho: materiais, equipamentos, sistema de trabalho, trabalhador, ou mesmo ambientes de trabalho.

A identificação do perigo é o processo de reconhecer a existência de um perigo e de definir suas características (Occupational Health and Safety Assessment Series - OHSAS, 2007). O objetivo deste procedimento é detectar quais situações no ambiente de trabalho podem vir a causar danos, dando prioridade àquelas que podem gerar lesões de qualquer gravidade. Para isso, geralmente são utilizadas as seguintes técnicas:

- Checklist – Listas de verificação
- APP – Análise Preliminar de Perigos
- What if – Análise “E se...”
- AMFE – Análise de Modos de Falhas e Efeitos
- HazOp – Estudo de Perigos e Operabilidade
-

Na Figura 1 são mostradas quais técnicas, das citadas acima, são mais adequadas a determinadas aplicações.

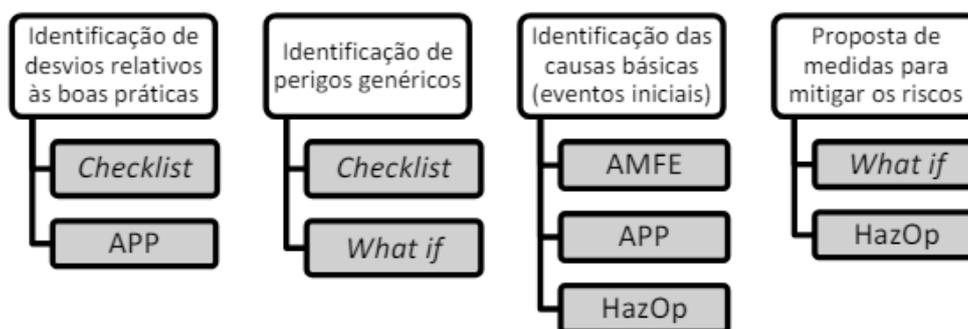


FIGURA 1 - APLICAÇÕES E TÉCNICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO.

Fonte: Adaptado de ESCOLA TÉCNICA DR. GUALTER NUNES (2018).

Algumas outras técnicas que podem ser utilizadas na identificação do perigo são: reuniões de segurança, reuniões da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), inspeções de campo de todo os tipos, relato, análise e divulgação de acidentes e quase acidentes (pessoais e não pessoais), exame de fluxogramas ou análise de tarefas.

5.1. RISCO

O Risco é definido como a combinação da probabilidade da ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposições e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde, que pode ser causada pelo acontecimento ou pelas exposições (OHSAS, 2007). Para o gerenciamento de riscos, apenas os riscos puros são levados em consideração, onde só há perdas.

5.1.1. SEVERIDADE DO RISCO

A severidade é determinada pelos níveis de exposição e gravidade do risco. Pode variar de acordo com a atividade laboral. Na Tabela 1, é possível observar com mais detalhes uma escala de classificação de severidade do risco.

SEVERIDADE

Classificação	Descrição	VALOR
Negligenciável	Sem danos materiais ou danos insignificantes.	1

Marginal	Danos ou doenças ocupacionais menores, com ou sem incapacidade temporária, sem assistência médica especializada. Danos materiais ligeiros.	2
Moderado	Danos ou doenças ocupacionais de média gravidade, com assistência médica especializada. Danos materiais moderados.	3
Grave	Danos ou doenças ocupacionais graves, com incapacidade temporária ou parcial permanente. Danos materiais graves.	4
Crítico	Morte ou incapacidade total permanente. Danos materiais muito graves.	5

TABELA 1 - ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DO RISCO.
Fonte: Adaptado de ENCARNAÇÃO (2014).

5.1.1. GERENCIAMENTO DE RISCOS

O principal objetivo do gerenciamento de riscos é prever, reduzir ou minimizar os impactos danosos resultantes de eventos indesejáveis, e dessa forma reduzir a quantidade de acidentes e demais perdas (RUPPENTHAL, 2013). Isso é feito através de técnicas que visam o tratamento correto dos riscos. Esse processo começa com a identificação de perigos e segue para as seguintes etapas: a análise, a avaliação e o controle de riscos.

A análise de riscos refere-se à elaboração de uma estimativa de risco visando determinar as causas e possíveis consequências das hipóteses acidentais. O resultado é expresso na proposição de medidas que eliminem os perigos ou reduzam as consequências, caso os possíveis acidentes sejam inevitáveis. Uma das técnicas mais utilizadas nesta etapa é a Análise Preliminar de Risco (APR).

A avaliação de riscos utiliza os resultados obtidos na etapa anterior, buscando quantificar o evento causador de possíveis acidentes em termos de probabilidade. Como isso nem sempre é possível, essa avaliação é geralmente feita de forma qualitativa. A tolerabilidade do risco é definida a partir da avaliação efetuada de acordo com critérios de "Severidade" e "Frequência/Probabilidade", na Tabela 2 é mostrada a classificação considerando o critério de Frequência/Probabilidade. Cruzando os resultados das tabelas 1 e 2 é possível determinar a tolerabilidade do risco.

FREQUÊNCIA/PROBABILIDADE

Classificação	Descrição	VALOR
Muito Improvável	Quase impossível que o evento ocorra.	1
Improvável	Bastante improvável que ocorra (não se tem notícia de que tenha ocorrido).	2

Remoto	Improvável, mas é possível que venha a ocorrer (ocorre raramente).	3
Ocasional	É provável que ocorra algumas vezes (tem ocorrido com pouca frequência).	4
Frequente	É provável que ocorra muitas vezes (tem ocorrido frequentemente).	5

TABELA 2 - ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DE FREQUÊNCIA/PROBABILIDADE.

Fonte: Adaptado de ANAC (2012).

A última etapa é o controle de risco. “Controle é um processo de concepção, educação, projeto e implementação de intervenções benéficas para o trabalhador e para o meio ambiente”. (UNIFAL, [201-?]). Durante esta etapa do gerenciamento de risco devem ser realizadas mudanças para que sejam eliminadas, neutralizadas ou reduzidas as condições perigosas nos ambientes de trabalho.

As medidas que trazem modificações aos processos e aos ambientes de trabalho, por meio de técnicas objetivas, eficazes e que possuam a menor dependência do comportamento humano possível, geralmente constituem as melhores estratégias para controle e prevenção dos riscos. Na Tabela 3 são apresentadas algumas medidas preventivas contra riscos no ambiente ocupacional, relativas ao processo, ao ambiente de trabalho, ao trabalhador e aos procedimentos administrativos.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS

Aplicação	Medidas preventivas	
Relativas ao Processo e ao Ambiente de Trabalho	Controle na Fonte	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção de tecnologias limpas e seguras; • Substituição de materiais; • Substituição/Modificação de processos e equipamentos; • Métodos úmidos; • Manutenção de processos e equipamentos;
	Controle na Transmissão	<ul style="list-style-type: none"> • Isolamento; • Ventilação Industrial;
	Outras medidas	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza; • Layout e organização do trabalho; • Armazenamento e rotulagem adequados; • Sinais e avisos; • Áreas restritas; • Vigilância ambiental;

	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização e sistemas de alarme.
Relativas ao Trabalhador e aos procedimentos Administrativos	<ul style="list-style-type: none"> • Práticas de trabalho adequadas; • Educação, treinamento e comunicação de riscos; • Equipamentos de Proteção Individual (EPI); • Vigilância da saúde; • Higiene pessoal e das roupas; • Limitação da exposição; • Rotação.

TABELA 3 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS.
Fonte: Adaptado de ESCOLA TÉCNICA DR. GUALTER NUNES (2018).

5.2. CHOQUE ELÉTRICO

O choque elétrico é a perturbação, de natureza e efeitos diversos, que se manifesta no organismo humano ou animal quando este é percorrido por uma corrente elétrica (COTRIM, 2009). Alguns fatores como a intensidade e a frequência da corrente, o tempo de exposição, o percurso através do corpo, a umidade da pele e as condições orgânicas do indivíduo determinam a severidade do choque.

O percurso da corrente elétrica através do corpo humano pode ser diversificado, dependendo do ponto de contato entre o indivíduo e o objeto energizado. Para cada percurso realizado pela corrente através do corpo, há uma porcentagem de corrente correspondente. Na Figura 2 são mostrados os possíveis percursos que a corrente pode realizar através do corpo humano. Para cada um dos percursos definidos pelas letras A, B, C, D e E existe uma porcentagem de corrente correspondente, mostrada na Tabela 4.

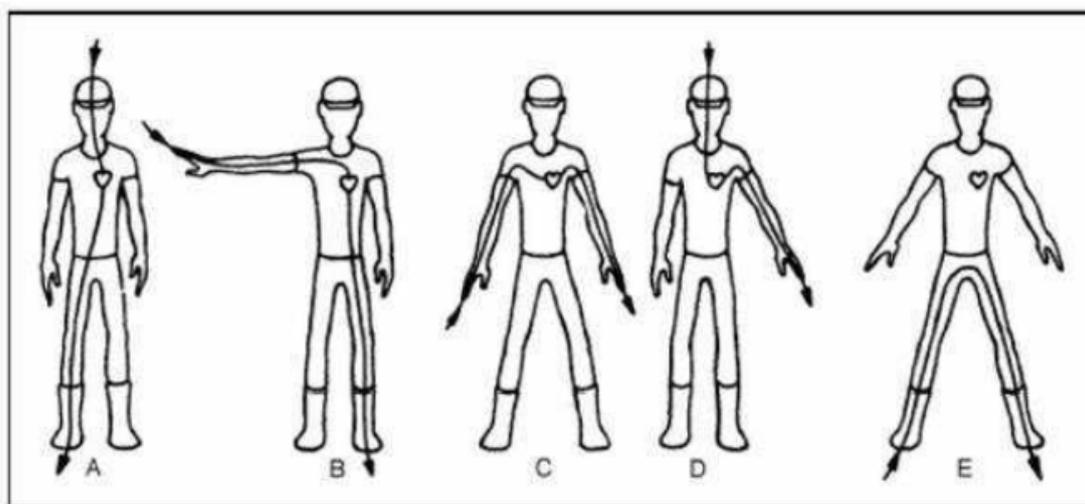


FIGURA 2 - PERCURSOS DA CORRENTE ELÉTRICA PELO CORPO HUMANO.
Fonte: CASTELETTI (2006).

PORCENTAGEM DE CORRENTE PELO CORAÇÃO

Percurso	Porcentagem de corrente elétrica
A – Da cabeça ao pé direito	9,7%
B – Da mão direita ao pé esquerdo	7,9%
C – Da mão direita à mão esquerda	1,8%
D – Da cabeça à mão esquerda	1,8%
E – Do pé direito ao pé esquerdo	0,0%

TABELA 4 - PORCENTAGEM DE CORRENTE PELO CORAÇÃO.

Fonte: Adaptado de CASTELETTI (2006).

Para que o organismo sofra o choque elétrico, a corrente de choque deve superar a impedância do organismo. Dependendo das condições de umidade da pele, o choque elétrico pode ser intensificado. Os tipos de contato também são um fator importante para a caracterização do choque elétrico, e podem ser classificados como:

- Contatos diretos: quando a pessoa toca diretamente a parte viva (condutores energizados) de uma instalação elétrica.
- Contatos indiretos: contatos de pessoas ou animais com massas que ficaram sob tensão devido a uma falha de isolamento.

Os contatos diretos são os maiores causadores de acidentes, podem ser causados por atitudes imprudentes, falhas no isolamento do condutor ou remoção indevida de partes isolantes. Ainda assim, o perigo dos contatos indiretos é relevante, visto que não é prevista a energização acidental, resultado de algum defeito interno do equipamento.

Os efeitos do choque elétrico no corpo humano são patofisiológicos. Na Tabela 5 mostra-se a relação geral entre a quantidade da corrente recebida e a reação quando a corrente flui da mão para o pé por apenas 1 segundo.

EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA NO CORPO HUMANO

Corrente	Reação
< 1 miliampère	Geralmente não perceptível.

1 miliampère	Formigamento leve.
5 miliampères	Um leve choque foi sentido; não doloroso, mas perturbador. Fortes reações involuntárias podem levar a outras lesões. Um indivíduo de porte médio consegue se soltar.
6 – 25 miliampères (mulheres)	Choque doloroso. Perda do controle muscular.
9 – 30 miliampères (homens)	Corrente paralisante ou “limite de largar”.
50 – 150 miliampères	Dor extrema, parada respiratória, contrações musculares severas. Pode levar à morte.
1000 – 4300 miliampères	Ação de bombeamento sanguíneo cessa. Contração muscular e danos nos nervos. Provável morte.
10000 miliampères	Parada cardíaca, queimaduras severas. Provável morte.

TABELA 5 - EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA NO CORPO HUMANO.
Fonte: Adaptado de Occupational Safety and Health Act – OSHA (2002).

De modo geral, os efeitos causados pelo choque elétrico no corpo humano são: inibição dos centros nervosos, podendo causar parada respiratória; alteração no ritmo cardíaco, levando à fibrilação ventricular e possível parada cardíaca; queimaduras internas ou externas, podem acarretar necrose; eletrólise no sangue (aglutinação de sais minerais); tetanização (contrações musculares); asfixia; e danos auditivos, oculares, renais e ao sistema nervoso.

Pelo nível de severidade dos danos, destacam-se: fibrilação ventricular, tetanização, parada respiratória e queimaduras.

A fibrilação ventricular ocorre quando o músculo cardíaco é diretamente atingido pela corrente elétrica. A tetanização é a paralisia muscular resultante da passagem de corrente elétrica em alta frequência através dos tecidos nervosos que controlam os músculos. A parada respiratória é resultante da passagem, através do corpo humano, de correntes superiores ao “limite de largar”. As queimaduras são resultado do efeito Joule. Segundo a FUNDACENTRO (2007):

A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano gera calor produzindo queimaduras, cuja gravidade depende da intensidade e do tempo de contato com a corrente elétrica. Em altas tensões, os efeitos térmicos produzem destruição de tecidos superficiais e/ou profundos, artérias, centros nervosos, além de causar hemorragias.

Nos pontos de entrada e saída da corrente, a resistência do corpo é maior, o que aumenta a gravidade das queimaduras. Embora os tecidos internos possam ser

considerados bons condutores, a energia dissipada pode causar queimaduras internas, como carbonização e coagulação.

5.3. ARCO ELÉTRICO

Arco elétrico é a descarga elétrica que se estabelece, em condições apropriadas, num gás ou vapor, e na qual a densidade de corrente é elevada e a tensão elétrica relativamente baixa. Nesta descarga, a densidade de corrente diminui, entre certos limites, quando a tensão cresce, também entre certos limites (CASTELETTI, 2006).

Pode-se dizer que sempre que há passagem de corrente por um meio isolante como o ar ou óleo, ocorre um arco elétrico ou voltaico. Dentre as consequências para o ser humano, a de maior gravidade são as queimaduras, seguida das quedas.

Alguns dos motivos relacionados a falhas de equipamentos dada a ocorrência de arcos elétricos são: mau contato, deterioração da isolação, defeito de fabricação de componentes, equipamento ou dimensionamento inadequado, projeto e manutenção inadequados, contatos acidentais ou inadvertidos, ou queda de peças soltas durante manobra.

6. DADOS ESTATÍSTICOS

Anualmente, inúmeras fatalidades de diversos tipos ocorrem no Brasil, sobretudo, no ambiente de trabalho. Através das informações estatísticas, é possível conhecer a tipologia dos acidentes, bem como as falhas e deficiências do ambiente ocupacional.

No presente trabalho, serão utilizados como base para análise os dados disponibilizados pelo Observatório da Saúde e Segurança no Trabalho (OSST), pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Sendo assim, os dados apresentados neste capítulo têm por finalidade auxiliar a construção dos perfis de acidentes com eletricidade no Brasil, principalmente nos ambientes de trabalho.

6.1. ACIDENTES DE TRABALHO COM ELETRICIDADE

Acidentes que envolvem eletricidade podem ter vários tipos de agentes causadores, o mais comum é o choque elétrico. Dentre as ocupações que estão mais expostas a perigos dessa natureza, os profissionais que lidam diretamente com eletricidade, certamente serão os mais afetados. Isso pode ser observado no gráfico da Figura 3, que destaca as profissões mais afetadas por acidentes causados por choque elétrico.

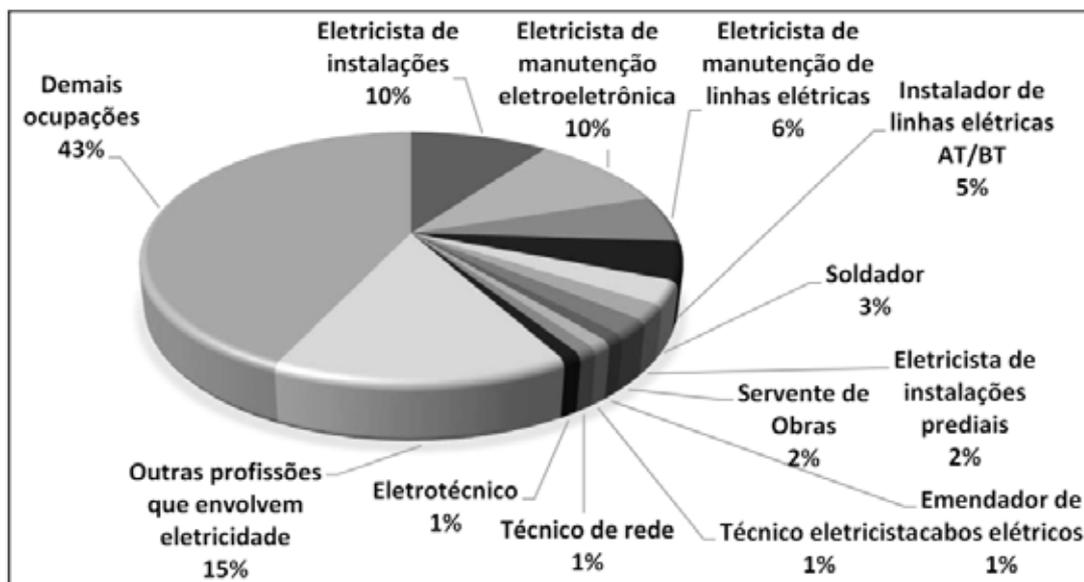


FIGURA 3 - OCUPAÇÕES MAIS CITADAS EM ACIDENTES POR CHOQUE ELÉTRICO.

Fonte: Adaptado de OSST (2019).

Aproximadamente 57% das notificações de acidentes em que o agente causador é o choque elétrico envolvem profissionais relacionados à eletricidade, principalmente os eletricitas que trabalham em quaisquer dos níveis de tensão. Como é visto também na Figura 3, eletricitas de instalações em geral (10%), de manutenção (10%) e de linhas elétricas (6%) lideram as porcentagens de acidentes por choque elétrico.

Outros profissionais, cujo trabalho envolve eletricidade indiretamente, como servente de obras, pedreiros e soldadores também se destacam dentre os trabalhadores que mais se acidentam devido a choques. E boa parte desses acidentes se deve a negligências com instalações elétricas provisórias em canteiros de obras, além do descuido com materiais condutores de eletricidade, como os metais (ABRACOPEL, 2019).

Considerando acidentes fatais causados por choque elétrico, tem-se o mesmo padrão em relação às ocupações mais citadas. Profissionais do setor elétrico e da construção civil são os que mais morrem em acidentes desse tipo no ambiente de trabalho.

Nos últimos anos foram levados a óbito, segundo o OSST (2019):

- 53 eletricitas de instalações;
- 34 eletricitas de manutenção de linhas elétricas, telefônicas e de
 - comunicação de dados;
 - 25 instaladores de linhas elétricas de alta e baixa tensão;
 - 16 serventes de obra;
 - 13 pedreiros.

Totalizando mais de 440 mortes por choque elétrico no Brasil entre os anos de 2012 e 2018. É válido lembrar que esses dados se referem apenas aos casos em que houve emissão de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) anterior à liberação de benefício, onde os acidentados eram trabalhadores com vínculo empregatício regular.

6.2. ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

Acidentes que envolvem eletricidade de um modo geral, segundo as estatísticas da ABRACOPEL, possuem 3 tipos principais de agentes causadores: choque elétrico, incêndios por sobrecarga e descargas atmosféricas. Nesta seção serão detalhados os eventos desta natureza contabilizados no Anuário Estatístico da ABRACOPEL com ano base 2018, onde foram verificados 1424 acidentes de origem elétrica. A distribuição desses acidentes de acordo com os principais agentes causadores é mostrada na Figura 4.

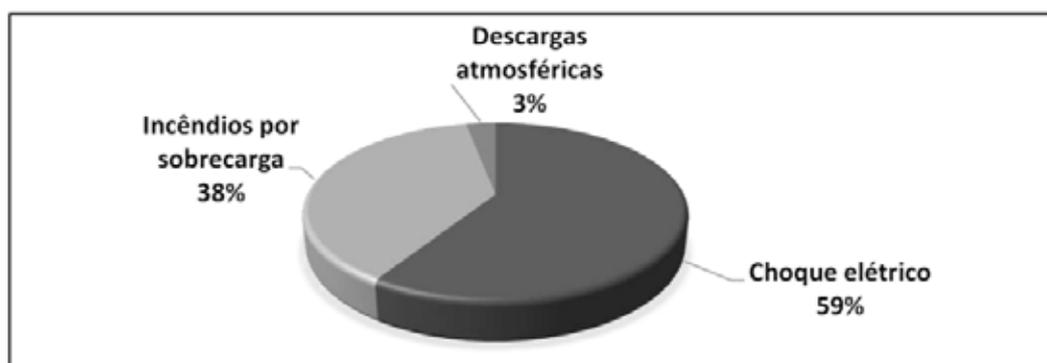


FIGURA 4 - ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA (2018).

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

A maioria dos acidentes decorrem de choque elétrico, já as descargas atmosféricas representam apenas uma pequena parcela do total das ocorrências.

Segundo a ABRACOPEL, do número total de acidentes, em ordem decrescente de eventos, 836 foram causados por choques, 536 foram incêndios devido à sobrecarga (ou curto-circuito) e por fim, com a menor incidência, 51 descargas atmosféricas, conforme apresentado na Figura 5.

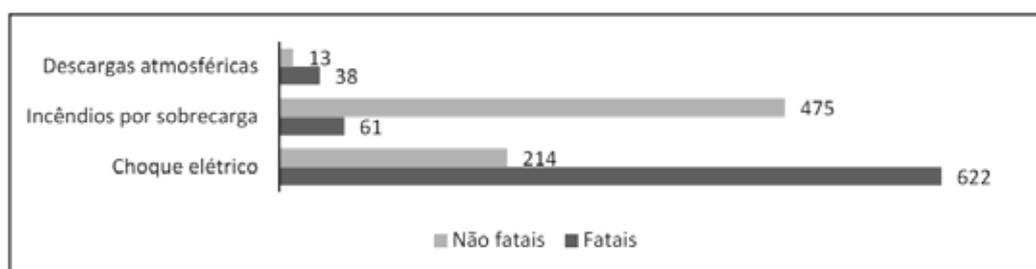


FIGURA 5 - DADOS GERAIS DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA (FATAIS E NÃO FATAIS).

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

Muitas vezes essas ocorrências levam à morte, principalmente em acidentes devido a descargas atmosféricas e choque elétrico. Em eventos como estes, 74% das ocorrências foram fatais. Já em acidentes por sobrecarga, essa porcentagem é de aproximadamente 11%, ainda de acordo com a Figura 5.

Embora o menor número de ocorrências seja devido a descargas atmosféricas, a porcentagem de mortes em acidentes deste tipo é relativamente alta. De acordo com os dados coletados em 2018, a cada dez acidentes, pelo menos 6 são fatais.

Diferente das descargas, nos casos de incêndios gerados por curto-circuito ou sobrecarga, a cada 10 ocorrências, apenas 1 é fatal. Isso se deve, em grande parte, ao nível de tensão nos locais onde ocorrem esse tipo de acidente: residências, canteiros de obras e outros tipos de instalações elétricas provisórias e de baixa tensão. Os números de acidentes com óbito em relação aos acidentes em que não houve mortes também estão demonstrados na Figura 5.

Em relação ao ano de 2017, houve um aumento de aproximadamente 3% no número de acidentes, como mostrado na Figura 6. Observando a série histórica que começa em 2013, é possível notar um crescimento constante nas ocorrências ao longo dos últimos 6 anos, que varia em torno de 5% a cada ano.

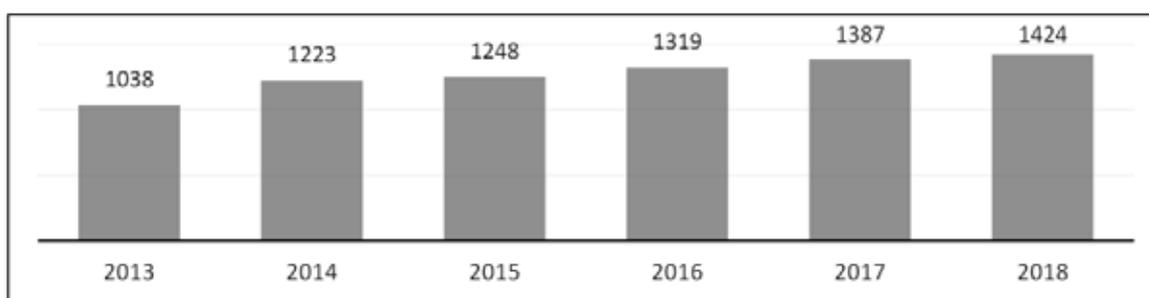


FIGURA 6 - SÉRIE HISTÓRICA DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA NO BRASIL.

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

6.2.1. ACIDENTES POR CHOQUE ELÉTRICO

Como visto na seção anterior, os acidentes por choque elétrico representam a maioria dos casos de acidentes de origem elétrica no país. Embora muito já tenha sido desenvolvido em termos de conscientização para uso seguro de equipamentos eletroeletrônicos, além de boas práticas em serviços com eletricidade em todos os níveis de tensão, sabe-se que a realidade ainda é muito distinta do que seria considerado ideal. Por essa razão, acidentes por choque elétrico ainda são tão comuns e recorrentes.

Ao longo dos anos, através de políticas públicas e desenvolvimento econômico, a eletricidade foi se tornando cada vez mais presente no dia a dia dos brasileiros, a tal ponto que ao final de 2018, 99,7% da população brasileira possuía acesso à eletricidade (IBGE, 2019). E à medida que a energia elétrica se tornou acessível, foram aumentando também o número de eletrodomésticos e o consumo de energia por domicílio. Ainda assim, as condições de habitação não melhoraram qualitativamente na mesma proporção. O que significa que boa parte das instalações elétricas residenciais não estão adequadas à carga atual.

Assim surgem as causas mais frequentes para acidentes por choque elétrico, que são: instalações elétricas antigas, falta de manutenção e sobrecarga de um mesmo ponto de força (ABRACOPEL, 2019). Somado a isso, os maus hábitos em relação a contratação de profissionais qualificados para o serviço com eletricidade, fazem com que a qualidade

das instalações elétricas, ainda que provisórias, esteja muito abaixo dos padrões de segurança.

Na Figura 7 é possível observar como se distribuem as mortes por choque elétrico levando em consideração os tipos de edificações e logradouros. Dentre os acidentes fatais, destacam-se aqueles ocorridos em redes aéreas de distribuição e em residências unifamiliares, totalizando 54% dos casos.

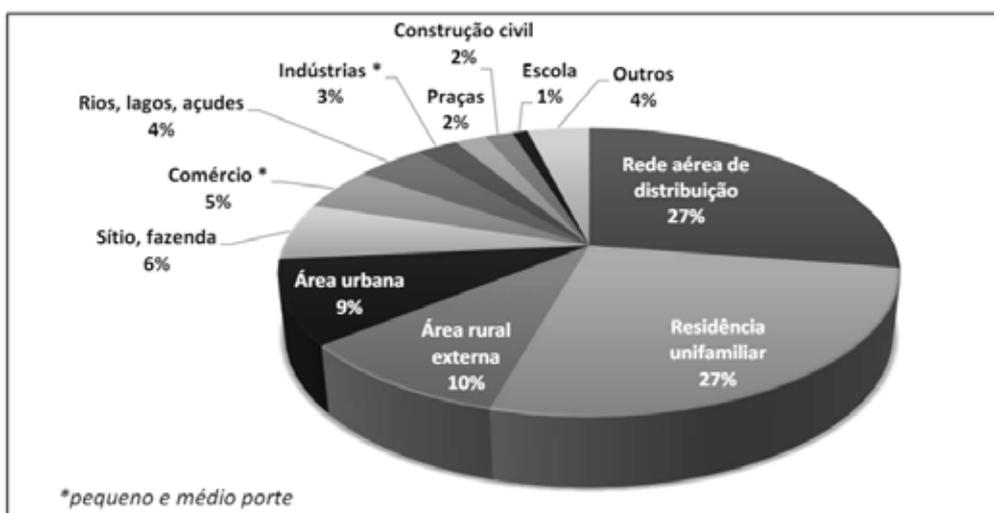


FIGURA 7 - MORTE POR CHOQUE ELÉTRICO (TIPO DE EDIFICAÇÃO OU LOGRADOURO).

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

Imagina-se que o ambiente domiciliar seja apropriadamente seguro, no entanto, isso não se verifica, de acordo com os dados. Além das 172 mortes que ocorreram em residências unifamiliares (casas), 41 mortes ocorreram em sítios, fazendas, chácaras e apartamentos, também consideradas áreas domiciliares (ABRACOPEL, 2019).

Devido aos níveis elevados de tensão nas redes de distribuição e à impossibilidade de monitoramento constante por questões de logística, é esperado que ocorram acidentes.

Embora as distribuidoras de energia elétrica atendam aos requisitos obrigatórios que visam a segurança da população, alertando sobre os perigos de proximidade com a rede elétrica, muitos acidentes continuam acontecendo. Na Figura 8 é possível observar acidentes em redes aéreas com pessoas de diferentes ocupações.

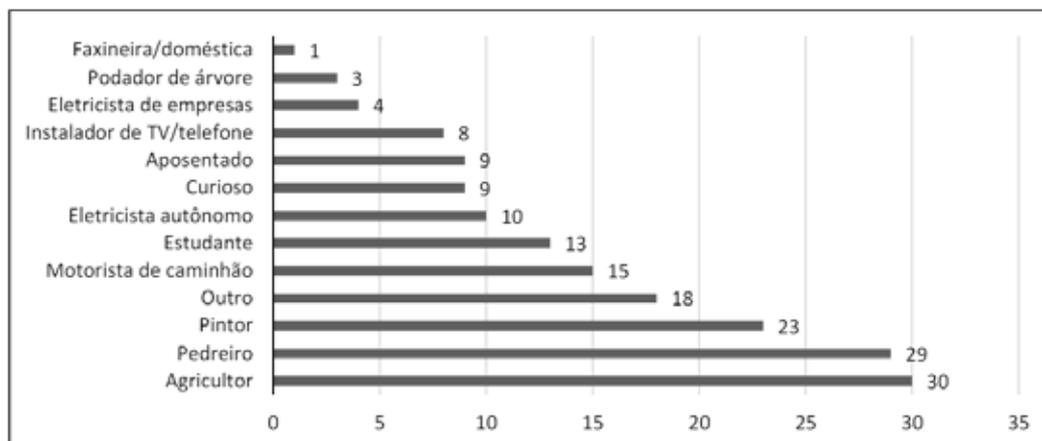


FIGURA 8 - MORTE POR CHOQUE ELÉTRICO EM REDES AÉREAS.

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

No ano de 2018, morreram 30 agricultores e 52 profissionais da construção civil (pedreiros, pintores, ajudantes) em acidentes envolvendo redes aéreas de distribuição. Entre outros, 14 eletricitas, somando técnicos, autônomos e funcionários de empresas, também foram levados a óbito em acidentes semelhantes.

Para as demais ocupações, tais fatalidades justificam-se pelo despreparo e falta de conhecimento técnico. Ainda assim, mesmo os profissionais da área estão sujeitos aos perigos da eletricidade. Analisando os dados na Figura 9, que representam os casos de acidentes por choque elétrico distribuídos de acordo com as profissões dos acidentados, confirma-se que os agricultores, seguidos dos eletricitas e técnicos autônomos são as profissões envolvidas no maior número de casos.

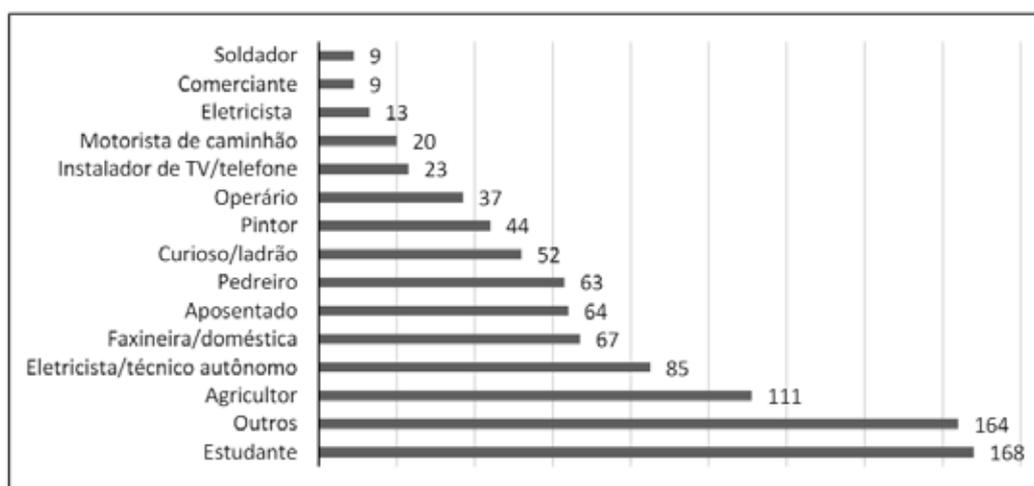


FIGURA 9 - CHOQUE ELÉTRICO POR PROFISSÃO/OCUPAÇÃO.

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

No entanto, acidentes com crianças e adolescentes chegaram a somar 168 ocorrências, apenas no ano de 2018. Eles são enquadrados na categoria de “Estudantes”, pois não possuem profissão determinada. Acidentes em que não foi possível identificar a ocupação do acidentado foram classificados como “Outros”.

6.2.2. INCÊNDIOS POR SOBRECARGA

Depois dos acidentes por choque elétrico, os incêndios por sobrecarga em instalações elétricas são os acidentes mais recorrentes envolvendo eletricidade no Brasil.

Em aproximadamente 89% dos casos, não há mortes (ABRACOPEL, 2019). Ainda assim, incêndios como este representam instalações inadequadas e inseguras, sobretudo as de baixa tensão, conforme se apresenta na Figura 10, onde são mostradas as localidades em que mais ocorreram incêndios dessa natureza.

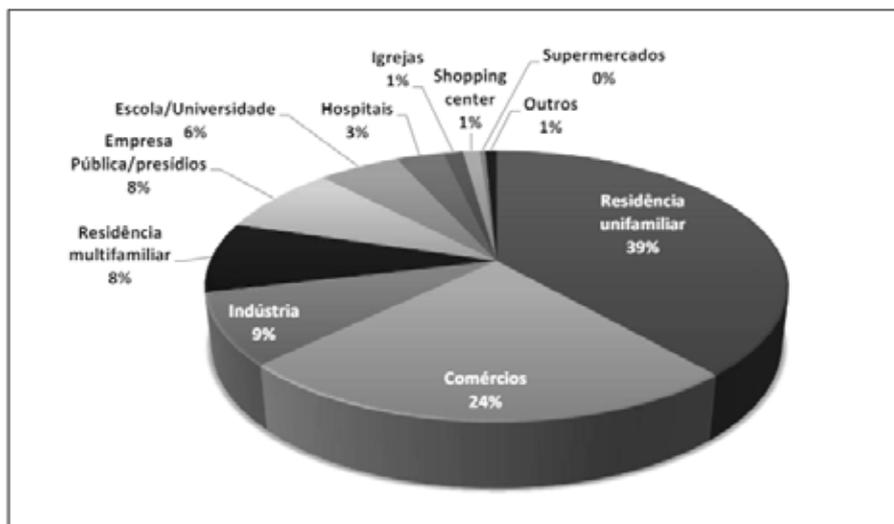


FIGURA 10 - INCÊNDIOS POR SOBRECARGA (TIPO DE EDIFICAÇÃO OU LOGRADOURO).

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

De acordo com ABRACOPEL (2019), 207 incêndios ocorreram em residências unifamiliares, considerando área urbana e rural. Além de mais 45 casos em residências multifamiliares. Juntos, portanto, representam quase metade dos acidentes por sobrecarga. Também foram em áreas domiciliares que ocorreram a maior parte dos incêndios com morte, 14 pessoas morreram em apartamentos, e outras 44 em casas e sítios.

Isso revela que as maiores fontes de perigo para ocorrências desse tipo são instalações elétricas residenciais, muitas vezes feitas sem planejamento ou acompanhamento de profissionais especializados.

Em muitos casos, os incêndios originam-se devido ao superaquecimento dos condutores, que ao ultrapassarem seus limites de condução, aquecem, liberando energia em forma de calor, pelo efeito Joule.

Logo atrás das residências, os comércios de pequeno porte são os locais onde mais ocorrem incêndios por sobrecarga, foram 130 ocorrências no ano passado, sem nenhuma morte. Em indústrias de pequeno ou médio porte e empresas públicas/presídios houve aproximadamente 40 incêndios cada.

Em dados de anos anteriores, é possível notar um aumento contínuo com o passar do tempo. Comparando os valores apresentados na Figura 11 relativos à 2018 e 2013, vê-se que os incêndios por sobrecarga aumentaram em mais de 68%, enquanto o número de ocorrências fatais passou a ser quase quatro vezes maior do que os registrados há 6 anos.

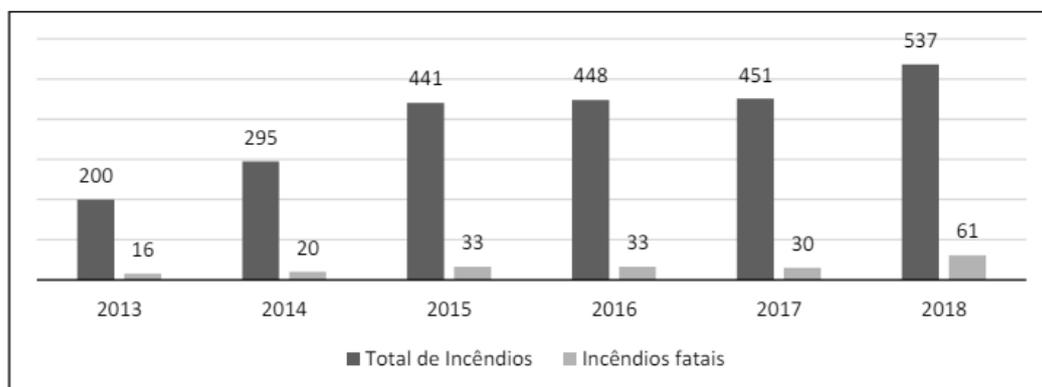


FIGURA 11 - SÉRIE HISTÓRICA DE INCÊNDIOS/MORTES ORIGINADOS POR SOBRECARGA.

Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

Entre os anos de 2015 e 2017, os números de incêndios e de mortes por sobrecarga por ano mantiveram-se muito próximos. No entanto, entre os anos de 2017 e 2018, houve um aumento de 19% no número de acidentes por sobrecarga, e de 100% no número de casos com óbito, que foram de 30 para 61 mortes.

6.3. ACIDENTES EM DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Dentre as competências da Agência Nacional de Energia Elétrica, está a definição de padrões de qualidade de atendimento e segurança em serviços de energia elétrica, de modo a promover o uso eficaz e eficiente da energia, e proporcionar condições para livre competição no mercado (ANEEL, 2019).

Assim, a agência pratica a regulação em três aspectos, entre eles a regulação técnica de padrões e serviços, que compreende todos os segmentos do setor elétrico: geração, transmissão, distribuição e comercialização.

Na etapa de distribuição, caracterizada pelo rebaixamento da tensão entregue pelo sistema de transmissão com o objetivo de fornecer energia ao consumidor final, existem algumas atribuições da regulação.

Em termos de qualidade do serviço e do produto, são estabelecidos 6 indicadores de segurança do trabalho e das instalações, que resumem informações de acidentes e fatalidades relativos à segurança do trabalho nas distribuidoras e em suas instalações, entre eles estão:

- NMOFUPR: Número de mortes decorrentes de acidentes do trabalho (funcionários próprios);
- NMOFUTE: Número de mortes decorrentes de acidentes do trabalho (funcionários terceirizados);
- NACTER: Número de acidentes com terceiros envolvendo a rede elétrica e demais instalações; e
- NMOTER: Número de mortes decorrentes de acidentes com terceiros envolvendo a rede elétrica.

Os dois primeiros indicadores a serem analisados são o NMOFUPR e o NMOFUTE, fazem referência ao número de mortes resultado de acidentes do trabalho em distribuidoras, os valores são apresentados na Figura 12.

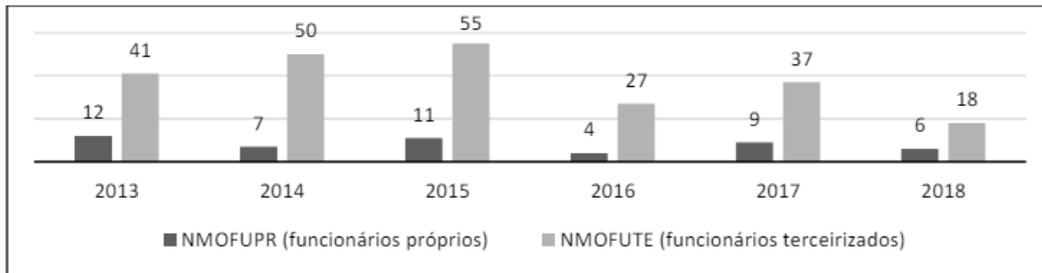


FIGURA 12 - NÚMERO DE MORTES DECORRENTES DE ACIDENTES DE TRABALHO EM DISTRIBUIDORAS.

Fonte: Adaptado de ANEEL (2019).

Considerando os dados a partir de 2013, é possível observar um crescimento nas mortes de funcionários das próprias distribuidoras durante três anos consecutivos (2013 - 2015). No entanto, entre os anos de 2015 e 2016, houve uma queda de 49%, diminuindo os óbitos a metade. Em 2018, ocorreram 18 mortes decorrentes de acidentes do trabalho. Já em relação a mortes de funcionários de empresas terceirizadas, os números são menores. Ao longo dos últimos 6 anos, a média de acidentes fatais foi de 8 ocorrências por ano. Entre o ano de 2017 e 2018, houve uma redução nos casos. Dois terços das fatalidades com terceirizados em 2017, representam o total de mortes em 2018. Os outros dois indicadores abrangem acidentes envolvendo a rede elétrica e instalações onde as vítimas não possuem vínculo empregatício com as distribuidoras, trata-se de terceiros, são eles o NACTER e o NMOTER. Os valores anuais referentes a essas fatalidades são apresentados na Figura 13.

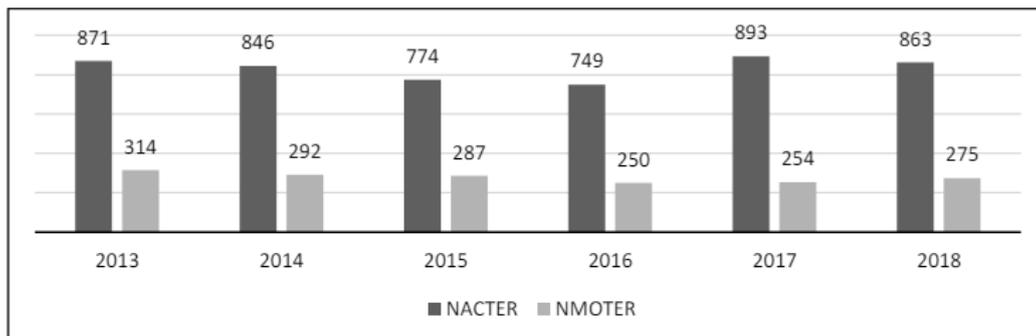


FIGURA 13 - NÚMERO DE ACIDENTES FATAIS E NÃO FATAIS COM TERCEIROS ENVOLVENDO A REDE ELÉTRICA E DEMAIS INSTALAÇÕES.

Fonte: Adaptado de ANEEL (2019).

Segundo a ANEEL (2019), em 2018, 275 pessoas morreram em acidentes envolvendo a rede elétrica, enquanto outras 863 se acidentaram em condições semelhantes. Os acidentes não fatais aconteceram em média 832 vezes por ano entre 2013 e 2018. Já a média de mortes neste período é de 33% do valor de acidentes não fatais. É possível observar que em relação aos indicadores analisados anteriormente na Figura 12, os números de acidentes com ou sem mortes aumentam consideravelmente. Isso revela o quanto as pessoas sem conhecimento técnico se expõem aos perigos da rede elétrica, mesmo sob avisos.

6.4. PRINCIPAIS CAUSAS DOS ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

Nas subseções anteriores foram mostrados dados que expressam as principais características dos acidentes que envolvem eletricidade no país. Unindo essas informações às práticas inseguras comuns em serviços e instalações elétricas no Brasil, é possível traçar, de forma qualitativa, algumas das principais causas de acidentes de origem elétrica:

- Não seguir os procedimentos;
- Falta de qualificação ou treinamento;
- Desuso ou uso incorreto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- Contato com Redes Energizadas;
- Arranjo Físico deficiente;
- Falta de comunicação;
- Falha no EPI;
- Máquinas sem proteção;
- Ferramentas inadequadas;
- Instalação elétrica exposta, imprópria ou defeituosa;
- Energização acidental;
- Descargas atmosféricas;
- Explosões;
- Insegurança pessoal.

Além dessas, também pode haver diferentes situações que resultem em acidentes.

7. REGULAMENTAÇÃO E ORIENTAÇÕES TÉCNICAS

Como forma de garantir os requisitos mínimos e adequados de segurança no trabalho em diversas áreas foram criadas, pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), as Normas Regulamentadoras, que abordam de maneira generalista as questões pertinentes a este assunto, sendo de observância obrigatória, são fontes necessariamente importantes para construção de um ambiente de trabalho sadio e seguro.

Como uma forma de complemento às NR's foram desenvolvidas também as Normas técnicas que fornecem regras e diretrizes em conformidade com as Normas Regulamentadoras, de um modo mais específico e com maior rigor (ABNT, 2019).

Existem diferentes níveis de normalização, mencionados a seguir em ordem crescente rigorosidade: internacional, regional, nacional, associação, empresarial (NUNES, 2016).

No Brasil, o Organismo de Normalização reconhecido é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), internacionalmente, destacam-se instituições como a International Standard Organization (ISO) e a International Electrotechnical Commission (IEC), entre outras.

Nesta seção serão apresentadas com mais detalhes algumas Normas Regulamentadoras e Técnicas relevantes para o assunto abordado neste trabalho, no entanto, existem ainda muitas outras normas que tratam de assuntos diversos sempre visando a segurança, a execução de serviços e utilização de equipamentos adequadas.

7.1. NR 4 - SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO

Esta é uma das primeiras NR's, criada em 1978. Desde então passou por algumas atualizações até chegar à versão mais atual aprovada pela Portaria MTPS n.º 510, de 29 de abril de 2016.

Tem como objetivo promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho através da implementação e manutenção obrigatória de Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) nas empresas privadas e públicas, entre outros, que possuam empregados regidos pela CLT.

De acordo com o estabelecido em norma, o SESMT deve ser composto por engenheiro de segurança do trabalho, médico do trabalho, auxiliar ou técnico de enfermagem do trabalho, enfermeiro do trabalho e técnico de segurança do trabalho.

Ao longo do texto, também são especificados os parâmetros para dimensionar os SESMT, para isso são considerados o grau de risco da atividade principal do estabelecimento, e o número total de empregados.

São definidos quatro níveis de gradação do risco. De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), atividades relacionadas a eletricidade, como processos de geração, transmissão, distribuição e comércio atacadista de energia elétrica, e ainda instalações elétricas em serviços especializados para construção são consideradas atividades de risco 3. Para essa gradação de risco, a quantidade de profissionais do SESMT é definida como se apresenta na Tabela 6.

DIMENSIONAMENTO DO SESMT PARA ATIVIDADES COM GRAU DE RISCO 3

Nº de empregados no estabelecimento	101 a 250	251 a 500	501 a 1000	100 a 200	200 a 350	350 a 500	Acima de 5000 para cada grupo de 4000 ou fração de 2000**
Técnico Seg. Trabalho	1	2	3	4	6	8	3
Engenheiro Seg. Trabalho	-	-	1*	1	1	2	1
Aux. Enfermagem do Trabalho	-	-	-	1	2	1	1
Enfermeiro do Trabalho	-	-	-	-	-	1	-
Médico do Trabalho	-	-	1*	1	1	2	1

(*) Tempo parcial (mínimo de três horas)

(**) O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento de faixas de 3501 a 5000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4000 ou fração acima de 2000.

TABELA 6 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT PARA ATIVIDADES COM GRAU DE RISCO 3.

Fonte: Adaptado de Norma Regulamentadora Nº 4 (MTE, 2022).

7.2. NR 5 - COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Diretamente ligada à NR 4, abordada no subitem anterior, está a Norma Regulamentadora Nº 5. Sua versão original também foi publicada em 1978, sendo atualizada pela última vez através da Portaria MTP n.º 4.219, de 20 de dezembro de 2022.

A finalidade da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) é, sobretudo, prevenir acidentes e doenças decorrentes do trabalho. Compatibilizando as atribuições, com a promoção da saúde e preservação da vida do trabalhador.

DIMENSIONAMENTO DA CIPA POR GRAU DE RISCO

GRAU DE RISCO	Nº de INTEGRANTES DA CIPA	0 a 19	20 a 29	30 a 50	51 a 80	81 a 100	101 a 120	121 a 140	141 a 300	301 a 500	501 a 1000	1001 a 2500	2501 a 5000	5001 a 10.000	Acima de 10.000 para cada grupo de 2500 acrescentar
1	Efetivos	-	-	-	-	1	1	1	1	2	4	5	6	8	1
	Suplentes	-	-	-	-	1	1	1	1	2	3	4	5	6	1
2	Efetivos	-	-	-	1	1	2	2	3	4	5	6	8	10	1
	Suplentes	-	-	-	1	1	1	1	2	3	4	5	6	8	1
3	Efetivos	-	1	1	2	2	2	3	4	5	6	8	10	12	2
	Suplentes	-	1	1	1	1	1	2	2	4	4	6	8	8	2
4	Efetivos	-	1	2	3	3	4	4	4	5	6	9	11	13	2
	Suplentes	-	1	1	2	2	2	2	3	4	5	7	8	10	2

(*) Tempo parcial (mínimo de três horas)

(**) O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento de faixas de 3501 a 5000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4000 ou fração acima de 2000.

TABELA 6 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT PARA ATIVIDADES COM GRAU DE RISCO 3.

Fonte: Adaptado de Norma Regulamentadora Nº 5 (MTE, 2022).

Outras definições e ações em caso de não observância das disposições da norma, podem ser vistas com mais detalhes no próprio documento.

7.3. NR 6 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Atualizada pela última vez há um ano através da Portaria MTb n.º 877, de 24 de outubro de 2018, a Norma Regulamentadora Nº 6 é uma das mais presentes no dia a dia dos trabalhadores de modo geral, visa prevenir acidentes e doenças ocupacionais, garantindo a segurança e a saúde do trabalhador quando as medidas de ordem geral não forem suficientes para atingir este objetivo.

Para fins de aplicação da NR 6, entende-se como Equipamento de Proteção Individual todos os dispositivos ou produtos, utilizados individualmente pelo trabalhador, elaborados para proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Considerando as atividades de interesse no desenvolvimento do presente trabalho, é mostrado na Tabela 8 os equipamentos de proteção obrigatórios para atividades que envolvam eletricidade.

LISTA DE EPIS PARA ATIVIDADES QUE ENVOLVEM ELETRICIDADE

PARTE DO CORPO PROTEGIDA	EPI	RISCO
CABEÇA	Capacete	Choque elétrico
	Capuz ou bala clava	Origem térmica (arco elétrico)
OLHOS E FACE	Óculos	Partículas volantes
	Protetor facial	Origem térmica (arco elétrico)
TRONCO	Vestimenta	Origem térmica (arco elétrico)
MEMBROS SUPERIORES	Luvas	Choque elétrico e agentes térmicos
	Manga	Choque elétrico e agentes térmicos
MEMBROS INFERIORES	Calçado	Agentes provenientes de energia elétrica
	Calça	Agentes térmicos
CORPO INTEIRO	Macacão	Agentes térmicos
	Vestimenta de corpo inteiro	Choque elétrico

TABELA 8 - LISTA DE EPIS PARA ATIVIDADES QUE ENVOLVEM ELETRICIDADE.

Fonte: Adaptado de Norma Regulamentadora Nº 6 (MTE, 2018).

7.4. NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

Considerando as atividades de interesse no desenvolvimento do presente trabalho, é mostrado na Tabela 8 os equipamentos de proteção obrigatórios para atividades que envolvam eletricidade. Dentre as 38 normas regulamentadoras existentes atualmente, a NR 10 é a que aborda diretamente os assuntos relacionados a trabalhos com eletricidade e serve como base para outras normas técnicas do setor elétrico.

Ela tem como finalidade garantir a saúde e segurança dos trabalhadores que desenvolvem atividades ligadas a instalações elétricas e demais serviços que envolvem eletricidade, por meio de medidas de controle de riscos e sistemas preventivos. De forma a estabelecer requisitos e condições mínimas para que isto seja aplicado.

Abrange todos os segmentos do setor elétrico e todos os processos referentes a instalações elétricas: desde o projeto, à construção, montagem, operação e manutenção delas. Estando fundamentada de acordo em diferentes tópicos. São eles:

- Medidas de controle, e de proteção coletiva e individual;
- Segurança em: projetos, construção, montagem, operação e manutenção;
- Segurança em instalações elétricas energizadas e desenergizadas;
- Trabalhos envolvendo alta tensão;
- Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores;
- Proteção contra incêndio e explosão;
- Sinalização de segurança;
- Procedimentos de trabalho;
- Emergência;
- Responsabilidades.

7.5. NR 12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Uma das NR's de grande importância para os serviços que envolvem eletricidade é a Norma Regulamentadora Nº 12, nela estão definidas as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, além de estabelecer requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e 42 doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos (MTE, 2019).

É estruturada em 19 capítulos, que abordam questões como:

- Arranjo físico e instalações das máquinas, definindo áreas de circulação seguras;
- Projeto das instalações e dispositivos elétricos que devem buscar prevenir os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes;
- Sistemas de segurança, como definição de zonas de perigo das máquinas e equipamentos, proteções fixas e móveis, além do uso de dispositivos de segurança interligados;

- Dispositivos de parada de emergência, que devem estar presentes nas máquinas, de modo a evitar situações de perigo;

Aspectos ergonômicos, riscos adicionais, manutenções, inspeções e reparos, sinalização, entre outros aspectos podem ser vistos com detalhes no texto completo da norma.

7.6. NORMA TÉCNICA ABNT NBR 5410:2004

Nesta norma são estabelecidas as condições mínimas para garantir a segurança de pessoas e animais em instalações elétricas de baixa tensão, bem como garantir seu funcionamento adequado. Deve ser aplicada em:

- Áreas descobertas externas a edificações;
- Locais de acampamento, marinha e instalações análogas;
- Instalações temporárias como canteiros de obras, feiras etc.;
- Circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada (CA), frequência inferior a 400 Hz, ou a 1500 V e corrente contínua (CC);
- Circuitos elétricos que não estão dentro de equipamentos, funcionando sobre tensão superior a 1000 volts, e alimentados por uma instalação igual ou inferior a 1000 volts em CA;
- Fiações e redes elétricas que não estejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização;
- Linhas elétricas fixas de sinal com exceção dos circuitos internos dos equipamentos;
- Instalações novas e já existentes, sobre reforma.

7.7. NORMA TÉCNICA ABNT NBR 14039:2005

Esta norma estabelece sistema para projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, à frequência industrial, visando garantir a segurança e a continuidade de serviço. Sua aplicabilidade abrange instalações desde a geração até a distribuição e utilização da energia elétrica. Porém, não se aplica a:

- Instalações elétricas de concessionárias em todos os segmentos do setor quando exercendo serviço de utilidade pública;
- Instalações de cercas eletrificadas;
- Trabalhos em circuitos energizados.

8. MEDIDAS DE CONTROLE DE RISCO ELÉTRICO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Ao longo das seções anteriores foram apresentados conceitos e informações que ajudam a caracterizar as ocorrências de acidentes de trabalho envolvendo instalações e serviços em eletricidade no Brasil, mostrando a importância de medidas e regulamentações que visem a preservação da vida do trabalhador e a garantia de condições sadias e seguras no ambiente de trabalho para cumprimento de suas atividades.

Assim, esta seção tem como finalidade apresentar diretrizes e orientações gerais para implementação de um sistema de gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO).

Bem como, reunir medidas que possam ser utilizadas no gerenciamento do risco elétrico, tanto medidas de controle, quanto medidas preventivas. Sugerindo assim, estratégias de

engenharia viáveis para prevenção de acidentes e de doenças ocupacionais em instalações elétricas.

O conteúdo exposto neste capítulo será fundamentado principalmente na norma técnica internacional ABNT NBR ISO 45001:2018, que define os requisitos gerais para implementação de um Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (SGSSO), possibilitando que as empresas e organizações gerenciem seus riscos de SSO e melhorem seu desempenho nestes aspectos. E na Norma Regulamentadora N° 10, já apresentada anteriormente, e que estabelece medidas de controle específicas para o risco elétrico.

8.1. SISTEMA DE GESTÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL

De acordo com o que está definido em norma, um sistema de gestão é: “um conjunto de elementos inter-relacionados ou integrantes de uma organização, para estabelecer políticas e objetivos, e processos para atingir estes objetivos” (International Standard Organization, 2018). Enquanto, um sistema de gestão de SSO é: “um sistema de gestão ou parte de um sistema de gestão utilizado para alcançar a política de SSO” (International Standard Organization, 2018).

Sistemas de Gestão de SSO visam prevenir lesões e problemas de saúde relacionados ao trabalho, bem como proporcionar um ambiente de trabalho saudável e seguro. Para que isto seja atingido, é necessário eliminar perigos e minimizar os riscos, por meio de medidas de prevenção e de proteção. Quando estas modificações são aplicadas, sobretudo por antecipação, o sistema torna-se cada vez mais efetivo e eficiente.

Além disso, é necessário que haja comprometimento da organização e de seus colaboradores, e um bom planejamento.

As etapas para elaboração de um SGSSO, de acordo com a ABNT NBR ISO 45001:2018 baseiam-se no conceito Plan-Do-Check-Act (Planejar-Fazer-Checar-Agir), mais conhecido como PDCA. As principais ações em cada etapa desse processo são apresentadas na Figura 14.

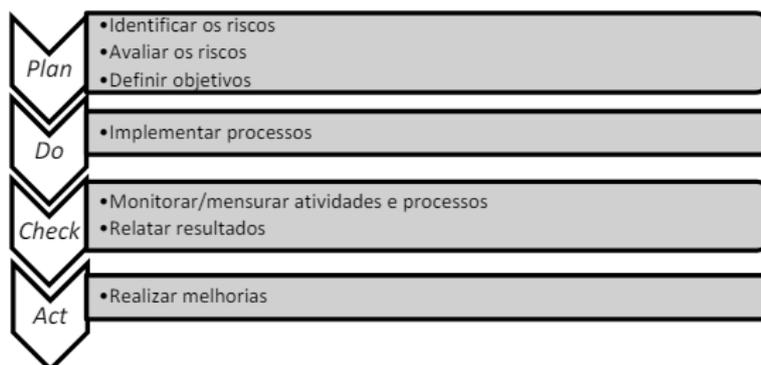


FIGURA 14 - CICLO PDCA.

Fonte: ABNT NBR ISO 45001 (2018)

8.1.1. PLANEJAMENTO

Na primeira fase do planejamento, é necessário definir as ações para abordagem dos riscos e oportunidades, considerando aqueles que assegurem os resultados esperados com a implementação do SGSSO, que previnam e reduzam os efeitos não desejados e

que possibilitem a melhoria contínua. Além dos riscos e oportunidades, os requisitos legais também devem ser levados em consideração.

A primeira das ações de abordagem é a identificação dos perigos. Como visto anteriormente, existem várias técnicas que podem ser utilizadas nesse processo, e devem ser escolhidas de acordo com alguns aspectos, de modo a serem o mais efetivas possível, como: organização do trabalho, infraestrutura, pessoas e/ou incidentes anteriores.

Além desses, outros aspectos também podem ser considerados. Fica implícito que o processo de identificação de perigos deve ser feito por meio de observações in loco, ou seja, onde serão realizadas as atividades. Ao final, devem ser analisadas as informações obtidas, para classificação dos riscos. Um exemplo de localização do risco elétrico em instalações temporárias, como canteiros de obras, é mostrado na Figura 15.



FIGURA 15 - LOCALIZAÇÃO DE RISCO ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES TEMPORÁRIAS.

Fonte: Adaptado de FUNDACENTRO (2007).

Após a identificação dos perigos, é necessário realizar a avaliação dos riscos e oportunidades. Para isso a empresa deve elaborar e manter um processo de avaliação, que seja proativo e possa ser utilizado de modo sistemático. Portanto, deve ser utilizada a metodologia que mais se adeque à organização. Na Tabela 9 é apresentado um exemplo de avaliação dos riscos em um serviço de medição de tensão.

Análise Preliminar de Risco

Tarefa Medir tensão na saída de um disjuntor de baixa tensão utilizando multímetro

Operações	Risco	Detecção	Efeitos	Classificação do risco		
				Frequência	Consequência	Classificação

Abrir o quadro de baixa tensão	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta
Medir a tensão	Arco elétrico	Nada consta	Queimaduras	Esperado ocorrer	Crítica	Alto
Fechar o quadro de baixa tensão	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta

TABELA 9 - EXEMPLO DE RESULTADO DA AVALIAÇÃO DOS RISCOS.

Fonte: Adaptado de FUSION ENGENHARIA LTDA (2009).

A última etapa do planejamento é a definição dos objetivos do SGSSO, que devem ser consistentes, mensuráveis, monitorados, periodicamente atualizados e, sobretudo, devem estar de acordo com os resultados da avaliação de riscos e oportunidades. Juntamente com os objetivos, deve ser definido o plano de ações.

8.1.2. OPERAÇÃO

Realizado o planejamento, é preciso colocar em prática o que foi determinado. Essa implementação é feita através do estabelecimento de critérios para realização dos processos, controle desses critérios e manutenção de informações, para aumento da confiabilidade e garantia de que tudo foi feito de acordo com o planejado.

Dentre os processos referentes ao SGSSO, um dos principais é o processo para eliminação dos perigos e redução dos riscos. Tal processo deve seguir a hierarquia apresentada na Figura 16.



FIGURA 16 - HIERARQUIA DO PROCESSO DE ELIMINAÇÃO DE PERIGOS E REDUÇÃO DE RISCOS.

Fonte: ABNT NBR ISO 45001 (2018).

Quando começam a ser executadas as determinações do planejamento, é normal que haja mudanças nos processos e operações já existentes. Portanto, cabe a empresa estabelecer um controle de mudanças, sejam elas temporárias ou permanentes, e que impactam diretamente o desempenho de SSO.

É importante também estar preparados para responder a situações emergenciais. Assim, a organização deve implementar e manter processos para situações deste tipo. Isso é feito estabelecendo um modelo de resposta planejada, que inclua primeiros socorros.

8.1.3. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

Nesta etapa é feito o monitoramento, medição e análise do desempenho do SGSSO. Portanto, deve estar determinado pela empresa tudo o que precisa ser monitorado e medido, e quais os métodos que serão utilizados para isso, além da periodicidade da avaliação. Estarão sob observação e análise, aspectos como: atendimentos dos requisitos legais, atividades e operações onde há perigos e riscos identificados, cumprimento dos objetivos (progresso), além da eficácia dos controles utilizados.

8.1.1. MELHORIA

Como todo processo que é planejado, aplicado e avaliado exige a aplicação de melhorias como forma de completar o ciclo de gestão, o SGSSO também funciona desta maneira. Sendo assim, a organização que implemente este sistema de gestão deve determinar oportunidades de melhoria e definir ações para que os resultados pretendidos em seu sistema sejam alcançados.

Em caso de ocorrência de incidentes ou não conformidades, a organização deve ter processos estabelecidos para gerenciá-los, como relatórios, revisões e investigações. E ainda, ser capaz de reagir em tempo hábil, tomando ações de controle e correção. Fazendo-se necessário, a organização deve também fazer alterações no SGSSO.

8.2. MEDIDAS DE CONTROLE DO RISCO ELÉTRICO

Na implementação de sistemas gestão de SSO, foi visto que após o processo de avaliação dos riscos é possível determinar medidas de controle. E como mostrado no anteriormente, essas ações são essenciais para que o gerenciamento de riscos esteja completo, e seja eficiente. No caso de instalações e serviços em eletricidade, os riscos são definidos em três categorias, arco elétrico, choque elétrico e campos eletromagnéticos. E as medidas de prevenção e controle para os mesmos são definidas de modo geral de acordo com o Anexo II da Norma Regulamentadora Nº 10. A partir de suas disposições, serão apresentadas aqui as principais medidas para controle de risco em atividades que envolvam eletricidade.

8.2.1. DESENERGIZAÇÃO

O processo de desenergização pode ser definido como conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas realizadas com o objetivo de garantir que não haverá tensão no circuito, em um trecho do mesmo ou em algum ponto de trabalho durante todo o período de intervenção, e sob controle dos trabalhadores envolvidos. Só haverá liberação para o trabalho, caso forem obedecidos os procedimentos estabelecidos em norma. Sendo considerada pela NR 10, como a medida de controle prioritária.

8.2.1.1. SECCIONAMENTO

É a primeira etapa para desenergização, definido como o processo realizado com o objetivo promover a descontinuidade elétrica total, realizado a partir do acionamento manual ou automático de dispositivo apropriado, como chaves seccionadoras, interruptores e disjuntores. O acionamento também pode ser feito com ferramentas

apropriadas, como varas de manobra, devendo sempre ser realizado segundo procedimentos específicos.

8.2.1.2. IMPEDIMENTO DE REENERGIZAÇÃO

Para garantir a etapa de impedimento de reenergização, devem ser estabelecidas condições que impeçam, garantidamente, a reenergização do circuito, bem como do equipamento desenergizado, assegurando ao trabalhador o controle do seccionamento. Isso é feito através da aplicação de travamentos mecânicos, como fechaduras, cadeados e dispositivos auxiliares de travamento, ou mesmo com sistemas informatizados equivalentes. Esses sistemas de travamento geralmente são utilizados em painéis e caixas elétricas, impossibilitando a reenergização acidental ou involuntária do circuito. Em alguns casos também pode ser feita a retirada dos fusíveis, extração dos disjuntores, ou ainda utilização de lacres e cadeados.

8.2.1.3. CONSTATAÇÃO DA AUSÊNCIA DE TENSÃO

Deve ser feita uma verificação da ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico. Esse processo é realizado com instrumentos de medição, como detectores de tensão, ou mesmo através de voltímetros instalados diretamente nos painéis, ou sinais luminosos. Eles devem sempre ser testados antes e após a verificação.

8.2.1.4. ATERRAMENTO TEMPORÁRIO

Assim que for verificada a descontinuidade do circuito (ausência de tensão), deve ser feita a instalação do aterramento temporário, cuja finalidade é a equipotencialização dos condutores e/ou equipamentos em processo de desenergização. A execução do aterramento, é feita da seguinte maneira:

- Solicita-se autorização formal;
- Pessoas não envolvidas na execução do aterramento são afastas do local;
- Delimita-se a área de trabalho, sinalizando-a;
- Confirma-se a desenergização do circuito a ser aterrado temporariamente;
- São inspecionados todos os dispositivos a serem utilizados no aterramento temporário antes de sua utilização;
- Liga-se o grampo de terra do conjunto de aterramento temporário com firmeza à malha de terra e em seguida a outra extremidade aos condutores ou equipamentos que serão ligados à terra, utilizando equipamentos de isolamento e proteção apropriados à execução da tarefa;

Para execução dessa instalação devem ser obedecidos os procedimentos específicos de cada empresa. Outra orientação, é que em redes de distribuição deve-se trabalhar, no mínimo, entre dois aterramentos.

8.2.1.5. PROTEÇÃO DOS ELEMENTOS ENERGIZADOS NA ZONA CONTROLADA

Deve ser feita a proteção dos equipamentos e instrumentos existentes na zona controlada, através de isolamento ou aterramento.

A zona controlada, de acordo com a norma, é definida como área dentro da parte condutora energizada, segregada e com dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão da instalação, acessível somente por profissionais autorizados. Na Figura 17 são mostradas as distâncias que delimitam zonas de risco e livre, definidas na NR 10.

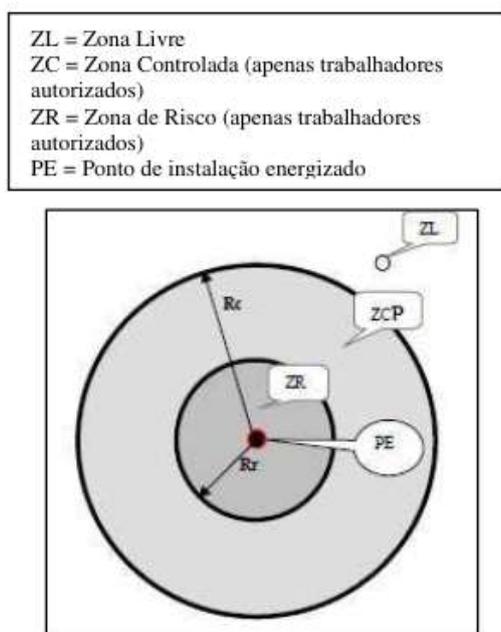


FIGURA 17 - DISTÂNCIAS NO AR QUE DELIMITAM RADIALMENTE AS ZONAS DE RISCO, CONTROLADA E LIVRE

Fonte: Adaptada de Norma Regulamentadora Nº 10 (MTE, 2016).

8.2.1.6. INSTALAÇÃO DA SINALIZAÇÃO DE IMPEDIMENTO DE REENERGIZAÇÃO

Deve ser adotada sinalização adequada de segurança destinada a advertência e à identificação da razão de desenergização e informações do responsável. Isso feito com cartões, avisos, placas ou etiquetas de sinalização de travamento ou bloqueio, claros e adequadamente fixados.

8.2.2. SECCIONAMENTO AUTOMÁTICO DA ALIMENTAÇÃO

Nesse procedimento são utilizados dispositivos de sobrecorrente, como disjuntores termomagnéticos e fusíveis, bem como dispositivos de corrente residual, como disjuntores diferenciais residuais (DDR) e interruptores diferenciais residuais (IDR), utilizados na proteção contra efeitos do choque elétrico, de falhas de isolamento, de sobrecorrentes em condutores elétricos e no controle de isolamento da instalação, evitando desperdício por fuga de corrente.

O seccionamento automático ocorre por meio da atuação de um dispositivo de proteção como os citados no parágrafo acima. O dispositivo deve atuar automaticamente, interrompendo a alimentação do circuito ou equipamento que está sendo protegido por ele, e isso deve acontecer sempre que o contato entre parte viva e massa, entre parte viva e condutor de proteção ou entre partes vivas no circuito ou equipamento provocar circulação de corrente acima do valor estipulado. Tal ocorrência configura-se como curto-circuito ou sobrecarga.

8.2.3. PROTEÇÃO POR EXTRA BAIXA TENSÃO

Quando não é possível realizar a desenergização do circuito ou equipamento que sofrerá intervenção, faz-se obrigatório o emprego de tensão de segurança, principalmente em ambientes úmidos. A tensão de segurança (extrabaixa tensão) é de até 50 V em corrente alternada e deve ter como origem, uma fonte confiável. Reduzindo a tensão aplicada à extrabaixa tensão, é possível diminuir a corrente elétrica e, por conseguinte, eliminar ou reduzir os riscos de acidentes. Isso é feito por meio transformadores abaixadores, geradores ou baterias.

Para aplicação desse método é necessário atentar-se para algumas ações que não devem ser tomadas, como: aterrar o circuito de extrabaixa tensão, fazer ligações com circuitos de tensão mais elevadas, utilizar condutores para um nível maior de tensão por não possuir condutores adequados.

Em termos de segurança, essa é uma ótima medida de controle de risco, no entanto, na prática existem algumas dificuldades que podem torná-la inviável, como a necessidade de uma instalação de extrabaixa tensão, dimensões de condutores e equipamentos que são maiores devido ao nível de tensão.

8.2.4. BARREIRAS E INVÓLUCROS

Esse tipo de proteção tem como finalidade impedir o contato direto de pessoas ou animais com partes vivas, ou quaisquer outras influências externas, sobretudo quando da utilização de invólucros. Sendo assim, as partes vivas devem ficar localizadas atrás das barreiras ou dentro dos invólucros. Para que seja feita a instalação desse tipo de proteção, a concessionário deve desligar a rede elétrica. Na Figura 18 são mostrados exemplos de barreira, em amarelo e preto, e invólucro.

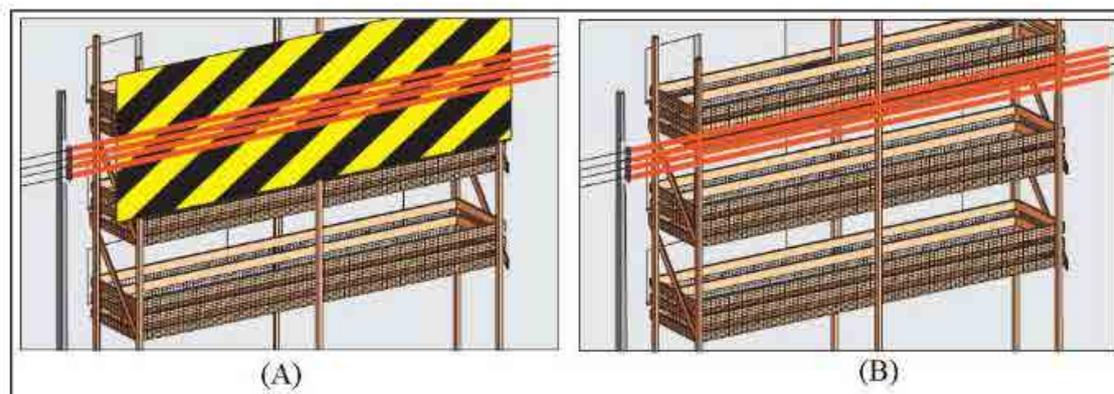


FIGURA 18 - (A) BARREIRA E INVÓLUCRO; (B) INVÓLUCRO

Fonte: FUNDACENTRO (2007).

8.2.5. OBSTÁCULOS E ANTEPAROS

Sua principal finalidade é evitar contato acidental com partes vivas, principalmente durante a operação de equipamentos sob tensão, portanto, geralmente são instalados em locais cujo acesso é permitido apenas por trabalhadores autorizados. Conforme apresentado na Figura 19.

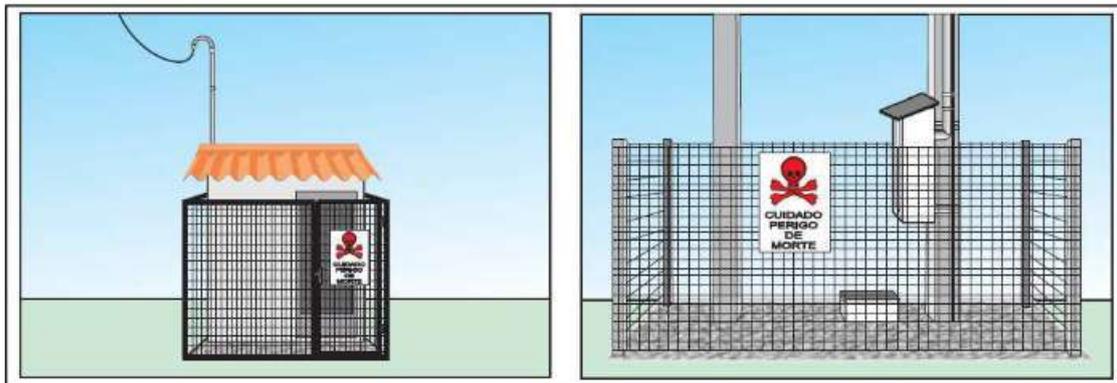


FIGURA 19 - OBSTÁCULOS.
Fonte: FUNDACENTRO (2007).

8.2.6. BLOQUEIOS E IMPEDIMENTOS

A ação de bloqueio pode ser realizada de forma mecanizada, por meio de dispositivos de bloqueio. Estes impedem a religação ou acionamento de chaves, interruptores, entre outros dispositivos de manobra. Seu principal objetivo é impedir ações não autorizadas. Toda medida de bloqueio deve possuir etiqueta de sinalização com nome do responsável, setor, data e forma de comunicação. Além dos meios mecânicos também podem ser utilizados lacres e cadeados, como o Lockout-Tagout, utilizado como método de bloqueio, mostrado na Figura 20.



FIGURA 20 - LOCKOUT-TAGOUT: MÉTODO DE BLOQUEIO.
Fonte: CHAMPS (2019).

8.2.7. COLOCAÇÃO FORA DO ALCANCE

Visa impedir o contato involuntário do trabalhador com condutores energizados, para isso, é definida uma distância mínima entre os condutores, tanto na vertical quanto na horizontal. Essas distâncias variam a depender do nível de tensão.

8.2.8. SEPARAÇÃO ELÉTRICA

Esta medida de proteção é definida na ABNT NBR 5410:2004, e não pode ser aplicada em todos os circuitos. Entende-se que essa proteção é feita através do uso de um transformador de separação, onde o terminal secundário deve estar isolado. Não sendo necessário o aterramento dos equipamentos alimentados, além disso, esses equipamentos não devem ser ligados a outros circuitos ou elementos condutivos estranhos.

8.2.9. ISOLAMENTO DAS PARTES VIVAS

Utilizada como meio de impedimento de qualquer contato com as partes vivas da instalação. Para que as partes vivas sejam consideradas isoladas, é necessário que sejam recobertas com material isolante, preferencialmente que possam ser removidos apenas pela sua destruição. Isso pode acontecer devido sobretensões transitórias. É importante que o isolamento esteja sempre adequado ao nível de tensão do serviço, e que seja bem acondicionado de forma a evitar acúmulo de sujeira e umidade, que tendem a comprometer a isolação, tornando-o condutivo.

Existem dois tipos principais de isolação, a básica aplicada às partes vivas proporcionando o mínimo de proteção, é feita com materiais simples como fita isolante, apresentada na Figura 21.



FIGURA 21 - ISOLAÇÃO BÁSICA.

Fonte: FUNDACENTRO (2007).

E a dupla, que propicia uma dupla defesa contra contatos indiretos e é constituída pela isolação básica (protege contra choques) e a isolação suplementar (protege contra choques, caso a isolação básica falhe), conforme mostrado na Figura 22.

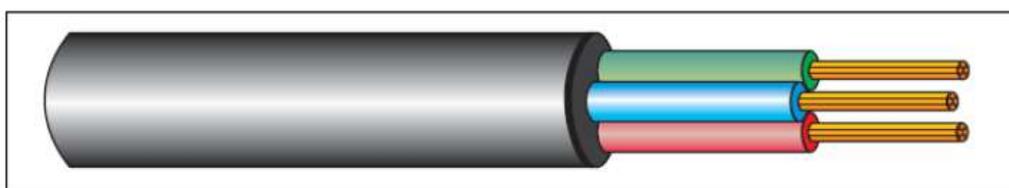


FIGURA 22 - ISOLAÇÃO DUPLA.

Fonte: FUNDACENTRO (2007).

8.2.10. MEDIDAS DE CONTROLE PARA RISCOS ADICIONAIS

Embora os principais riscos relacionados aos serviços que envolvem eletricidade sejam o arco elétrico, o choque elétrico e os campos eletromagnéticos, existem ainda riscos adicionais, que devem ser eliminados e reduzidos de forma que os trabalhadores estejam assegurados também nestas situações. Resumidamente, na Tabela 10 estão as principais medidas de controle de riscos adicionais em serviços eletricitários.

MEDIDAS DE CONTROLE DE RISCOS ADICIONAIS EM SERVIÇOS ELETRICITÁRIOS

Riscos adicionais	Medidas de controle do risco
Trabalho em altura	Treinamento específico (NR 35);
Ambiente confinado	Treinamento específico (NR 33);
Área classificada	Treinamento específico (NR 23);
Instalação elétrica em ambiente explosivo	Projeto e materiais certificados;
Sobretensões transitórias	Dispositivos de proteção contra surtos (DPS);
Descargas atmosféricas	SPDA e interrupção de trabalhos a céu aberto;
Eletricidade estática	Eliminação a partir do uso de ionizadores, aterradores e mantas dissipadoras;
Umidade	Desumidificação;
Flora	Remoção, considerando os critérios de preservação do meio ambiente;
Fauna	Impedimento da circulação ou entrada nas instalações elétricas, e controle de pragas;

TABELA 10 - MEDIDAS DE CONTROLE DE RISCOS ADICIONAIS EM SERVIÇOS ELETRICITÁRIOS.

Fonte: Adaptado de FUSION ENGENHARIA LTDA (2009).

8.3. BOAS PRÁTICAS PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

De modo geral, algumas práticas apresentam-se como ações eficientes na prevenção de acidentes de trabalho, independente da atividade realizada. Tais ações são de responsabilidade dos empregadores e/ou dos trabalhadores, maiores interessados na preservação da saúde e da segurança ocupacional. Estão listadas abaixo algumas práticas recomendáveis:

- Realizar treinamentos periódicos;
- Estar atento ao ambiente e à atividade que está sendo realizada;
- Orientar os trabalhadores sobre perigos e riscos envolvidos nas atividades a serem executadas;
- Utilizar corretamente os EPIs disponibilizados e adequados ao serviço;
- Não estimular comportamentos imprudentes;
- Manter o ambiente de trabalho organizado;
- Manter boas relações sociais e boa comunicação entre os colaboradores;
- Aproximar os colaboradores das medidas, comissões e sistemas de gestão implementados na empresa e que visam a saúde e segurança ocupacional;
- Estar atento ao estado de conservação dos materiais, equipamentos e dispositivos utilizados;
- Seguir as Normas Regulamentadoras corretamente.

CONCLUSÃO

É possível notar os efeitos nocivos consequências do uso inadequado ou inseguro da eletricidade no dia a dia, da leve sensação de choque no contato com a carcaça de um eletrodoméstico mal aterrado a fatalidades causadas por arcos elétricos em intervenções mal planejadas na rede elétrica.

E infelizmente ocorrências como estas, e outras também de origem elétrica, como incêndios por sobrecarga, choques elétricos de maior gravidade, descargas atmosféricas, entre outras, acontecem centenas de vezes no país todos os anos. Todos esses acidentes, sobretudo nos ambientes de trabalho, geram impactos sociais e financeiros de diversos aspectos. Nota-se assim a importância de conhecer medidas de prevenção, e entender como ocorrem esses acidentes, suas principais características e consequências.

Como ainda não é objetivo de estudo nos cursos de engenharia de modo geral, o estudo da prevenção de acidentes de trabalho em instalações e serviços em eletricidade apresenta-se como um complemento de grande valor para a formação acadêmica e profissional, bem como uma contribuição didática para os demais alunos de graduação em Engenharia Elétrica.

Dessa forma, no presente trabalho foram abordados conceitos essenciais da Engenharia de Segurança do Trabalho, principal responsável pelo desenvolvimento de métodos que visam garantir a segurança e saúde nos ambientes de trabalho, como definições de acidente do trabalho e apresentação de técnicas de gerenciamento de risco (identificação, análise e controle). Além de conceitos físicos importantes que explicam de maneira científica os principais riscos elétricos e suas consequências, principalmente o choque e o arco elétrico.

Como forma de caracterizar os de acidentes de trabalho de origem elétrica no Brasil foram descritos estatisticamente dados que apontam as principais características dessas ocorrências, como: agentes causadores, ocupações, profissionais, fatalidades, entre outros aspectos.

Para entender como é a participação e contribuição dos órgãos governamentais, empresas e associações na garantia de ambientes de trabalho seguros e saudáveis, especificamente em serviços eletricitários, foram apresentadas as normas regulamentadoras e técnicas mais relevantes para esta área de atuação. Por fim, foram apresentadas as etapas para implementação de um sistema de gestão SSO, bem como medidas e soluções para controle do risco elétrico, além de boas práticas para prevenção de acidentes de trabalho no geral. Todos fundamentados nas exigências legais e de mercado.

A partir dos dados estatísticos, que embora escassos, apresentam nível aceitável de confiabilidade, foi visto que os acidentes de origem elétrica no Brasil geralmente são causados por choque elétrico, sobrecarga (curto-circuito) ou descargas atmosféricas, tendo como principais vítimas agricultores, eletricitistas e profissionais da construção civil. Muitos desses acidentes são fatais, e a maioria ocorre em ambientes unifamiliares, como residências, sítios e chácaras. Há também muitas fatalidades decorrentes de acidentes de trabalho nas redes de distribuição.

De posse desse conhecimento, foram reunidas as principais ações para controle do risco elétrico e prevenções de acidentes de origem elétrica nos ambientes de trabalho, como a implementação de um sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional, e medidas de controle do risco elétrico, ambos fundamentos em normas aprovadas e seguidas pela sociedade.

Como propostas de trabalhos futuros podem ser feitos estudos de caso com aplicação de técnicas de identificação e análise de riscos para implementação de um sistema de gerenciamento de riscos elétricos, em empresas da região, nos laboratórios do Departamento de Engenharia Elétrica da UniFil ou mesmo em instalações elétricas temporárias, como canteiros de obras, aplicando-se os conceitos e medidas reunidos neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT. Catálogo ABNT. Brasil, 2019.

ABNT. NBR ISO 45001: Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional.

ABRACOPEL. Anuário Estatístico: Acidentes de origem elétrica 2019 - ano base 2018.

ANAC. Seminário de gerenciamento do risco na segurança operacional. Brasil,

ANEEL. Indicadores de segurança do trabalho e das instalações.

ANEEL. Qualidade na Distribuição: Segurança do Trabalho e das Instalações.

BRASIL. Lei nº 8213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1991.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Gabinete do Ministro. Portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II,

da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União, 6 jul. 1978.

CASTELETTI, Luís Francisco. NR 10: Riscos Elétricos. 2006.

CHAMPS. Lockout/Tagout and Why It Matters Brasil. In: CHAMPS Software, Inc. COTRIM, Ademaro A. M. B. Instalações elétricas. 5. ed. rev. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 496 p. ISBN 978-85-7605-208-1.

FERREIRA, Leandro Silveira et al. Segurança do Trabalho I. Santa Maria: FSM, CTISM, Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil: [s. n.], 2012. 151 p.

FUNDACENTRO. RTP 05: Instalações elétricas temporárias em canteiros de obras. Relatório Técnico de Procedimento. MTE, Brasil, p. 1-44, 2007.

FUSION ENGENHARIA LTDA. Medidas de controle do risco elétrico.

LOURENÇO, Heliton; LOBÃO, Elidio de C. Análise da segurança do trabalho em serviços com eletricidade sob a ótica da nova NR-10. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2008, Ponta Grossa MARCONDES, José Sérgio. Segurança do trabalho, o que é, importância, atividades, como funciona.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 4. NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança em Medicina do Trabalho, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-30, 8 jun. 1978.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 5. NR 5 - Comissão Interna de Prevenção de , Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-24, 8 jun. 1978

MTE. Norma Regulamentadora Nº 6. NR 6 - Equipamento de Proteção Individual, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-8, 8 jun. 1978.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 10. NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-14, 8 jun. 1978.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 12. NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-14, 8 jun. 1978.

NBR 5410 e NBR 5419. Orientador: Alcides Leandro da Silva. 2016. 137 p. OHSAS (Reino Unido). Norma 18001: 2007. Sistema de gestão da segurança e da saúde do trabalho: Versão traduzida, OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES, 2007.

OSHA. Controlling Electrical Hazards. Elaine L. Chao. 1. ed. rev. Estados Unidos da América, 2002. 71 p.

OSST. Observatório de Saúde e Segurança do Trabalho. Brasil: Ministério Público do Trabalho, Organização Internacional do Trabalho, 2019.

PES, João Hélio Ferreira; ROSA, Taís Hemann da. Análise jurisprudencial do direito de acesso à energia elétrica. CONPEDI, Brasil, 2011.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. Gerenciamento de Riscos. Santa Maria: de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; 2013. 120 p.

UNIFAL. Comissão Permanente de Prevenção e Controle de Riscos Ambientais. Perigo e Risco. Alfenas-MG, [201-].

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

O IMPACTO DO CHATGPT E DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO MUNDO DOS NEGÓCIOS

O IMPACTO DO CHATGPT E DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO MUNDO DOS NEGÓCIOS

Thiago Magalhães Zampieri - thiago@corelab.com.br - Corelab
Mestre em Ciência da Computação pela UEL

Resumo: O avanço da Inteligência Artificial (IA) tem proporcionado transformações significativas no ambiente de negócios. Entre as soluções de IA mais inovadoras está o ChatGPT, um modelo de linguagem natural capaz de desempenhar tarefas que variam desde o atendimento ao cliente até a automação de processos internos. Este artigo investiga como o ChatGPT está remodelando as práticas empresariais, contribuindo para a otimização da comunicação, a melhoria da experiência do cliente, a automação inteligente e a criação de conteúdos. Além disso, são abordados os desafios e limitações no uso dessa tecnologia, como questões éticas e de privacidade de dados. Conclui-se que, quando implementado de forma eficaz, o ChatGPT pode impulsionar a produtividade e a competitividade das empresas. Sete referências adicionais são discutidas, fornecendo uma visão abrangente sobre o papel crescente da IA nos negócios.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, ChatGPT, Automação, Negócios, Inovação, Atendimento ao Cliente, Comunicação.

Abstract: The advancement of Artificial Intelligence (AI) has provided significant transformations in the business environment. Among the most innovative AI solutions is ChatGPT, a natural language model capable of performing tasks ranging from customer service to internal process automation. This article investigates how ChatGPT is reshaping business practices, contributing to optimizing communication, improving customer experience, intelligent automation and content creation. Furthermore, challenges and limitations in using this technology are addressed, such as ethical and data privacy issues. It is concluded that, when implemented effectively, ChatGPT can boost companies' productivity and competitiveness. Seven additional references are discussed, providing a comprehensive overview of the growing role of AI in business.

Keywords: Artificial Intelligence, ChatGPT, Automation, Business, Innovation, Customer Service, Communication.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a Inteligência Artificial (IA) tem se tornado um pilar fundamental na transformação digital de várias indústrias. O uso de IA não apenas amplia a capacidade das empresas de automatizar processos complexos, mas também oferece ferramentas que possibilitam uma interação mais natural entre humanos e máquinas. Entre essas tecnologias, o ChatGPT, um modelo de linguagem desenvolvido pela OpenAI, destaca-se por sua capacidade de compreender e gerar texto de forma semelhante a um ser humano. Sua aplicação no ambiente de negócios abre novas possibilidades para melhorar a eficiência operacional e a satisfação do cliente.

O impacto do ChatGPT vai além da automação simples. Ele pode ser utilizado em várias frentes, como atendimento ao cliente, marketing, suporte interno, e geração de conteúdo, o que o torna uma ferramenta poderosa em um mercado cada vez mais competitivo. Entretanto, junto com essas oportunidades surgem desafios, como a proteção de dados e a necessidade de equilibrar automação com interação humana. O presente artigo explora

esses aspectos e discute como as empresas podem adotar o ChatGPT para alavancar suas operações. Além disso, revisa a literatura sobre IA nos negócios, destacando sete referências importantes para esse campo de estudo.

DESENVOLVIMENTO

1. A Evolução da IA no Ambiente Empresarial

A história da IA remonta a meados do século XX, mas seu uso prático em empresas começou a ganhar força apenas nas últimas décadas. Inicialmente, a IA era vista como uma tecnologia de nicho, limitada à automação de processos de fabricação ou análise de grandes volumes de dados. No entanto, com o surgimento de modelos mais avançados de aprendizado de máquina, como o ChatGPT, essa visão mudou drasticamente. Hoje, a IA é amplamente utilizada em setores que vão desde a saúde até o varejo e as finanças, transformando completamente a maneira como as empresas operam.

Um estudo conduzido por Davenport e Ronanki (2018) destacou que as empresas que adotaram IA em suas operações relataram melhorias significativas em produtividade e precisão. O uso de ferramentas de IA como o ChatGPT permite que as empresas automatizem processos de maneira mais eficiente, economizando tempo e recursos. O potencial de IA para melhorar a tomada de decisões também foi amplamente reconhecido, com os sistemas de IA sendo usados para analisar grandes volumes de dados e oferecer insights que seriam impossíveis para seres humanos processarem sozinhos.

1. 2. Aplicações do ChatGPT nas Empresas

a) Atendimento ao Cliente Automatizado

Uma das principais áreas onde o ChatGPT pode ser implementado é o atendimento ao cliente. De acordo com uma pesquisa realizada por Accenture (2019), 87% das empresas que adotaram IA no atendimento ao cliente relataram uma melhoria na experiência do usuário. Com o ChatGPT, é possível criar assistentes virtuais que oferecem respostas rápidas e precisas às dúvidas dos clientes, sem a necessidade de intervenção humana. Isso resulta em uma comunicação mais eficiente e em uma experiência mais satisfatória para o consumidor.

Além disso, o ChatGPT pode ser treinado para lidar com interações mais complexas, como resolver problemas técnicos ou fornecer informações detalhadas sobre produtos e serviços. Isso não apenas economiza o tempo dos atendentes humanos, mas também permite que os funcionários se concentrem em questões mais críticas, que exigem uma análise mais aprofundada ou um toque pessoal.

b) Geração de Conteúdo e Marketing

A criação de conteúdo é outra área onde o ChatGPT pode ser amplamente utilizado. O marketing digital exige um fluxo constante de conteúdo original e relevante, seja para blogs, redes sociais ou campanhas de email. O ChatGPT é capaz de gerar textos coerentes e bem estruturados, reduzindo significativamente o tempo gasto na produção de conteúdo. Segundo um estudo de Kotler, Kartajaya e Setiawan (2021), o uso de IA em marketing permite que as empresas ofereçam uma comunicação mais personalizada e direcionada aos seus clientes, aumentando as taxas de conversão e engajamento.

Além de gerar conteúdo escrito, o ChatGPT pode ser integrado em campanhas de marketing para fornecer respostas automáticas a consultas de clientes, auxiliando no processo de vendas. Essa capacidade de personalizar a comunicação com base nas

preferências do cliente é essencial para criar uma experiência mais envolvente e relevante.

c) Automação de Processos Internos

A automação de processos internos é outro campo em que o ChatGPT tem mostrado grande potencial. Empresas podem utilizar o modelo para tarefas administrativas repetitivas, como responder a e-mails, gerar relatórios ou organizar dados. Um exemplo prático é o uso do ChatGPT para realizar cotações de preços em tempo real, como mencionado no estudo de Zampieri (2024), onde empresas podem automatizar consultas de preços de commodities ou taxas de câmbio.

Empresas também estão usando IA para melhorar a eficiência em áreas como gestão de inventário e logística. Isso é especialmente relevante em setores que dependem de cadeias de suprimentos complexas. O ChatGPT pode fornecer atualizações em tempo real e relatórios automatizados, facilitando o processo de tomada de decisão.

d) Educação e Treinamento Corporativo

Outra aplicação interessante do ChatGPT é na educação e treinamento de funcionários. Ele pode ser utilizado como um assistente de treinamento, fornecendo informações em tempo real, simulando cenários de atendimento ou ajudando na avaliação de desempenho dos colaboradores. A McKinsey (2020) relata que as empresas que utilizam IA para apoiar o desenvolvimento de habilidades têm visto uma melhoria de 25% na eficiência dos seus programas de treinamento.

CONCLUSÃO

O ChatGPT e outras tecnologias de IA estão revolucionando a maneira como as empresas conduzem suas operações. Desde a automação de processos internos até a personalização do atendimento ao cliente, a IA oferece uma gama de benefícios que podem melhorar a eficiência e a competitividade das empresas. No entanto, a implementação bem-sucedida dessas tecnologias requer um entendimento claro de suas limitações e desafios, particularmente em relação à privacidade de dados e à supervisão humana. À medida que a tecnologia continua a evoluir, o papel da IA nos negócios certamente se expandirá, abrindo novas oportunidades para inovação e crescimento.

REFERÊNCIAS

Davenport, T., & Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. Harvard Business Review.

Accenture. (2019). AI in Customer Service: Transforming the Experience. Accenture Reports.

Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2021). Marketing 5.0: Technology for Humanity. Wiley.

Zampieri, T. (2024). Como o ChatGPT pode transformar seu negócio. Corelab.

McKinsey. (2020). The Future of Work in the Age of Automation. McKinsey Global Institute.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W.W. Norton & Company.

European Union. (2018). General Data Protection Regulation (GDPR). Official Journal of the European Union.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

Resumo estendido CIMENPET

RESUMO ESTENDIDO CIMENPET

RESUMO:

A startup CIMENPET surgiu a partir de uma problemática comum no Brasil: o descarte inadequado de resíduos de garrafas PET e de pó de rocha provenientes de marmorarias. Com o intuito de propor uma solução sustentável, a equipe, composta por estudantes de engenharia, desenvolveu uma formulação inovadora utilizando esses materiais na fabricação de produtos para a construção civil. Incubada no Construhub, com suporte de mentores e da Universidade Filadélfia (Unifil), a startup criou pavers, argamassas e telhas compostas de pó de mármore, PET reciclado e cimento. Com foco na sustentabilidade, a startup visa transformar a construção civil por meio de produtos ecológicos, aproveitando resíduos industriais que, de outra forma, seriam descartados de maneira prejudicial ao meio ambiente.

Palavras chave: cimento, PET, pó de rocha, sustentabilidade, Cimenpet.

Estima-se que atualmente no Brasil, sejam descartados 570 mil toneladas de PET (polietileno tereftalato) inadequadamente, por ano, correspondendo a 25% do total que é reciclado, o que faz do Brasil é um dos maiores recicladores de PET do mundo. Entretanto, com o descarte incorreto, os resíduos deste polímero podem acabar contaminando o solo e rios com a liberação de substâncias tóxicas a este meio, levando em consideração que uma garrafa PET pode levar em média 500 anos para se decompor na natureza. Outra problemática abordada pelos membros da startup, foi o descarte inadequado de pó de rocha oriundos de marmorarias da região de Londrina. No processo de corte das peças, comercializadas por essas empresas, cerca de 30% do material é perdido na forma de um pó, com baixa granulometria, que posteriormente é descartado em tanques de decantação, para que empresas de coleta desses resíduos possam realizar o recolhimento deste material.

Motivados por essa problemática durante o Ideathon, um evento cujo objetivo é o desenvolvimento de ideias inovadoras, por parte de estudantes de universidades, realizado em Londrina nos dias 14 e 15 de junho, cinco estudantes de engenharia de materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), do câmpus Londrina se reuniram para participar do evento, com o objetivo de desenvolver uma solução inovadora para uma das dores enfrentadas pela sociedade, que foram apresentadas pela organização.

Os problemas analisados envolviam diversas questões e a que mais chamou a atenção da equipe foi o problema da gestão de resíduos. A partir daí, esses estudantes encontraram como solução para a gestão de resíduos das marmorarias e dos centros de reciclagem uma formulação de cimento que levava em sua composição cimento, pó de mármore e fragmentos de PET. A ideia, apesar de muito boa, não conseguiu estar entre as três ideias mais bem pontuadas e, conseqüentemente, não foi premiada. Apesar da decepção, a equipe não desistiu do projeto e continuou o desenvolvimento do projeto.

Certo tempo depois do evento, surgiu a oportunidade de desenvolver a ideia e transformá-la em uma startup, por meio da incubação no Construhub. A partir daí, houveram muitas mudanças. O grupo, que antes era formado por cinco pessoas, ganhou mais um membro, um estudante de engenharia de produção, e a ideia passou por várias pivotagens, em função dos conselhos dados nas memórias da incubadora,

principalmente pela mentoria fornecida pelo Professor Júlio Filla, que auxiliou no grande desenvolvimento da startup.

Tomando forma, a CIMENPET foi incubada no Construhub o centro de inovação na construção civil da Sinduscon Paraná Norte (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná). Através dessa incubação, foi proporcionado à startup os alicerces iniciais de uma estruturação da mesma. Mentorias com grandes nomes de todas as áreas de uma empresa, contato com profissionais da indústria cimenteira, parcerias para utilização de espaço para produção e desenvolvimento de produto são apenas alguns exemplos do que foi oferecido durante o ciclo de incubação.

Depois dessas mentorias com o Professor Filla, a equipe chegou à conclusão de que a ideia de desenvolver e vender um cimento era extremamente complicada e inviável. Assim, a equipe refletiu muito e encontrou outros produtos que pudessem utilizar os mesmos rejeitos, resolvendo, de maneira mais eficiente, a questão da gestão desses resíduos.

Dessa forma, a empresa encontrou como alternativas possíveis a fabricação de pavers, de argamassa e de telhas, todos formulados a partir de uma mistura que leva em sua composição certa quantidade de pó de rocha, oriundo de marmorarias, certa quantidade de PET moído, oriundo dos centros de reciclagem e cimento Portland.

Assim, com o auxílio do Professor Filla e da estrutura da Universidade Filadélfia (Unifil), ambos parceiros do Construhub, foi possível por em prática as ideias e testá-las, uma vez que o laboratório da universidade apresenta todas as instalações necessárias, tais como material, molde, peneiras, máquina de tração, etc.

Apesar de muito inovadora, a ideia ainda não havia sido testada. Logo, havia uma preocupação, por parte dos membros da empresa, acerca do desempenho do seu produto, até porque não bastava apenas ter um ideia inovadora, era necessário que os produtos apresentassem as resistências requeridas pelas normas, para que os produtos pudessem ser vendidos

Com a formulação desenvolvida pela CIMENPET, em parceria com o laboratório de materiais de construção civil do Centro Universitário Filadélfia (Unifil), em Londrina, foram produzidos pavers e argamassas para uma análise primária, envolvendo ensaios mecânicos nos produtos desenvolvidos. No paver, pela adição do PET e pó de mármore em sua formulação, atingimos dados positivos, como: 60% na redução do seu peso e uma maior resistência mecânica. Uma precificação pré estabelecida do paver, demonstrou uma economia de 10% em seu preço final. Atualmente estamos trabalhando em duas frentes, sendo elas: a pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos, baseados em nossa ideia de sustentabilidade e qualidade e também, procurando parcerias comerciais de vendas e produção, para podermos nos aproximar melhor dos nossos clientes, entender o que realmente ela está buscando.

Com uma formulação ecológica e sustentável, os materiais fabricados pela CIMENPET são adequados de tal maneira que é possível combinar eficiência, economia e sustentabilidade em um único produto, através de uma formulação que combina resíduos de pó de rochas, em forma de lama, das marmorarias e resíduos da reciclagem de garrafas PET, adquiridos de centros de reciclagem, os quais são considerados como subprodutos e não possuem um descarte adequado até os dias de hoje.

Hoje, a CIMENPET, está voltada para a fabricação de produtos sustentáveis a base de cimento, mas com o toque ecológico que apenas esta Startup possui, sempre buscando transformar a construção civil para mais verde, ecológica e econômica.

CW24 Construtech Week

24 E 25 DE SETEMBRO

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ARQUITETURA CORPORATIVA VISANDO CIDADES INTELIGENTES

MODELO RESUMO ESTENDIDO

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ARQUITETURA CORPORATIVA VISANDO CIDADES INTELIGENTES

Sergio Akio Tanaka – Centro Universitário Filadélfia - UniFil

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta para um framework de governança de Tecnologia da Informação e Comunicação visando cidades inteligentes com foco na arquitetura corporativa. Entre as diversas áreas de uma prefeitura, como educação, saúde, segurança, transporte, energia e saneamento, um estudo de caso na área de educação foi escolhido para apresentar uma visão parcial utilizando uma linguagem de modelagem chamada Archimate. Várias metodologias para implementar arquitetura corporativa foram propostas na literatura anterior. Este artigo analisou cinco metodologias de implementação de arquitetura corporativa: Enterprise Architecture Planning, The Open Group Architecture Framework, Department of Defense Architecture Framework, Gartner e Federal Enterprise Architecture. O TOGAF foi escolhido para este trabalho porque é mais detalhado em relação aos aspectos estudados. Inicialmente, onze eixos foram reconhecidos e comparados com outras metodologias que foram definidas em eixos para avaliar o nível de maturidade da governança das prefeituras. Isso levou a um questionário de avaliação diagnóstica para identificar o nível de maturidade nos municípios. Este método gerou a pontuação de cada eixo, o que permitiu a visualização do modelo de maturidade da governança das prefeituras. Verificou-se, portanto, que a aplicação das boas práticas de governança pesquisadas neste trabalho é um fator chave para tornar uma cidade inteligente.

Palavras-chave: governança, modelo de maturidade, arquitetura corporativa, framework, cidades inteligentes.

ABSTRACT: This paper presents a proposal for a framework for Information Technologies and Communication (ICT) governance aiming at smart cities with a focus on enterprise architecture (EA). Among the various sectors of a city council such as education, health, safety, transportation, energy and sanitation, a case study in the area of education was chosen to present a partial view of the modeling in archimate language. Several methodologies for implementing EA have been proposed in previous literature. This paper reviews five EA implementation methodologies: Enterprise Architecture Planning (EAP), The Open Group Architecture Framework (TOGAF), Department of Defense Architecture Framework (DODAF), Gartner, and Federal Enterprise Architecture (FEA). TOGAF was chosen for this work because it is more detailed in relation to the aspects studied. Initially, eleven axes were recognized and compared with other methodologies that were defined into axes to evaluate the maturity level of city governance. This led to a questionnaire of diagnostic assessment to identify the maturity level in city councils. Therefore, the application of good practices of governance researched in this paper is a key factor in the process of turning traditional cities into smart cities.

Key Words: e-governance, maturity model, enterprise architecture, framework, smart cities.

Vivemos na convergência de dois fenômenos relevantes na história da humanidade: a aceleração da urbanização global e a revolução digital. A complexidade do gerenciamento sustentável do desenvolvimento urbano exige soluções nas áreas de educação, saúde, segurança, transporte, energia, saneamento e outros setores desafiadores, como o crescimento da população nos próximos anos [3].

Os estudos mostram que as cidades mais inteligentes do mundo desenvolveram seu próprio framework de arquitetura corporativa. Muitos deles estão integrados com outros frameworks já existentes. Um dos motivos da implantação desta governança está no fato que os sistemas das órgãos públicos, normalmente, não são reutilizados e na sua maioria não estão integrados, levando à duplicidade de esforços, informações fragmentadas e não padronizadas que causam desperdício de tempo e recursos.

O TOGAF é um framework de arquitetura corporativa que utiliza uma abordagem de alto nível para o desenho baseada em quatro domínios: Negócios, Aplicações, Dados e Tecnologia.

O TOGAF fornece os métodos e ferramentas para auxiliar na aceitação, produção, uso e manutenção de uma arquitetura corporativa. O framework baseia-se em um modelo de processo iterativo suportado pelas melhores práticas, definidas através do Architecture Forum, e um conjunto reutilizável de recursos de arquitetura existentes. De forma complementar, o The Open Group desenvolveu um padrão de linguagem de modelagem livre e independente para Arquitetura Corporativa, denominada Archimate. O Archimate é uma linguagem aberta e independente de modelagem que prove um corpo de conhecimento para dar suporte para qualquer organização que se beneficia usando qualquer arquitetura corporativa.

A Figura 1 apresenta a arquitetura do Archimate.

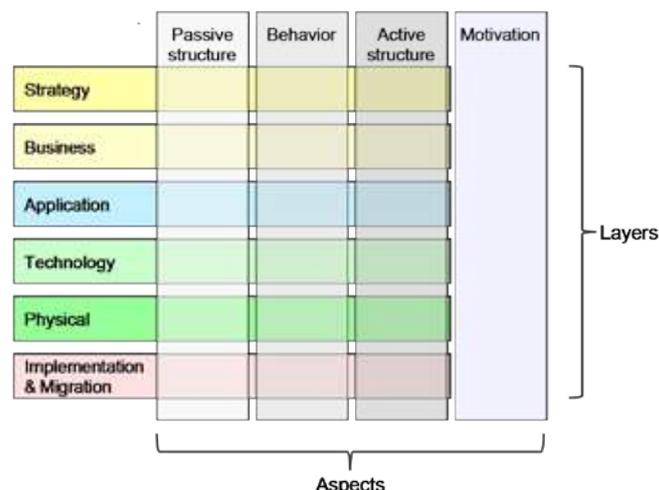


Figura 1 – Archimate full framework

A Figura 2 mostra um mapeamento simplificado de como a linguagem Archimate pode ser usada em relação às fases do TOGAF ADM.

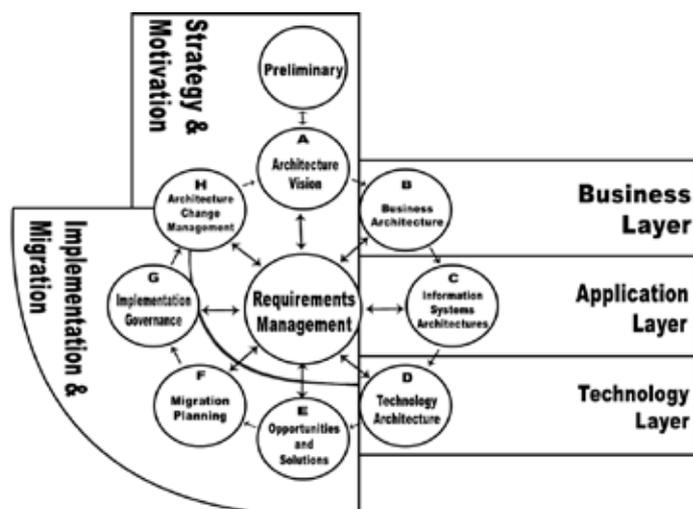


Figura 2 - Relação entre a Linguagem Archimate e o TOGAF ADM

CONCLUSÕES

O uso da TIC é uma necessidade para as organizações, mas quando uma AC não é implementada, é difícil garantir resultados satisfatórios. O TOGAF sistematizou e planejou o processo da AC do framework proposto. O archimate foi usado para documentar esse processo. Assim, foi possível apresentar uma integração do TOGAF e archimate com o framework proposto.

Conclui-se que, para alcançar resultados satisfatórios na implementação da AC, é necessário automatizar a modelagem observando as melhores práticas de outros frameworks, como o caso do TOGAF e do archimate.

Um estudo de caso na área da educação foi selecionado para apresentar uma visão parcial do uso da linguagem archimate. Portanto, verificou-se que outras áreas de uma cidade podem ser modeladas usando o mesmo padrão.

Conclui-se que outro fator de sucesso para se tornar uma cidade inteligente é o envolvimento do cidadão que deve ser contínuo em toda a organização. O engajamento é usado para criar um diálogo e obter informações confiáveis para tomar decisões.

Além da implementação da AC, outro fator chave é o processo de digitalização que garante a todos os cidadãos uma governança eletrônica de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

S. Al-Nasrawi and M. Ibrahim. An enterprise architecture mapping approach for realizing e-government. In 2013 Third International Conference on Communications and Information Technology (ICCIT), pages 17–21, June 2013.

W. Baets. Aligning information systems with business strategy. The Journal of Strategic Information Systems, 1(4):205 – 213, 1992.

M. BOUSKELA, M. CASSEB, S. BASSI, C. D. LUCA, and M. FACCINA. The road toward smart cities: Migrating from traditional city management to the smart city. Master's thesis, BID, 2016.

G. Brigantó, B. Bogaz Zarpelão, R. Barros, and L. Mendes. A development model for e-government based on ict governance concepts. In 14th International Conference on WWW/INTERNET 2015, 10 2015.

B. CAMERON and E. MCMILAN. Analyzing the current trends in enterprise architecture frameworks. *Journal of Enterprise Architecture*, pages 60–71, 2013.

W. Chris and B. Burke. Gartner's itscore for enterprise architecture. Technical report, Gartner, September 2010.

A. Di, R. Howard, and G. Archer. Introducing the gartner digital government maturity model. Technical report, Gartner, September 2015.

T. O. Group. TOGAF Version 9.1: an Open Group Standard. The Open Group, 2011.

T. O. Group. ARCHIMATE 3.0 Specification. The Open Group, 2016.

T. O. Group. A Pocket Guide to the ArchiMate R³.0 Specification. The Open Group, June 2016.

J. Ross, P. Weill, and D. Robertson. *Enterprise Architecture As Strategy: Creating a Foundation for Business Execution*. Harvard Business Review Press, 2006.

L. Urbazewski and S. Mrdalj. A comparison of enterprise architecture frameworks. *Issues in Information Systems*, p. 18-23, 2006.

M. Ursacescu and M. Cioc. Study regarding the implementation of corporate governance principles in the public enterprises in Romania. Technical report, Bucharest Academy of Economic Studies, 06 2012.

A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi. Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1):22–32, Feb 2014.

GIL, Antonio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

FACIN. *MODELO DE CONTEUDO*. [s.l.]: Facin, 2017.

IBCG. *Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa*. 4. ed. [s.l.]: Instituto Brasileiro de Governança Corporativa, 2009.

KUMAR, P; KUMAR, D. A Re-engineered Prototype for Child Immunization in India Supplemented with ICT. *International Journal Of Computer Applications*. [s.l.], p. 39-43. maio 2013.

PMBOK. *Um Guia do CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS*. 5. ed. [s.l.]: Project Management Institute, 2013.

RIDLEY, G.; YOUNG, J.; CARROLL, P. COBIT and its utilization: a framework from the literature. 37th Annual Hawaii International Conference On System Sciences, 2004. Proceedings Of The, Big Island, jan. 2004. IEEE. (A1)

VARGAS, J. O. A Framework of Practices Influencing IS/Business Alignment and IT Governance. 2010. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de School Of Information Systems, Computing And Mathematics, Brunel University, Londres, 2010.

ZACHMAN, J.A. A Framework for Information Systems Architecture. IBM Systems Journal, [s.l.], v. 26, n. 3, p.276, jan. 1987.

BAKAR, N. A. A.; HARIHODIN, S.; KAMA, N. Enterprise architecture implementation model: Measurement from experts and practitioner perspectives. Information Science And Technology (cist). Tangier, out. 2013. (A1)

BEUREN, I. M.; MOURA, G. D.; KLOEPPEL, N. R. PRÁTICAS DE GOVERNANÇA ELETRÔNICA E EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DAS RECEITAS: uma análise nos estados brasileiros. Rev. Adm. Pública, Rio de Janeiro, v. 47, n. 2, p.421-441, abr. 2013.

THOMPSON, A. A.; STRICKLAND, A. J. Strategic Management: Concepts and Cases. [s.l.]: Mcgraw-hill Irwin, 2001.

WINTER, R; FISCHER, R. Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. Journal Of Enterprise Architecture. Hong Kong. maio 2007. (A1)

FEAF. Federal Enterprise Architecture Framework Version 2. [s.l.]: Obama White House, 2013.

IESE. CITIES IN MOTION: Index 2017. 2017. Disponível em: <<http://citiesinmotion.iese.edu>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

RIZZON, F. et al. Smart City: um conceito em construção. Fomento do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS, [s.l.], v. 7, n. 3, set. 2017.

BATTY, M. et al. Smart cities of the future. The European Physical Journal. [s.l.], p. 481-518. nov. 2012. (A2)

CARAGLIU, A. ; BO, C.; NIJKAMP, P. Smart cities in Europe. Central European Conference In Regional Science – Cers. [s.l.], abr. 2009.

GIFFINGER, R. et al. Smart cities: Ranking of European medium-sized cities. Vienna University Of Technology. Vienna, Out. 2007.

KOMNINOS, N. et al. Smart Cities as Innovation Ecosystems sustained by the Future Internet. Fireball, [s.l.], jan. 2011. (White Paper)

NAM, T; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times, [s.l.], p.282-291, jun. 2011.

ODENDAAL, N. Information and communication technology and local governance: understanding the difference between cities in developed and emerging economies. Computers, Environment And Urban Systems, [s.l.], v. 27, n. 6, p.585-607, nov. 2003. Elsevier BV.

BAND, I. et al. Modeling Enterprise Risk Management and Security with the Archimate® Language. The Open Group, [s.l.], jan. 2017. (White Paper)

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

1) O planejamento é sistematizado e documentado em relação a implantação e execução da Arquitetura Corporativa?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	É sistematizado e documentado completamente.	3
B	É sistematizado e documentado parcialmente.	1
C	É somente sistematizado.	-1
D	É somente documentado.	-1
E	Não é sistematizado nem documentado.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura é importante para manter essa documentação disponível a todos os stakeholders.	4
Training	Com um planejamento definido, será mais fácil visualizar as possíveis necessidades de treinamento.	4
Framework	Esse planejamento é mais eficiente com o uso de um framework, aumentando a produtividade na execução e implantação da Arquitetura Corporativa.	4
Business Process	O BP define o workflow do processo de implantação e Execução, desde uma arquitetura candidata até a definição completa.	4
Deliverables	Uma documentação disponível, organizada e de fácil entendimento deixaria claro o papel de cada setor da organização.	4

Metrics	A métrica pode ser aplicada juntamente com o processo de negócio, para mensurar a quantidade de horas/minutos que cada atividade é executada durante a implantação e execução.	4
Strategic Align	Com a documentação, seria possível visualizar ou não se há alinhamento estratégico ou qual o seu nível.	4
Perceptions	Os stakeholders possuem a percepção que ter uma documentação dos processos é essencial para manter o padrão definido pela organização.	4
Digitalization	Fundamental para que toda a documentação seja totalmente digitalizada e disponibilizada para os usuários envolvidos.	4
Organizational Culture	A preocupação com uma documentação do planejamento da arquitetura mostra certo nível de maturidade da organização.	4
Risk Management	O planejamento possibilitaria uma maior facilidade na identificação de possíveis riscos.	4

2) Na Arquitetura Corporativa é utilizado algum Framework, tal como o Zachman, TOGAF, DODAF, FEA, PRISM, FACIN ou outro?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, é utilizado, com todos os envolvidos cientes do funcionamento do framework.	3
B	Sim, é utilizado, porém nem todos possuem ciência de seu funcionamento.	1
C	Sim, mas somente os gestores possuem ciência sobre seu funcionamento.	-1
D	Não é utilizado, porém há projetos para implantação de algum.	-2
E	Não é utilizado e nem há projetos para implantação de algum.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura precisa suportar a implantação do framework. Alguns não são compatíveis com infraestruturas falhas ou ultrapassadas.	1

Training	Muitos frameworks são complexos, exigindo treinamento dos colaboradores que mais o utilizarão.	4
Framework	Experiência com vários frameworks diferentes ajudam os gestores e envolvidos a escolherem o mais adequado àquele contexto.	4
Business Process	Frameworks eficientes impactam em toda a organização, aumentando a produção, definindo os processos corretamente e agregando valor à empresa.	4
Deliverables	Frameworks bem escolhidos e seguidos corretamente agregam valor à organização, despertando o interesse de investidores externos. Ajudam na entrega rápida e eficiente dos entregáveis.	3
Metrics	Métricas serão muito mais precisas caso seja usado algum framework que defina todo o processo de negócio.	1
Strategic Align	O alinhamento estratégico também precisa estar alinhado com a implantação dos frameworks. Na hora da escolha do framework, é necessário verificar se o mesmo é compatível com os demais já utilizados na organização.	2
Perceptions	Entendendo o framework e os contextos onde os mesmos são normalmente usados, os colaboradores conseguem ter uma ideia do atual momento da organização.	2
Digitalization	É praticamente inviável buscar um maior nível de automatização e digitalização sem utilizar algum framework adequado.	4
Organizational Culture	O uso consciente e constante de frameworks auxilia na experiência da empresa como um todo, com processos definidos.	4
Risk Management	Frameworks podem ser utilizados também para melhorar o gerenciamento de risco dos muitos processos que a organização executa.	2

3) A área da Arquitetura Corporativa está estruturada de acordo com o planejamento da organização?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Está completamente estruturada.	3
B	Está parcialmente estruturada. De acordo com a maioria dos setores da organização.	1
C	Está parcialmente estruturada. De acordo com poucos setores da organização.	-1
D	Não está estruturada.	-2

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura é a base para que todos os sistemas, ferramentas e processos possam ser executados de maneira eficiente e integrada.	1
Training	Os treinamentos devem ser contínuos com o objetivo de melhorar a qualidade dos processos e dos stakeholders envolvidos.	2
Framework	O framework permitirá a reutilização da arquitetura, melhorando a produtividade e gerando mais valores aos processos de negócios.	3
Business Process	Permitirá a padronização dos processos de negócios e a integração de processos ponta a ponta.	2
Deliverables	Fornecer um guia e informações que irão impactar nas mudanças dos negócios na organização. Tipicamente, isto é alcançado através de uma documentação formal. Uma referência de arquitetura que guia as mudanças, e o estado corrente da EA.	2
Metrics	A EA tem um conjunto de métricas definido que mostra o valor do negócio do programa da EA. Métricas são frequentemente articuladas através de um programa de comunicação que são mantidas para informar todos os stakeholders sobre como e onde o programa do EA está entregando valores aos negócios. Métricas deveriam ser precisas e mensuráveis.	3
Strategic Align	O Alinhamento estratégico é uma das primeiras ações a serem realizadas no planejamento estratégico para que possamos iniciar o trabalho com a Arquitetura Empresarial.	4
Perceptions	O valor percebido pode ser mais importante do que o valor mensurável através das métricas.	1
Digitalization	Digitalizar processos rotineiros de modo a conferir confiabilidade e previsibilidade aos processos que precisam funcionar direito. Automatizar tarefas rotineiras sem exigir nenhum pensamento. Inovar utilizando a digitalização para melhorar o processo e os produtos da organização.	3
Organizational Culture	Extremamente relevante que todos tenham consciência das estratégias definidas pela EA. EA não é uma ilha, o programa de maturidade da EA está integrado dentro de muitos outros processos dentro da organização para fornecer uma direção apropriada, suporte e conformidade.	3
Risk Management	Garantir que os processos, comportamentos e os procedimentos estão de acordo com as políticas e dentro de tolerâncias para suportar decisões.	2

4) A equipe de Arquitetura Corporativa possui papéis (cargos) bem definidos?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, sendo que cada integrante sabe exatamente a sua função.	3
B	Sim, a maioria dos integrantes sabem quais suas funções.	1
C	Os integrantes não possuem conhecimento sobre suas funções, embora esteja definido informalmente.	-2
D	Não há nenhuma definição de funções.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura servirá como suporte para apoiar o time de Arquitetura Corporativa.	1
Training	O treinamento é extremamente relevante para manter o time atualizado e alinhado com o processo a ser aplicado na Arquitetura Corporativa.	2
Framework	O framework servirá de base para definição dos papéis do time de Arquitetura Corporativa.	4
Business Process	Com a correta definição dos papéis, consequentemente teremos quem faz o que? Como? Porque? Aonde?	3
Deliverables	Uma vez definido o processo e os papéis é que saberemos quais os artefatos que serão entregues.	1
Metrics	Métricas são essenciais para a equipe, pois permite aos membros, avaliar o desempenho de toda a equipe.	2
Strategic Align	É fundamental para promover o alinhamento entre o plano de negócio e de TIC.	4
Perceptions	Os membros possuem uma clara percepção em relação a estrutura organizada e sistematizada do time de Arquitetura Corporativa que fora criada.	4
Digitalization	A comunicação digitalizada entre os membros da equipe ajuda a manter um registro de qualquer informação ou decisão tomada.	1
Organizational Culture	Possuir uma equipe de Arquitetura Corporativa significa uma grande preocupação por parte da empresa sobre o cumprimento de requisitos.	4
Risk Management	Uma equipe formada por profissionais experientes deverá gerenciar e mitigar os diversos riscos durante os processos de negócios.	2

5) As entregas definidas no cronograma que foi elaborado no Planejamento da Arquitetura Corporativa são entregues no prazo?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Todas as entregas são feitas dentro do prazo estabelecido.	3
B	A maioria das entregas são feitas dentro do prazo estabelecido.	1
C	Muitas entregas são feitas após o prazo estabelecido.	-2
D	As entregas raramente são feitas dentro do prazo estabelecido.	-3
E	Não há definição de prazos a serem cumpridos.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	Uma infraestrutura eficiente ajudaria a cumprir e controlar cronogramas.	0
Training	Pessoas devidamente capacitadas cumpririam os prazos dos cronogramas.	4
Framework	O cumprimento do cronograma pode ser alcançado mais facilmente com a aplicação de um framework.	4
Business Process	O cronograma seguirá o processo definido para os modelos de negócios da organização.	0
Deliverables	A cada atividade do cronograma são gerados os relatórios que deverão ser entregues a diretoria.	4
Metrics	As métricas são essenciais quando a questão é cronograma (tempo).	4
Strategic Align	Uma vez definido onde queremos chegar é extremamente importante cumprirmos o cronograma em relação a finalização das atividades.	3
Perceptions	Perceber que tempo é dinheiro e satisfação do cliente quando entregue nos prazos é ter um alto nível de percepção por parte dos envolvidos.	2
Digitalization	Todo o processo do cronograma deverá ser digitalizado e disponibilizado aos usuários.	3
Organizational Culture	É necessário empenho de todas as esferas organizacionais para o cumprimento dos objetivos propostos.	3
Risk Management	O cumprimento do cronograma evita que possíveis riscos se tornem ameaças reais.	4

6) Os treinamentos sobre Arquitetura Corporativa são realizados com frequência?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Os treinamentos são realizados constantemente.	3
B	Os treinamentos são realizados somente durante fases de transição na organização.	1
C	Os treinamentos são realizados somente quando um novo integrante entra na equipe de Arquitetura Corporativa.	-1
D	Raramente são realizados treinamentos.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A organização necessita de infraestrutura para que os treinamentos sejam realizados de forma adequada e eficiente.	0
Training	Os treinamentos são sistematizados e ministrados de acordo com uma agenda para a capacitação dos colaboradores da empresa.	4
Framework	A cada novo membro do time de Arquitetura Corporativa, o mesmo deverá ser treinado em relação aos modelos utilizados na Arquitetura Corporativa. Para o time atual, se faz necessário manter os treinamentos em relação às atualizações dos modelos.	4
Business Process	Todos os membros da Arquitetura Corporativa deverão conhecer bem todos os processos e ferramentas utilizadas no mapeamento dos processos de negócios.	4
Deliverables	Relatórios serão gerados após as conclusões dos treinamentos.	4
Metrics	Pode ser necessário medir a eficiência do treinamento e seu impacto no trabalho.	0
Strategic Align	Para alcançar as metas e objetivos traçados no alinhamento estratégico, se faz necessário manter o time sempre atualizado.	0
Perceptions	Os colaboradores devem ter consciência dos objetivos e importância do treinamento e como ele se aplica no contexto da corporação.	0
Digitalization	Os colaboradores deverão ter acesso aos materiais do treinamento, preferencialmente de forma digitalizada.	0
Organizational Culture	Quando adotado um processo de treinamento constante, se torna comum e cultural na organização.	4

Risk Management	Neste contexto é fundamental que tenhamos profissionais com habilidades para ministrar os treinamentos almeçados pela organização, com características práticas, metodológicas, avançadas e técnicas, caso contrário colocaremos em risco a atualização permanente da equipe.	0
-----------------	---	---

7) O modelo de coleta de métricas está bem definido e/ou auxilia na tomada de decisões?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Está bem definido e é altamente utilizado na tomada de decisões.	3
B	Está bem definido, mas é pouco utilizado nas tomadas de decisão.	1
C	Está bem definido, mas não é utilizado nas tomadas de decisão.	-1
D	Não está definido, mas é utilizado nas tomadas de decisão.	-2
E	Não está definido e nem é utilizado nas tomadas de decisão.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura fornece suporte para a execução da métrica e a verificação de seus resultados.	0
Training	Os treinamentos possibilitam que as previsões captadas pelas métricas sejam alcançadas.	4
Framework	Métricas podem estar presentes dentro de determinados frameworks, integradas com o contexto proposto pelo mesmo.	4
Business Process	Com as métricas definidas, os processos de negócios se tornarão mais transparentes e confiáveis com relação ao tempo de execução.	4
Deliverables	Os resultados da escolha de boas métricas serão cronogramas cumpridos no prazo e satisfação dos stakeholders.	4
Metrics	Métricas usadas anteriormente podem ser usadas como parâmetros para a escolha de novas métricas, sempre buscando melhores soluções.	4
Strategic Align	Para uma boa definição de métricas, é necessário que os responsáveis por essa definição estejam de acordo e cientes do motivo da escolha.	4

Perceptions	Quando se pode mensurar em tempo real, as percepções dos stakeholders são altas, pois os ajudam nas tomadas de decisões de forma eficiente e rápida.	4
Digitalization	A digitalização permitirá agilidade na aplicação das métricas, uma vez que tudo estará automatizado e sistematizado.	0
Organizational Culture	A definição de um modelo de métricas apropriadas para cada contexto auxiliaria nas medições futuras.	4
Risk Management	Com a aplicação das métricas conseguimos detectar problemas de várias naturezas, tais como: atrasos nos processos, insatisfação dos clientes, problemas na governança e assim sucessivamente, e consequentemente evitá-los.	0

8) A Arquitetura Corporativa da organização está bem definida, ou seja, planejada, organizada, sistematizada, os processos de negócios são padronizados e integrados?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Está planejada e completamente organizada e sistematizada. Os processos de negócio são padronizados e integrados.	3
B	Está planejada e completamente organizada e sistematizada. Os processos de negócio não são padronizados.	1
C	Está planejada e parcialmente organizada e sistematizada. Os processos de negócio são padronizados e integrados.	1
D	Está planejada e parcialmente organizada e sistematizada. Os processos de negócio não são padronizados.	-2
E	Não está planejada, organizada ou sistematizada. Os processos de negócio não são padronizados.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura é indispensável para cumprir esse requisito.	0
Training	O treinamento deverá ser contínuo, para o completo entendimento da integração e padronização dos processos de negócios.	2
Framework	O uso de frameworks será utilizado para alcançar alta qualidade nos processos de negócios.	4

Business Process	Um modelo operacional tem duas dimensões: a integração e padronização dos processos de negócios. A padronização significa definir exatamente como um processo será executado, independentemente de quem o desempenhará ou onde ele será concluído. A padronização de processo proporciona eficiência e previsibilidade em toda a empresa.	4
Deliverables	Um vez definido os processos da organização, automaticamente teríamos quais seriam os entregáveis e quem seriam os responsáveis pelos mesmos.	4
Metrics	As métricas são realizadas de acordo com a execução das atividades mensuráveis e a satisfação dos envolvidos.	4
Strategic Align	A organização define uma direção estratégica, em seguida, a unidade de TI, em conjunto com a equipe de processos de negócios, projeta um conjunto de soluções habilitadas pela TI para sustentar a iniciativa, e finalmente, a unidade de TI oferece as aplicações, os dados e a infraestrutura tecnológica para implementar as soluções.	3
Perceptions	A administração percebe que a TI é um ativo, e não uma despesa, e proporciona um alicerce para a agilidade nos negócios.	1
Digitalization	São digitalizados os processos rotineiros de modo a conferir confiabilidade e previsibilidade aos processos que precisam funcionar direito, principalmente em processos de negócios digitalizados que automatizam as capacidades centrais de uma empresa.	0
Organizational Culture	Proporciona uma plataforma para a inovação.	4
Risk Management	O gerenciamento de risco é realizado de acordo com a execução das atividades em relação aos processos definidos.	2

9) Em relação às ferramentas utilizadas na automatização da Arquitetura Corporativa, pode-se afirmar que:

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Todas foram desenvolvidas pela própria organização.	3
B	A maioria foi desenvolvida pela organização.	2

C	A maioria foi adquirida de terceiros.	1
D	Todas foram adquiridas de terceiros.	0
E	Não são utilizadas ferramentas.	-2

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	Infraestrutura que suporte sistemas com alta escalabilidade, nuvem, ferramentas para governança corporativa (Planejamento Estratégico, Compliance, Métricas, Frameworks) e governança em TIC (Segurança, COBIT, ITIL, BPM, BI e ERP).	0
Training	Certas ferramentas necessitam de treinamento para que o usuário desenvolva suas atividades de forma eficiente, caso contrário pode haver atrasos ou inconsistências nos processos. Os treinamentos são realizados frequentemente? Em todas as tecnologias/ferramentas?	4
Framework	Os próprios frameworks podem ser considerados ferramentas que auxiliam na Arquitetura Corporativa.	0
Business Process	Os processos de negócio se tornarão mais ágeis e dinâmicos com o apoio de ferramentas que permitem realizar a modelagem dos processos, simular, automatizar e integrar com os sistemas legados da organização.	0
Deliverables	Boas ferramentas permitem alta eficiência dos usuários, bons controles de produção, cumprimento de prazos e relatórios precisos.	0
Metrics	As métricas podem ser definidas e calculadas por algum tipo de ferramenta específica, podendo essa ferramenta ser um sistema interativo ou não.	0
Strategic Align	Padronização do uso de ferramentas proporciona alinhamento no trabalho da organização como um todo.	0
Perceptions	Os aspectos definidos pela Arquitetura Corporativa não são por acaso. São resultados de anos de experiências e estudo do ramo organizacional.	0
Digitalization	Um alto nível de digitalização dos processos só é alcançado com ferramentas adequadas. Ferramentas ruins podem ocasionar uma tentativa falha de digitalização.	0
Organizational Culture	A aquisição de novas ferramentas/tecnologias e atualização das existentes faz parte da cultura organizacional da empresa, onde os colaboradores passarão a atuar de acordo com os padrões definidos pela organização.	0
Risk Management	Ferramentas também apoiam o gerenciamento de risco, pois muitas delas foram desenvolvidas através de observações de experiências passadas.	0

10) Os Projetos estão em conformidade, ou seja, eles demonstram que os requisitos especificados relativos aos produtos, processos, sistemas, pessoas ou organismos são atendidos?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, estão completamente em conformidade.	3
B	Estão parcialmente em conformidade.	1
C	Não estão em conformidade.	-2

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura é essencial para o monitoramento dos processos. Uma infraestrutura falha pode causar rupturas na comunicação como um todo.	0
Training	Com o treinamento adequado, os colaboradores estarão capacitados para cumprir os requisitos, de acordo com os projetos.	0
Framework	Os requisitos capturados podem ser alcançados através de frameworks específicos para determinado contexto.	3
Business Process	A indefinição de um padrão de qualidade pode afetar todo o Processo de negócio.	4
Deliverables	O cumprimento dos requisitos evita o retrabalho ou custos com reprojeto. Aumenta também a credibilidade da organização perante os stakeholders, permitindo assim a entrega de artefatos confiáveis.	4
Metrics	Uma boa métrica aplicada aos projetos permite a confiabilidade e entregas no prazo, cumprindo o cronograma definido e acordado entre os setores.	2
Strategic Align	Uma grande média de projetos cumpridos mostra um grande alinhamento entre as áreas de negócio e de TI da organização, fazendo com que todos os requisitos sejam atendidos em conformidade.	2
Perceptions	Tanto clientes como colaboradores da organização conseguem ter uma alta percepção quando há um bom atendimento e não há atrasos, ou seja, isso é consequência de boas métricas aplicadas nos projetos e nas pesquisas de satisfação interna e externa.	1
Digitalization	A digitalização é essencial e relevante para se ter sucesso em todo o processo de conformidade dos requisitos.	0

Organizational Culture	Uma grande média de projetos cumpridos reflete no envolvimento dos colaboradores na organização, onde os mesmos terão uma visão de seu papel.	2
Risk Management	O cumprimento dos requisitos evita possíveis riscos que o projeto possa ter.	3

11) A área de TI consegue dar um amplo suporte aos processos de negócios?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, sendo que todos os envolvidos da área estão cientes dos requisitos necessários para o bom andamento dos processos.	3
B	Sim, porém os envolvidos não estão cientes dos requisitos necessários para o bom andamento dos processos.	1
C	A área de TI oferece um suporte razoável aos processos de negócio.	-1
D	A área de TI não oferece suporte aos processos de negócio.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A organização precisa fornecer infraestrutura de qualidade, alinhada com o setor de TI, para que eles também participem de decisões do conselho e diretoria. Quando a organização enxerga a TI como passivo e não ativo, teremos sérios problemas para a implantação de qualquer nova tecnologia.	4
Training	Os técnicos de TI precisam estar capacitados para dar o apoio necessário aos outros setores envolvidos no processo.	4
Framework	A organização poderá utilizar frameworks para melhorar seu processo e aumentar sua produtividade no gerenciamento de TI.	4
Business Process	A TI está ligada diretamente a governança da modelagem de processo de negócio, pois é necessário haver uma integração das bases de dados e padronização dos processos.	4
Deliverables	A área de TI estando bem estruturada, organizada e com uma boa infraestrutura, a geração dos artefatos e entregáveis ocorrerá naturalmente dentro do processo.	4
Metrics	Apoiados pela TI, os processos conseguem ser medidos com maior precisão, gerando métricas mais precisas.	4

Strategic Align	Deve-se definir a estratégia da organização e a governança de TI dará suporte para que o que fora definido aconteça dentro do cronograma previsto.	4
Perceptions	Os colaboradores de TI passam a perceber que são parte do processo, estão inseridos no contexto de negócio da organização.	4
Digitalization	Grande parte dos sistemas responsáveis pela digitalização de todo o processo organizacional é suportado e mantido pela TI.	4
Organizational Culture	Um bom relacionamento entre a TI e os demais setores da empresa reforça o alinhamento entre eles.	4
Risk Management	Apoiados pela TI, os processos passam a ter um maior gerenciamento quanto aos possíveis riscos, e prevê-los com antecedência.	4

12) Todos os envolvidos (stakeholders) têm consciência e uma alta percepção da relevância da Arquitetura Corporativa?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, todos têm noção da importância da Arquitetura Corporativa na organização.	3
B	A maioria possui noção da importância da Arquitetura Corporativa na organização.	1
C	Grande parte dos stakeholders não possuem noção da importância da Arquitetura Corporativa.	-2
D	Noções e percepções de Arquitetura Corporativa não são considerados importantes pelos stakeholders.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	Infraestrutura de qualidade fornece maior confiança aos stakeholders, pois garantem que todos os sistemas funcionem 24/7 adequadamente e com segurança.	0
Training	Treinamentos podem oferecer aos colaboradores uma visão inicial sobre seu papel no processo, e também o impacto do resultado de seu trabalho e criar consciência constantemente.	0
Framework	O uso de frameworks também fornece uma visão de padronização aos stakeholders. A organização segue passos já definidos historicamente e utiliza as melhores práticas. Não estaria tentando "reinventar a roda".	0

Business Process	Quando os stakeholders têm ciência da importância da Arquitetura Corporativa, os processos de negócio fluem mais rapidamente e são mais transparentes.	0
Deliverables	A consciência e percepção é relevante, pois gera comprometimento e, conseqüentemente, confiabilidade nas informações geradas pelos envolvidos a serem entregues nas respectivas áreas.	0
Metrics	Quando temos métricas bem definidas, organizadas, geradas de forma confiável, a percepção é clara pelos envolvidos, tornando-os mais conscientes da importância e no envolvimento de cada um em todo o processo.	0
Strategic Align	Ao elaborar o planejamento estratégico, todos deverão estar com uma alta percepção da EA, caso contrário o alinhamento estratégico não será bem definido.	0
Perceptions	De acordo com o nível de maturidade da organização e dos envolvidos, a percepção aumenta de forma natural, pois a qualidade do processo e dos produtos, o relacionamento e a comunicação dos envolvidos melhoram a padronização dos processos.	4
Digitalization	A digitalização gera produtividade, retrabalho, qualidade de vida e, conseqüentemente, aumenta a satisfação de todos os envolvidos.	4
Organizational Culture	A cultura organizacional pode influenciar na percepção dos envolvidos positivamente ou negativamente, portanto, é um fator que sempre deverá ser levado em conta.	4
Risk Management	Os stakeholders podem participar do gerenciamento de riscos dos projetos, de acordo com as métricas definidas, o histórico da organização e sua experiência no contexto.	0

13) Os processos de negócios definidos pela Arquitetura Corporativa são repetitivos?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, são repetitivos, padronizados e automatizados.	3
B	São repetitivos, porém, não são automatizados.	1
C	Alguns processos não são repetitivos.	-1
D	Os processos não são repetitivos.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
------	---------------	------

Infraestrutura	A infraestrutura colabora para que o processo seja repetitivo e padronizado. Infraestruturas falhas comprometem a padronização do processo, obrigando a organização a utilizar ferramentas ou técnicas inapropriadas.	0
Training	Para alcançar um alto nível de padronização e repetição, é necessário um treinamento eficiente dos colaboradores.	0
Framework	Frameworks são ferramentas onde estão definidos os escopos para a realização dos processos. Esses escopos promovem a padronização.	4
Business Process	Segundo a Gartner, processos repetitivos estão no nível 4 (de 1 a 5) de maturidade, ou seja, os níveis 1, 2 e 3 deverão estar suficientemente maduros para que isso ocorra.	4
Deliverables	Repetitividade garante agilidade nos processos, pois com o tempo, aquelas atividades tendem a se tornar comuns.	4
Metrics	Manter os processos de negócios repetitivos proporciona uma maior precisão na hora de utilizar as métricas.	4
Strategic Align	Processos repetitivos tendem a promover um maior alinhamento entre os setores da organização.	4
Perceptions	Repetição auxilia os colaboradores a entenderem melhor os processos, e qual seu papel durante a tramitação do mesmo.	4
Digitalization	Processos repetitivos exigem um alto nível de digitalização, agilizando a tramitação de documentos entre as partes envolvidas nos processos.	4
Organizational Culture	Com o tempo, a padronização e repetitividade passam a fazer parte da cultura organizacional.	4
Risk Management	O gerenciamento de riscos em processos repetitivos mitiga os possíveis riscos que poderiam ocorrer.	4

14) A Arquitetura Corporativa consegue gerenciar as mudanças que ocorrem nos processos da organização de forma sistematizada?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, todas as mudanças são feitas de acordo com fases definidas sistematicamente.	3
B	Somente as mudanças mais críticas são gerenciadas de forma sistemática.	1
C	As mudanças não são gerenciadas corretamente, gerando vários impactos nos processos.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura necessita suportar as mudanças necessárias, tanto na parte lógica (rede e ferramentas) como na parte física (máquinas e equipamentos), além das mudanças nos processos organizacionais onde envolvem pessoas, processos, produtos e sistemas.	0
Training	Os gerentes e gestores dos setores precisam estar capacitados para gerenciar as mudanças necessárias, sem que isso prejudique o andamento da organização.	2
Framework	Se a mudança for muito significativa, é válido verificar a necessidade ou não de troca do framework usado, visando sempre o mais produtivo.	4
Business Process	Embora mudanças sejam necessárias, é preciso controlá-las para que seja possível manter algum nível de padronização nos processos de negócios.	4
Deliverables	Quando o gerenciamento de mudanças é implantado corretamente, tem-se um baixo impacto na estrutura da organização. Quando não estruturado, pode ocasionar problemas na arquitetura de negócios, pois não há um rastreamento para identificar os impactos.	4
Metrics	Assim como os frameworks, as métricas devem ser avaliadas no caso de uma mudança muito significativa.	0
Strategic Align	Uma mudança estudada e gerenciada mantém o alinhamento da organização da maneira como estava anteriormente.	4
Perceptions	Com a mudança realizada, os colaboradores conseguem ter uma noção de quais aspectos foram modificados e se foi produtivo ou não para a organização.	0
Digitalization	É necessário que todas as mudanças planejadas sejam documentadas e disponibilizadas aos stakeholders.	0
Organizational Culture	Boas experiências com mudanças eleva o nível de maturidade da organização, tornando-a apta para outras mudanças futuras. Transformações abalam uma empresa, impondo novas maneiras de pensar e se comportar.	4
Risk Management	As mudanças são momentos onde os riscos são mais frequentes, sendo necessário um bom gerenciamento de risco.	4

15) Os processos definidos pela Arquitetura Corporativa estão inerentes ao negócio e aos modelos operacionais da TI?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, estão inerentes ao negócio e aos modelos operacionais da TI.	3

B	Estão parcialmente inerentes ao negócio e aos modelos operacionais da TI.	1
C	Não estão inerentes ao negócio e aos modelos operacionais da TI.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura disponível deve ser apropriada, para suportar todas as etapas dos processos definidos na Arquitetura Corporativa.	4
Training	Tanto a equipe de TI como os demais setores da organização deverão ter o treinamento adequado para que haja um alinhamento TI/Organização.	4
Framework	O framework escolhido e utilizado pela organização pode prover o alinhamento desejado, desde que seja seguido corretamente.	4
Business Process	Os processos de negócio precisam estar definidos de uma forma concreta e consciente. É importante também o conhecimento desses processos por parte dos setores da organização, inclusive a TI.	4
Deliverables	Os processos estando inerentes ao negócio e a TI, teremos entregáveis com qualidade e confiáveis.	4
Metrics	Caso os processos definidos pela Arquitetura Corporativa estejam inerentes aos negócios e ao modelo operacional, as métricas tendem a serem mais exatas, pois é exigido uma padronização.	4
Strategic Align	Ao definir o alinhamento estratégico, é fornecido as diretrizes dos processos de negócios definidos pela Arquitetura Corporativa, alinhado com os modelos operacionais da TI. O modelo operacional é o nível necessário de integração e padronização dos processos de negócios para oferecer bens e serviços aos clientes. O modelo operacional exige o comprometimento com o modo como a empresa funcionará.	4
Perceptions	Diferentes empresas têm diferentes níveis de integração de processos entre suas unidades comerciais (ou seja, a extensão sem que as unidades comerciais compartilham dados). A integração permite o processamento generalizado e uma face única para o consumidor, mas ela exige uma compreensão comum dos dados por parte de várias unidades comerciais. Com isso, as empresas precisam tomar decisões abertas quanto a importância da integração de processos. A administração também precisa decidir qual o nível apropriado de padronização dos processos de negócios (ou seja, a extensão em que as unidades comerciais desempenharão os mesmos processos, da mesma maneira). A padronização de processos gera eficiências	4

	entre as unidades comerciais, mas limita as oportunidades de customizar serviços.	
Digitalização	A Arquitetura Corporativa direciona a digitalização do alicerce de execução. O alicerce de execução consiste na infraestrutura de TI e em processos de negócios digitalizados que automatizam as capacidades centrais de uma empresa.	2
Organizational Culture	Empresas que não aprenderam a implementar e administrar processos padronizados e integrados terão problemas com as realidades do mercado.	4
Risk Management	O maior desafio da integração dos processos envolve usualmente dados. A integração de ponta a ponta exige que as empresas desenvolvam definições e formatos padronizados para dados que serão compartilhados através de unidades comerciais. Para que as unidades comerciais compartilhem informações sobre os clientes, elas devem concordar quanto ao formato. Similarmente, devem compartilhar uma definição comum de termos como venda, que se pode dizer que ocorre quando um contrato é assinado, quando o dinheiro é pago ou quando o produto é entregue. Essas podem ser decisões difíceis e demoradas. Portanto, o gerenciamento de riscos deveria acompanhar esta dimensão.	4

16) As entregas (artefatos) definidas na Arquitetura Corporativa são iterativas, ou seja, a cada finalização é entregue e executado?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Todas as entregas são testadas para gerar feedback que venha a trazer experiência para a organização.	3
B	As entregas são testadas somente quando não há atraso quanto aos prazos.	1
C	As entregas raramente são testadas	-2
D	As entregas não são testadas.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura tem um importante papel na execução dos artefatos.	0

Training	É necessário treinamento aos envolvidos para que os processos se tornem cíclicos, com planejamento, testes, execução e análise dos resultados.	4
Framework	O modelo cíclico ou iterativo pode ser definido por um framework, cabendo à organização escolher um que atenda a esse requisito.	4
Business Process	Várias iterações ajudam a manter os processos padronizados e deixar explícito falhas ou oportunidades de melhorias.	4
Deliverables	Com entregas iterativas é possível prevermos falhas, mitigar riscos e termos feedback antecipados dos stakeholders em relação aos requisitos solicitados.	4
Metrics	A cada iteração, é possível aplicar as respectivas métricas para mensurar o tempo, valores e satisfação dos envolvidos no processo.	0
Strategic Align	A definição das entregas iterativas é realizada no planejamento do alinhamento estratégico.	4
Perceptions	A iteração permite que os envolvidos recebam os artefatos antecipadamente, sendo possível enxergar problemas nos processos, além de promover a melhora gradual das habilidades dos colaboradores, aumentando assim sua percepção em relação a Arquitetura Corporativa.	4
Digitalization	Quando utilizamos a iteração, é necessário automatizar as tarefas rotineiras, para que estas sejam realizadas de maneira mais confiável e previsível, sem exigir nenhum pensamento.	0
Organizational Culture	As iterações influenciam na cultura organizacional pelo fato de termos feedbacks antecipados de possíveis problemas que poderiam ocorrer nos projetos.	4
Risk Management	Com o processo iterativo, é possível mitigar os riscos antecipadamente, pois para que uma próxima iteração seja executada, a primeira deverá estar testada e validada.	0

17) A arquitetura de TI está se desenvolvendo para suportar a visão de futuro definido no planejamento estratégico da organização?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, as tecnologias estão sendo renovadas, assim como a estratégia de infraestrutura.	3
B	As tecnologias são renovadas de acordo com a recomendação repassada pela área de TI.	1
C	As tecnologias são renovadas de acordo com o orçamento da organização ou em caso emergencial.	-1

D	As tecnologias são renovadas somente em caso de extrema necessidade.	-3
---	--	----

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	Com o avanço da tecnologia e da informática, a infraestrutura necessita estar sendo constantemente renovada a fim de acompanhar essas mudanças.	0
Training	Os profissionais de TI necessitam estar capacitados e treinados para lidar com as novas tecnologias disponibilizadas na organização.	0
Framework	A organização precisa estar atenta quanto aos frameworks utilizados. É necessário certificar se o mesmo define regras e modelos de Arquitetura de TI.	0
Business Process	Assim como as tecnologias, os processos de negócio também sofrem mudanças ao longo do tempo.	4
Deliverables	O resultado de um planejamento e desenvolvimento constante da TI é a segurança de ter uma equipe capacitada e com ferramentas adequadas para suportar os demais setores da organização, para que sejam entregues os artefatos conforme solicitados.	0
Metrics	As métricas sempre estarão no planejamento das áreas de negócios e TI, pois são essenciais para mensurar todas as atividades que ocorrem nos processos.	0
Strategic Align	Um alinhamento estratégico efetivo depende de um alinhamento minucioso entre os objetivos de negócios e as capacidades de TI. Para esse fim, a maioria das empresas adota processos de negócios e sistemas de TI, usando uma lógica bastante direta. Primeiro, a administração define uma direção estratégica. Em seguida, a unidade de TI, idealmente em conjunto com a administração de negócios, projeta um conjunto de soluções habilitadas pela TI para sustentar a iniciativa, e, finalmente, a unidade de TI oferece as aplicações, os dados e a infraestrutura tecnológica para implementar as soluções. O processo reinicia-se sempre que a administração define outra iniciativa estratégica.	4
Perceptions	Quando a TI elabora um plano para criar capacidades de TI ao invés de soluções de TI, as percepções dos envolvidos aumentam em relação a estrutura e importância da Arquitetura Corporativa. A TI deixa de ser um gargalo e um passivo e se torna um ativo na visão dos stakeholders.	4
Digitalization	A transformação digital é uma abordagem onde a TIC desempenha papel chave na transformação da estratégia, estrutura, cultura e processos de uma empresa, utilizando o	0

	alcance e o poder da internet das coisas, nuvem, mídias sociais, mobilidade, inteligência artificial, robótica e big data.	
Organizational Culture	É e será um grande desafio manter uma cultura organizacional com pensamento inovador, aberto a mudanças, transformações e flexibilidade.	4
Risk Management	No contexto do planejamento para se manter atualizado, o gerenciamento de risco deve se preocupar com a mitigação dos riscos desde a concepção a execução.	0

18) A organização possui uma estratégia digital a ser implantada?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Concordo totalmente.	3
B	Concordo parcialmente.	1
C	Estamos iniciando o planejamento de digitalização.	-1
D	Não existe uma estratégia digital.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	Um novo tipo de infraestrutura precisa ser construída, que não apenas vai remodelar os negócios, mas a forma como as pessoas vivem. Uma plataforma de negócios digitais possui uma plataforma inteligente, composto por: Internet das coisas, sistemas de informações, ecossistemas e usuários experientes. Uma plataforma digital é veloz e ágil. Uma infraestrutura ágil é otimizada, simplificada, automatizada e padronizada.	3
Training	Os gestores devem desenvolver as capacidades de serviços digitais, qualificando a organização (pessoas), tais como: foco na estratégia do negócio, competência nos talentos, qualificações na liderança e resiliência organizacional. O gerenciamento de programas e projetos (processos) pode focar na informação como ativo, interoperabilidade como princípio e a reutilização de um requisito. A fundamentação de gerenciamento de informações (Dados) e a plataforma apropriada (tecnologia), tais como: com a competência em engenharia de sistemas, integração de soluções ponta a ponta, elevação da maturidade. Portanto, temos a jornada digital.	2
Framework	Garanta que o framework de governança permita tomar decisões rápidas pelos decisores.	2

Business Process	A estratégia digital deverá focar nos desafios de padronização de processos de negócios.	1
Deliverables	A estratégia digital tem a tarefa de digitalizar a organização, permitindo a inovação da entrega de serviços.	1
Metrics	Permitir uma cultura reforçada de medição, avaliação e inovação no desenho e na entrega de programas e políticas. Isto deve incluir publicamente a liberação de todas as informações-chave que informam as decisões que tomamos. Desenvolver uma nova estratégia de serviço, que visa a criação de uma única janela online para todos os serviços da organização, com novos padrões de desempenho. Uma métrica muito utilizada é a KPIs de negócios digitais para otimizar os negócios atuais.	2
Strategic Align	Garantir que os executivos de negócio estejam completamente engajados com seus planos digitais é um desafio, e deve-se observar: 1) ter certeza que eles acordam com os objetivos; 2) ter certeza que se engajarão nos resultados corretos para uma visão integrada do negócio; 3) garantir que o framework de governança permitirá decisões rápidas pelos decisores.	4
Perceptions	A percepção da transformação digital deve focar nos objetivos de negócios e minimizar o foco na infraestrutura tecnológica: 1) Infraestrutura tem que ser ágil; 2) crie uma organização de TI, os processos operacionais, o relacionamento entre negócio e tecnologia que sejam transparentes, dinâmicos, eficientes e efetivos.	4
Digitalization	Modelos de negócios digitais podem incluir cidades inteligentes através de plataformas de tecnologias digitais, máquinas inteligentes e internet das coisas, além da integração com a mobilidade, mídias sociais, nuvem, big data, ecossistemas com suas API's e sistemas de informação, todos conectados com pessoas e o negócio. Isso chamamos de transformação digital.	2
Organizational Culture	Abordar a organização digital na perspectiva da centralidade do cliente, não em um departamento: 1) focar nos desafios de padronização dos processos de negócios; 2) gerenciar os dados internos e viabilizar a organização dos dados externos para aumentar em quantidade o valor público da informação da organização; 3) orientar para o sucesso, conectando o que existe, não necessariamente fazendo coisas novas. Seja flexível e criativo. A falta de transparência e resistência cultural são os maiores desafios que os CIOs enfrentarão em termos de otimização de custos na era do negócio digital.	4
Risk Management	Defina sua estratégia de investimento, parceiros de negócios e mitigação de riscos.	1

19) O monitoramento dos processos de negócios é em tempo real?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	O monitoramento é em tempo real e através de ferramentas próprias.	3
B	O monitoramento é em tempo real, porém não é feito através de uma ferramenta adequada.	1
C	O monitoramento não é feito em tempo real.	-2

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura tem um importante papel nesse aspecto, pois os processos serão monitorados através de ferramentas apropriadas, sendo necessária constante comunicação.	3
Training	Além do acompanhamento, é necessário um certo conhecimento, para saber discernir se o processo está tramitando corretamente.	0
Framework	O monitoramento também pode ser usado para avaliar se o framework escolhido está cumprindo seu papel.	4
Business Process	Processos de negócio são dinâmicos, ou seja, sofrem mudanças de acordo com o contexto. Por isso, seu monitoramento é realmente necessário.	4
Deliverables	O resultado desses monitoramentos são relatórios precisos sobre o andamento do processo. Esses relatórios podem ser usados para construir uma base de dados de experiência.	4
Metrics	Monitoramentos também ajudam a verificar se as métricas vão ser cumpridas, adiantando se há possibilidades de atraso.	4
Strategic Align	Os monitoramentos também proporcionam alinhamento entre os setores envolvidos no processo.	4
Perceptions	Gestores e responsáveis pelos processos conseguem identificar necessidades de mudanças. A percepção aumenta com a precisão do monitoramento em tempo real, tornando os processos mais confiáveis e mais rápidos.	4
Digitalization	O processo de monitoramento deve ser feito através de uma ferramenta automatizada.	0
Organizational Culture	A preocupação com o andamento dos processos mostra uma certa maturidade da organização.	4
Risk Management	Os possíveis riscos que os processos podem correr são identificados mais facilmente e eliminados rapidamente.	0

20) Os processos de negócios são automatizados e integrados com os sistemas da organização?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, são totalmente automatizados e integrados com os sistemas.	3
B	São parcialmente automatizados e integrados com os sistemas.	1
C	São automatizados, porém, não são integrados com os sistemas.	-1
D	São integrados com os sistemas, porém, não são automatizados.	-1
E	Não são automatizados e nem integrados com os sistemas.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	A infraestrutura tem papel fundamental na automatização, pois deve fornecer estrutura de rede, máquinas e ferramentas adequadas.	3
Training	Para a automatização agilizar os processos, é necessário que os colaboradores utilizem as ferramentas de automatização de forma eficiente, podendo ser necessário treinamentos adequados nas metodologias e ferramentas.	2
Framework	A integração entre os processos pode ser alcançada através de frameworks adequados.	4
Business Process	Processos de negócio automatizados é um padrão a ser seguido por organizações que buscam espaço no mercado e valorização perante investidores externos.	4
Deliverables	O resultado dessa integração e automatização é mais segurança no andamento dos processos, diminuindo a chance de falhas de projeto ou atrasos. Com a integração e automatização, os artefatos serão gerados de forma mais rápida, confiável, transparente e segura.	4
Metrics	Sistemas automatizados possibilitam o cumprimento de prazos, aumentando a credibilidade da organização.	3
Strategic Align	Quando definido o alinhamento estratégico, é necessário definir a arquitetura de negócios dentro da governança corporativa, e,	4

	consequentemente, toda a estratégia de modelagem, simulação, automatização e integração dos processos com o legado da organização.	
Perceptions	É tarefa dos responsáveis estar cientes dos pontos críticos que podem ameaçar a correta automatização e integração.	4
Digitalization	A automatização só é possível através da busca pela total digitalização de processos repetitivos.	4
Organizational Culture	Ao longo do tempo, as empresas passaram a ter a necessidade de automatizar seus processos, visando uma maior agilidade nos prazos e no cumprimento de metas. Isso se tornou cultural em empresas de sucesso.	4
Risk Management	Com a automatização e integração dos processos, é mais eficiente realizar o gerenciamento de risco, pois já esta sistematizado e organizado todo o fluxo de tarefas, entretanto, falhas podem ocorrer e devem ser previstas para que sejam eliminadas.	3

21) Em relação a Maturidade em processos, é o ponto no qual os processos são explicitamente definidos, administrados, medidos, controlados e otimizados. O nível de maturidade é obtido pela comparação do estado atual dos processos versus práticas definidas em modelos de maturidade em processos disponíveis na comunidade. A organização possui processos maduros?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	O nível de maturidade está muito acima dos modelos de maturidade.	3
B	O nível de maturidade está acima dos modelos de maturidade.	2
C	O nível de maturidade está na média dos modelos de maturidade.	0
D	O nível de maturidade está abaixo dos modelos de maturidade.	-1
E	O nível de maturidade está muito abaixo dos modelos de maturidade.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	Para se ter processos maduros utilizados nas organizações, é necessário possuir uma infraestrutura que suporte tais processos.	0

Training	Treinamento adequado prepara a organização para a tramitação dos processos, além de evitar falhas e replanejamentos.	4
Framework	Frameworks fornecem facilidades no momento de definição de processos, pois oferecem modelos, muitas vezes já testados, de planejamento e execução de processos.	4
Business Process	Manter os processos de negócio em um alto nível de maturidade significa manter a organização em uma posição competitiva no mercado.	4
Deliverables	O resultado da maturidade é oferecer serviços que atendam ou superem as expectativas de investidores e stakeholders. Não entregar quantidades, mas sim poucos artefatos com qualidade que permitem ao gestor tomar decisões rapidamente.	4
Metrics	Além da comparação com padrões da comunidade, a utilização de métricas também é recomendada para a medição e controle dos processos, melhorando cada vez mais o nível de maturidade da organização.	4
Strategic Align	Um bom planejamento estratégico ajudará a organização a definir, implantar e alcançar um nível de maturidade de excelência.	4
Perceptions	Quando a organização chega no último estágio de maturidade, passando por todos os níveis, significa que todos os stakeholders alcançaram um alto nível de percepção em relação ao nível de maturidade da Arquitetura Corporativa.	4
Digitalization	Quando se chega em um nível alto de maturidade significa que praticamente tudo está digitalizado, atendendo totalmente os clientes internos e externos de forma totalmente automatizada.	0
Organizational Culture	Uma vez alcançada o nível de maturidade significa que a cultura da organização está comprometida com a Arquitetura Corporativa, sem medir esforços para que tudo seja realizado e executado.	4
Risk Management	Uma vez com os processos maduros, conseqüentemente se tem os processos definidos para o gerenciamento de riscos.	4

22) A infraestrutura da organização suporta todos os processos automatizados e digitalizados?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Sim, a infraestrutura suporta a automatização e digitalização dos processos.	3

B	A infraestrutura suporta a automatização e digitalização da maioria dos processos.	1
C	A infraestrutura suporta a automatização e digitalização de poucos processos.	-1
D	A infraestrutura não suporta a automatização e digitalização dos processos.	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	Na fase de definição dos processos, a TI deve participar das decisões, auxiliando os gestores em questões de tecnologia. Ex: Será necessária alguma mudança na infraestrutura da empresa para a implantação de determinado modelo?	4
Training	Os colaboradores também necessitarão de treinamento adequado para suportar os processos definidos.	0
Framework	Os frameworks, assim como o modelo de processos, precisam ser cuidadosamente estudados para verificar se há compatibilidade com a infraestrutura disponibilizada.	0
Business Process	Infraestrutura e treinamento adequados não necessariamente garantem o bom funcionamento dos processos de negócio, pois deve-se entender e definir as regras de negócios com profissionais que possuem profundo conhecimento do assunto, e assim elaborar os workflows dos processos.	4
Deliverables	Logicamente, com uma boa infraestrutura, teremos a geração dos entregáveis de forma rápida, segura e confiável.	4
Metrics	Uma vez os processos implantados e automatizados, as métricas estarão sendo executadas em paralelo.	0
Strategic Align	Ao definir o alinhamento estratégico, em paralelo será definido a infraestrutura para suportar toda a arquitetura empresarial, onde estão inseridos as outras arquiteturas, tais como: de negócio, de sistemas, de dados, de segurança, e outras), assim como a governança de TIC, que garantirá que seja executado o que fora definido no planejamento estratégico.	0
Perceptions	Quando uma infraestrutura funciona de forma adequada, sem interrupções, atendendo de forma eficiente todos os usuários 24x7, dentro de um processo automatizado suportado por esta infraestrutura, as percepções são consequências, pois todos ficam satisfeitos com a qualidade dos serviços.	4
Digitalization	Uma infraestrutura sólida, bem equipada e confiável, permitirá a implantação da digitalização de forma adequada.	4

Organizational Culture	Quando os stakeholders deixam de enxergar a TI como um passivo, e tem um olhar como ativo, tem-se a certeza que a cultura organizacional está em um outro patamar de maturidade, pois investir em infraestrutura não é “gastar” com máquinas, mas sim investir em um negócio.	4
Risk Management	Mesmo tendo uma boa infraestrutura que suporte todos os processos automatizados, obrigatoriamente, deve-se monitorar constantemente tudo o que está ocorrendo, mitigando todo e qualquer risco que possa ocorrer.	0

23) Qual padrão a organização utiliza para a modelagem da Arquitetura Corporativa?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	Archimate	3
B	UML	1
C	BPMN	1
D	Outro	1
E	Não utiliza nenhuma	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	O padrão utilizado na modelagem da Arquitetura Corporativa reflete uma parte da preocupação da organização quanto à infraestrutura.	0
Training	Para que o padrão funcione e entregue os resultados esperados, é necessário que os colaboradores tenham conhecimento adequado para executá-lo.	4
Framework	Geralmente, frameworks estão fortemente ligados aos padrões de modelagem.	4
Business Process	Com uma boa modelagem da Arquitetura Corporativa, os processos de negócio se tornarão mais visíveis e fáceis de serem monitorados.	4
Deliverables	A modelagem correta e de fácil entendimento facilita e aumenta as chances de entregáveis de qualidade.	4
Metrics	Modelagens não estão intimamente ligadas à métricas de entregas.	0
Strategic Align	A modelagem pode deixar claro aos colaboradores as expectativas de alinhamento.	0
Perceptions	Modelagens não estão intimamente ligadas à percepções	0

Digitalização	A modelagem da Arquitetura Corporativa representa um bom nível de digitalização.	0
Organizacional Culture	A escolha de padrões de modelagem precisa ser cultural na organização.	0
Risk Management	A modelagem pode expor riscos não identificados anteriormente	0

24) Qual ferramenta a organização utiliza para a modelagem de Arquitetura Corporativa?

Letra	Alternativa	Fator Multiplicativo
A	BizzDesign	3
B	GenMyModel	2
C	Archi	2
D	Outra	2
E	Não utiliza nenhuma	-3

Eixo	Justificativa	Peso
Infraestrutura	As ferramentas utilizadas também são partes da infraestrutura da organização.	0
Training	Os organizadores precisam estar aptos para utilizar as ferramentas, enquanto que a área de TI precisa estar preparada para dar o suporte necessário.	4
Framework	A ferramenta utilizada pode integrar um framework.	4
Business Process	Com uma boa ferramenta de modelagem, os processos de negócio se tornarão mais visíveis e fáceis de serem monitorados.	4
Deliverables	Uma modelagem clara deixaria explícita quais as fases de entrega do projeto.	4
Metrics	Modelagens não estão intimamente ligadas à métricas de entregas.	4
Strategic Align	A modelagem pode deixar claro aos colaboradores as expectativas de alinhamento, portanto, uma ferramenta eficiente auxiliaria para se chegar no resultado esperado.	4
Perceptions	A modelagem aumentaria a percepção dos colaboradores e stakeholders quanto ao Processo de Negócio.	4
Digitalização	A modelagem da Arquitetura Corporativa representa um bom nível de digitalização, portanto, uma ferramenta eficiente auxiliaria para se chegar no resultado esperado.	0

Organizational Culture	Cabe aos gestores da organização decidirem qual a ferramenta que mais atende às necessidades da organização.	4
Risk Management	A modelagem pode expor riscos não identificados anteriormente, portanto, uma ferramenta eficiente auxiliaria para se chegar no resultado esperado.	0