REVISTA

ISSN: 2595-6531

BOLETIM DO GERENCIAMENTO

REVISTA ELETRÔNICA

Politécnica UFRJ

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

SUMÁRIO

1 DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DE UM ADEQUADO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM PISCINAS APOIADAS SOBRE O SOLO E ENTERRADAS.

RIBEIRO, Daniel Duarte; SANTOS, Amaro Francisco Codá. 01

2 LEAN CONSTRUCTION: VANTAGENS DA SUA IMPLANTAÇÃO NA ATUALIDADE

GONÇALVES, Igor; POZNYAKOV, Karolina 13

3 A GESTÃO DO CONHECIMENTO E SEUS REFLEXOS NO CENÁRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

GIRARDI, Valéria Figueira Rodrigues; CUNHA, Pedro Henrique 24

4 OS DESAFIOS E A IMPORTÂNCIA DO PROJETO BÁSICO NA CONTRATAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS NO BRASIL

PACHECO, Alan Pereira Amorim; SANTOS, Bruno Augusto Miranda Lery 35

5 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO À FLEXÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO REFORÇADAS COM FIBRAS DE AÇO

FARIAS, Marina Barroso; SANTOS, Amaro Francisco Codá 46

6 DRYWALL VERSUS ALVENARIA: PRODUTIVIDADE EM FOCO

FREITAS, Leonardo; CONFORTE, Márcio 55

7 REDUÇÃO DE RESÍDUOS NO CANTEIRO DE OBRA

CHEREGATTI, Marcella Candido; SILVA, Maiane Ramos 65

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

SUMMARY

1 GUIDELINES FOR IMPLEMENTING AN APPROPRIATE WATERPROOFING SYSTEM IN SWIMMING POOLS SUPPORTED ON THE GROUND AND IN-BUILDER.

RIBEIRO, Daniel Duarte; SANTOS, Amaro Francisco Codá. 01

2 LEAN CONSTRUCTION: ADVANTAGES OF ITS IMPLEMENTATION TODAY

GONÇALVES, Igor; POZNYAKOV, Karolina 13

3 A GESTÃO DO CONHECIMENTO E SEUS REFLEXOS NO CENÁRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

GIRARDI, Valéria Figueira Rodrigues; CUNHA, Pedro Henrique 24

4 KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ITS REFLEXES IN THE PROJECT MANAGEMENT SCENARIO

PACHECO, Alan Pereira Amorim; SANTOS, Bruno Augusto Miranda Lery 35

5 ANALYSIS OF THE FLEXUAL BEHAVIOR OF CONCRETE STRUCTURES REINFORCED WITH STEEL FIBERS

FARIAS, Marina Barroso; SANTOS, Amaro Francisco Codá 46

6 DRYWALL VERSUS MASONRY: PRODUCTIVITY IN FOCUS

FREITAS, Leonardo; CONFORTE, Márcio 55

7 REDUCTION OF WASTE AT THE CONSTRUCTION SITE

CHEREGATTI, Marcella Candido; SILVA, Maiane Ramos 65

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

Diretrizes para execução de um adequado sistema de impermeabilização em piscinas apoiadas sobre o solo e enterradas.

Guidelines for Implementing an Adequate Waterproofing System in Above-Ground and In-Ground Pools

RIBEIRO, Daniel Duarte[1]; SANTOS, Amaro Francisco Codá[2]
danielribeiro.arqurb@gmail.com[1]; coda.engenharia@uol.com.br [2]

Núcleo de Pesquisa em Planejamento e Gestão - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Impermeabilização
Piscina
Materiais de Impermeabilização

Key word:
Waterproofing
Pool
Waterproofing Materials

Resumo:

Assim como as demais construções, as piscinas também ficam expostas a ação demasiada da água sobre a estrutura. Dentre os modelos de piscinas, existe um ponto em comum entre elas que é a vulnerabilidade quanto à infiltração de água, fazendo necessário conhecimento quanto ao tipo ou modelo, estrutura e sua especificidade, além do conhecimento das propriedades dos impermeabilizantes antes de definir qual sistema de impermeabilização aplicar. O objetivo do presente trabalho é expor diretrizes para execução de um adequado sistema de impermeabilização para piscinas enterradas e apoiadas sobre o solo, sejam de alvenaria estrutural e/ou concreto armado sem juntas de dilatação, apresentando as principais características que levarão a escolha do sistema de impermeabilização ideal para cada piscina, com a finalidade de proporcionar a capacidade de estanqueidade aos fluidos. Serão apresentados também os materiais utilizados na impermeabilização, assim como a correta execução sobre a estrutura. Desta forma, para que pudéssemos definir e orientar quanto à correta aplicação dos sistemas de impermeabilização analisamos a influência das cargas atuantes na estrutura da piscina apoiada sobre o solo e enterrada, considerando fatores como empuxo do solo, empuxo d'água e reação do solo, além do estudo dos sistemas de impermeabilização existentes e características dos impermeabilizantes.

Abstract

Just like other constructions, pools are also exposed to excessive water action on the structure. Among the different pool models, there is a common point: their vulnerability to water infiltration. This necessitates knowledge about the type or model, structure, and its specificity, as well as the properties of waterproofing materials before deciding which waterproofing system to apply. The objective of this work is to present guidelines for implementing an adequate waterproofing system for in-ground and above-ground pools, whether they are made of structural masonry and/or reinforced concrete without expansion joints, presenting the main characteristics that will lead to the choice of the ideal waterproofing system for each pool, with the aim of providing fluid tightness. The materials used in waterproofing will also be presented, as

well as the correct execution on the structure. Thus, to define and guide the correct application of waterproofing systems, we analyzed the influence of the loads acting on the structure of the above-ground and in-ground pool, considering factors such as soil thrust, water thrust, and soil reaction, in addition to studying existing waterproofing systems and the characteristics of waterproofing materials.

1. Introdução

O processo de impermeabilização no Brasil teve início na colonização, com a construção de fortes realizados pelos portugueses. No decorrer do século XVI, para os fortes construídos a beira mar, foi posto em prática um método que consistia no uso de óleo de baleia, cal e areia, que juntos formavam uma argamassa de alta durabilidade e baixa permeabilidade [1].

Com o passar dos anos, o homem passou a desenvolver métodos construtivos com a intenção de proteger e isolar suas habitações. Água, calor e abrasão são os fatores mais agravantes quanto ao desgaste das edificações [2].

A maior parte dos elementos de uma construção quando expostos as condições climáticas, tendem a entrar em processo de deterioração devido ao encontro constante da água com a estrutura, o que é chamado de intermitência cíclica, ora mais oxigênio, ora mais carbono. A água vinda de chuvas e contaminada devido à poluição da atmosfera deverá ser contida através do processo de impermeabilização e sua adequada resistência [3].

Profissionais como engenheiros, arquitetos, construtores, projetistas, até mesmo pessoas sem conhecimento técnico, quando não tratam a impermeabilização como um item crítico dentro do projeto e na construção civil, ocorrências provenientes da infiltração de água acabam gerando inúmeras patologias, como por exemplo, trincas e fissuras, corrosão das armaduras, eflorescências, desagregação do substrato, descolamento dos revestimentos, dentre outros. Todos esses fatores acarretam um alto custo de manutenção da obra, ou seja, uma impermeabilização ineficiente ou inexistente gera danos à estrutura e comprometem a resistência e a longevidade da edificação [4].

Nos tempos atuais inúmeros são os produtos impermeabilizantes, porém antes de definir qual material utilizar, devem ser consideradas as características e condições do produto em relação à área onde será aplicado, para melhor adequação do sistema de impermeabilização. Desta forma, a definição de um sistema de impermeabilização para uma determinada área está ligada a especificidade do local de aplicação e do conhecimento das propriedades dos impermeabilizantes [4].

A forma com que a impermeabilização é executada compreende um dos fatores que mais irá influenciar no comportamento e desempenho do sistema e, por isso é necessária uma mão de obra qualificada para aplicação do impermeabilizante. Sendo assim, os responsáveis pela execução além de estarem qualificados para a aplicação destes materiais, deverão ter pleno conhecimento do projeto de impermeabilização e detalhamentos [2].

Assim como as demais construções, as piscinas também ficam expostas a ação demasiada da água sobre a estrutura. Dentre os diversos modelos de piscinas, existe um ponto em comum entre elas que é a vulnerabilidade quanto à infiltração de água, fazendo necessário conhecimento quanto ao tipo ou modelo, estrutura e sua especificidade, além do conhecimento das propriedades dos impermeabilizantes antes de definir qual sistema de impermeabilização aplicar.

Existe uma variedade de produtos impermeabilizantes, entretanto para a definição do adequado sistema de impermeabilização é preciso levar em

consideração as interferências que a piscina estará sujeita a sofrer, como por exemplo, pressão hidrostática, deformações e movimentações [1].

As piscinas podem ser classificadas conforme sua posição em relação ao solo, sendo definidas como elevadas (sobre pilares, estruturas e edifícios), apoiadas (ao nível do solo) ou enterradas [5].

Dito isto, foi apresentado um estudo teórico do adequado sistema de impermeabilização para piscinas enterradas e apoiadas sobre o solo, além de suas diretrizes de execução, sendo sua estrutura de concreto armado e alvenaria estrutural, buscando obter maiores informações sobre este tema de elevado grau de importância dentro do cenário da construção civil. Ainda dentro deste contexto, as piscinas analisadas neste estudo não possuem juntas de dilatação.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é expor diretrizes para execução de um adequado sistema de impermeabilização para piscinas enterradas e apoiadas sobre o solo, sejam de alvenaria estrutural e/ou concreto armado sem juntas de dilatação, apresentando as principais características que levarão a escolha do sistema de impermeabilização ideal para cada piscina, com a finalidade de proporcionar a capacidade de estanqueidade aos fluidos. Serão apresentados também os materiais utilizados na impermeabilização, assim como a correta execução sobre a estrutura. Devido à diversidade de materiais impermeabilizantes e visando auxiliar na escolha de um sistema de impermeabilização, pretende-se fornecer um esquema para consulta, quando o projetista e o construtor optarem pelo emprego de impermeabilização em piscinas.

Não nos debruçaremos, aqui, nos processos construtivos da estrutura da piscina, nem nos meandros do revestimento cerâmico. Nosso objetivo é tão somente a estanqueidade da estrutura.

2. Cargas atuantes em piscinas

Para a definição de um adequado sistema de impermeabilização para piscinas, sejam elas de concreto armado ou alvenaria estrutural; enterradas ou apoiadas, é necessário verificar quais ações atuam sobre a estrutura conforme a sua posição em relação ao solo.

A NBR 6118 [6] afirma que toda a ação que possa causar efeitos significativos na segurança da estrutura, deverá ser levada em consideração uma análise estrutural. A NBR 8681 [7] classifica essas ações como:

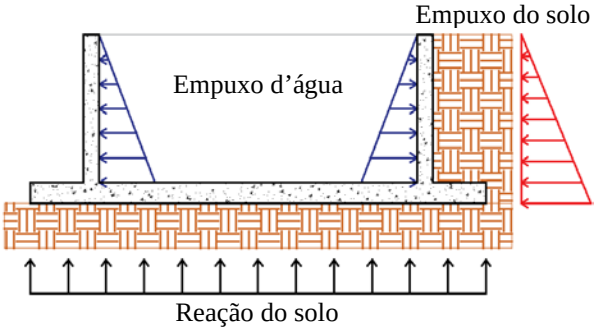
- Excepcionais: ações de curta duração ou com baixa probabilidade de ocorrência durante a vida útil da estrutura.
- Variáveis: ações com variações significativas durante a vida útil da estrutura.
- Permanentes: ações que permanecem constantes ou em pequena variação durante toda a vida útil da estrutura.

2.1 Empuxo do solo

É a força exercida pelo solo sobre a estrutura, que depende de fatores como a resistência ao cisalhamento do solo retido, a inclinação da superfície do aterro, a altura e a inclinação do maciço. Os empuxos de solo podem ser ativos, passivos ou em repouso, e estão presentes em piscinas apoiadas e enterradas, pois se assemelha à pressão hidrostática, porém atua de fora para dentro [8].

O empuxo ativo ocorre quando a estrutura da piscina é gradualmente empurrada pelo solo, levando a diminuição da tensão horizontal efetiva e ocasionando a ruptura do solo (Figura 1). De forma simplificada, o empuxo ativo é a força que o solo exerce sobre uma estrutura para derruba-la. No empuxo passivo, por sua vez, quando a estrutura é empurrada para o maciço ocorre o aumento da tensão horizontal efetiva até que se atinja o equilíbrio plástico, e por fim a ruptura. Agora, quando não ocorre movimentação entre a estrutura e o terreno, a pressão do solo se encontrará em repouso [8].

Figura 1 – Ações em piscina enterrada cheia



Fonte: Autor

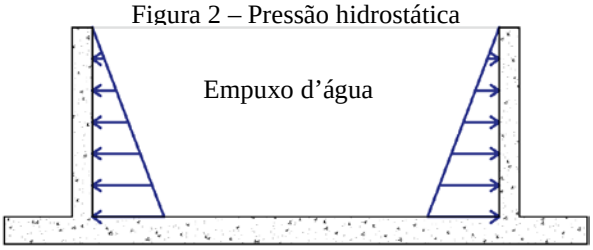
De acordo com Meneses [8], esta ação é considerada permanente, pois permanecerá sobre a estrutura durante sua vida útil, mesmo após estanqueidade da piscina.

Portanto, a estrutura da piscina, seja ela apoiada ou enterrada, estará sujeita a ação proveniente do seu carregamento interno e externo, podendo o movimento do solo ser elevado e mudar completamente a distribuição dos esforços. Desta forma, antes de definir o sistema de impermeabilização, faz-se necessário a fim de obter melhores resultados, a análise da interação solo-estrutura.

2.2 Empuxo da água

A água no interior da piscina, seja ela enterrada ou apoiada, exerce sobre a estrutura uma pressão hidrostática, sendo a força resultante no fundo e valor nulo na superfície (Figura 2). Essa força é classificada como empuxo passivo, que é quando a pressão interna empurra a estrutura contra o solo [8].

Figura 2 – Pressão hidrostática



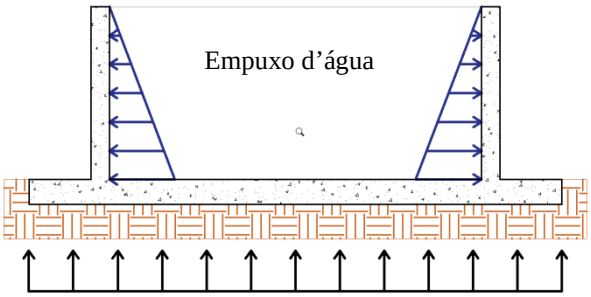
Fonte: Autor

Meneses [8] complementa que é preciso considerar também, o empuxo hidrostático de águas vindas de lençóis freáticos sobre a estrutura de piscinas apoiadas e enterradas, pois poderão provocar cargas de baixo para cima.

2.3 Piscinas apoiadas sobre o solo

Em piscinas apoiadas sobre o solo, além do seu peso próprio e do empuxo da água, atuam também sobre a estrutura a reação do solo. Neste caso, a reação do solo é maior que a ação proveniente da pressão hidrostática (Figura 3).

Figura 3 – Empuxo piscina apoiada sobre o solo

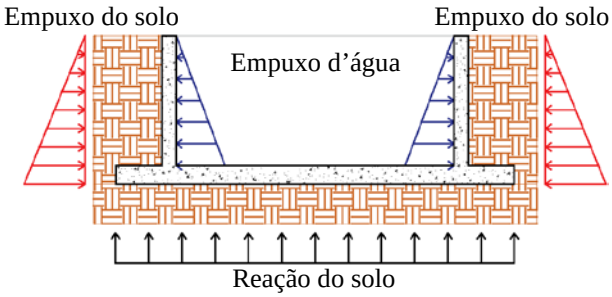


Fonte: Autor

2.4 Piscinas enterradas

Além das ações provenientes do empuxo d'água, empuxo do solo e reação do solo, quando houver presença de lençol freático a estrutura sofrerá com a subpressão d'água. Desta forma, piscinas enterradas estão sujeitas a carregamentos simultâneos, tanto internos quanto externos (Figura 4).

Figura 4 – Empuxo piscina enterrada



Fonte: Autor

É possível observar que devido à ação de fatores internos e externos na estrutura da piscina, se faz necessário um sistema de impermeabilização que suporte a dilatação e retração do substrato, bem como as cargas dinâmicas e estáticas.

3. Sistemas de Impermeabilização

Os sistemas impermeabilização são regidos pelas diretrizes contidas na norma ABNT NBR 9575 [9], e devem atender características em relação às cargas atuantes sob e sobre a impermeabilização, sendo essas dinâmicas ou estáticas, tais como:

- Puncionamento: impacto de objetos atuando perpendicular ao plano do sistema de impermeabilização;
- Fendilhamento: provocado devido impacto de objetos pontuais, rigidez ou dobramento do sistema de impermeabilização;
- Ruptura por tração: esforços tangenciais ao plano de impermeabilização;
- Desgaste: abrasão ocasionada por movimentos dinâmicos ou ação de intemperismo climático;
- Descolamento: por perda de aderência;
- Esmagamento: redução demasiada da espessura proveniente de carregamentos ao plano de impermeabilização.

Os sistemas também devem resistir a efeitos climáticos, térmicos químicos e/ou biológicos, resistir a pressões hidrostáticas, percolação, coluna d'água, umidade do solo, resistir ao ataque e agressão de raízes de plantas, além de apresentar boa aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânicas.

3.1 Classificação dos Sistemas

De acordo com a ABNT NBR 9575 [9], o tipo adequado de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. A solicitação pode ocorrer de quatro formas distintas, conforme a seguir:

- Imposta pela água de percolação;
- Imposta pela água de condensação;
- Imposta pela umidade do solo;
- Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

Os sistemas de impermeabilização possuem diversas classificações devido ao fato de possuírem variadas formas de concepção, funcionalidade, composição de elementos e técnicas de aplicação [12]

A ABNT NBR 9575 [9] classifica os sistemas de impermeabilização em cimentícios, asfálticos e poliméricos, já a ABNT NBR 9574 [10] os define como rígidos e flexíveis, conforme introdução a seguir.

Tabela 1 – Classificação dos Sistemas

CLASSIFICAÇÃO	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO		
Quanto à aderência	Aderentes Semi-independentes Independentes		
Quanto à flexibilidade	Rígido Semi-flexível Flexível		
Quanto ao método de execução	Moldados no local	A frio	Pintura Aplicação de camadas
		A quente	
	Pré-fabricados		
Quanto ao material	Argamassas	Com hidrofugantes Poliméricas	
	Cristalizantes		
	Cimentícios		
	Asfálticos	Membranas asfálticas a frio Membranas asfálticas a quente Mantas asfálticas/ elastoméricas	
	Poliméricos	Acrílicos/ membranas acrílicas Membranas poliméricas Membranas de poliuretano EPDM PVC	

Fonte: Adaptado Stahlberg, 2010 [11]

3.2 Sistema Flexível

De acordo com a ABNT NBR 9575 [9] são considerados flexíveis os produtos e materiais com a capacidade de se alongar em função da exigência estrutural e de absorver a fissuração se forem adequadamente especificados. Entretanto, para ser considerada como flexível, a camada impermeável deve ser submetida a ensaio específico.

Righi [12] coloca que um dos pontos positivos do sistema flexível é a inexistência de emendas, porém a desvantagem é falta de mão de obra qualificada e o controle de qualidade no processo de aplicação.

Segundo Stahlberg [11] existem materiais com diversos graus de flexibilidade, aplicados conforme a especificidade e

necessidade de cada projeto, sendo classificados e divididos em flexíveis e semi-flexíveis.

São classificados pela ABNT NBR 9575 [9] como flexíveis e semi-flexíveis os seguintes materiais:

- Membrana de asfalto modificado sem adição de polímeros;
- Membrana de emulsão asfáltica;
- Membrana de asfalto elastomérico em solução;
- Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno cloro sulfonado;
- Membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R.) em solução;
- Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
- Membrana de poliuretano;
- Membrana de poliuréia;
- Membrana de poliuretano modificado com asfalto.

3.3 Sistema Rígido

Ainda de acordo com a ABNT NBR 9575 [9], a impermeabilização rígida não suporta a movimentação do elemento construtivo, por isso é utilizada em estruturas não sujeitas à fissuração ou a grandes deformações.

Segundo Silva [13], o sistema de impermeabilização é o processo de mistura de emulsão de polímeros ao cimento e aos aditivos minerais, diminuição do fator água/cimento e ajuste da granulometria dos agregados, tornando-se um material impermeável.

Ainda de acordo com o autor supracitado, este sistema é indicado para áreas onde não ocorram grandes variações térmicas, áreas sujeitas a trincas ou fissuras.

A ABNT NBR 9575 [9] define como impermeabilização rígida, os seguintes materiais:

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Argamassa modificada com polímero;
- Argamassa polimérica;
- Cimento cristalizante;
- Cimento modificado com polímero;
- Membrana epóxidica.

4. Impermeabilização de piscinas

Sejam de concreto armado ou alvenaria estrutural, as piscinas enterradas, podem ser impermeabilizadas através do sistema classificado como flexível, conforme ABNT NBR 9574 [10]. Da mesma forma que as piscinas apoiadas sobre o solo também podem ser impermeabilizadas através do sistema rígido, ainda de acordo com as classificações da norma supracitada.

Com os dados supracitados analisados é possível afirmar que não há distinção entre qual sistema é melhor e, sim, onde e quando utilizá-los. Sendo assim, para definir qual sistema de impermeabilização utilizar, se faz necessário conhecimento dos fatores que cercam e impactam na estrutura da piscina. Deverão ser considerados fatores como a pressão hidrostática positiva, que é a força exercida pela água ou umidade diretamente sobre o sistema impermeabilizante, que o comprime contra a base sobre a qual está aplicado, e a pressão hidrostática negativa, que é a pressão exercida pela água atuando no sentido oposto ao da impermeabilização, isto é, penetrando através da estrutura e forçando a impermeabilização de modo a tentar soltá-la de onde foi aplicada (Figura 5).

De acordo com a NBR 9575 [9], temos as seguintes definições:

- Água sob pressão negativa: água, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma inversa à impermeabilização.

- Água sob pressão positiva: água, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma direta à impermeabilização.

Figura 5 – Pressão hidrostática positiva e negativa

Fonte: NEVES [14]

Atenta-se ainda para a movimentação da estrutura em relação ao terreno devido ao empuxo, reação do solo e subpressão, estes são fatores determinantes quanto à estabilidade da estrutura. Outro fator com o seu devido grau de importância é o intemperismo climático, quando a piscina fica exposta a constante troca de temperatura Meneses [8].

4.1 Impermeabilização de piscinas enterradas sob incidência de lençol freático

Segundo Neves [14], as estruturas de piscinas exigem aplicação de sistemas flexíveis. Portanto, é recomendada a utilização de produtos com menor módulo de deformação se constatado que a estrutura não irá sofrer com a incidência de lençol freático.

Quando utilizados sistemas flexíveis asfáltico em piscinas enterradas onde o terreno sofre com a infiltração do lençol freático, a pressão negativa fará com que a impermeabilização se solte da estrutura, criando bolsas d'água por detrás do sistema flexível [15].

Figura 6 – Incidência de lençol freático em piscina enterrada e impermeabilizada com manta asfáltica

Fonte: Autor

Com base nesse estudo é possível concluir que os sistemas de impermeabilização rígidos classificados pela NBR 9575 [9] como cimentício, ofertam de produtos e materiais que melhores adequam-se a impermeabilização de piscinas enterradas em terrenos onde há presença de lençol freático. A argamassa polimérica é um produto classificado como cimentício e devido a sua resistência a altas pressões hidrostáticas, tanto positivas quanto negativas e por não alterar a potabilidade da água, é recomendada pela fabricante Viapol para aplicação nas seguintes áreas:

- Subsolos;
- Cortinas;
- Poços de elevador;
- Muros de arrimo;
- Baldrames;
- Parede interna e externa;
- Piso frio em contato com o solo;
- Reservatório de água potável;
- Piscinas enterradas sujeitas a infiltração do lençol freático.

As vantagens dos impermeabilizantes à base de cimento são: boa resistência aos riscos; excelente resistência contra a água, mesmo que expostas permanentemente; excelente resistência contra erosão de longo prazo; boa capacidade de carga e uma permeabilidade ao vapor de água muito maior em comparação com a maioria dos outros sistemas.

Sendo assim, o sistema com melhor desempenho perante a estrutura de piscinas enterradas que sofrem com a presença de lençol freático ou pressão negativa, são os impermeabilizantes cimentícios.

4.1.1 Diretriz de execução para impermeabilização com argamassa cimentício

Se tratando de uma estrutura sujeita à movimentação e exposta à pressão positiva e negativa devido à presença de lençol freático, se faz necessária à utilização de dois sistemas: Rígido e flexível.

Os procedimentos descritos a seguir estão baseados na NBR 9575 [9] e na ABNT NBR 9574 [10].

- 1ª Etapa: Teste de carga

Executar teste de carga na piscina por 72h, antes do início da execução dos serviços, de modo a propiciar o aparecimento de eventuais fissuras que venham a ocorrer na estrutura.

- 2ª Etapa: Preparo da superfície

A estrutura a receber impermeabilização deverá estar limpa, isenta de pó, elementos soltos, graxas, sem armadura exposta, desmoldantes, entre outros resíduos.

A superfície deverá ser porosa, caso ela se apresente lisa, proceder com o processo de apicoamento ou lixamento da mesma.

Ao longo das fissuras e/ou interferências que transpassem a área, deverão ser executas aberturas com serra circular e preencher o local com selante a base de poliuretano.

Executar inspeção com martelo de percussão para localização de ninhos ou falhas na estrutura. Esta verificação se dá ao se localizar regiões que apresentem som cavo no instante da percussão. Caso encontrados, escanear a área e preencher o local com argamassa de cimento e areia, traço1:2 misturada com água e emulsão adesiva 50%. Caso existam pontos úmidos nas falhas da estrutura, executar tamponamento com pó de endurecimento rápido.

- 3ª Etapa: Tratamento das tubulações emergentes

Verificar o chumbamento de todas as tubulações transpassantes como: saídas, entradas e ralos de fundo.

Caso as tubulações não estejam chumbadas, chumbar as mesmas com argamassa de alta resistência e cordão adesivo epóxi. As tubulações devem ser lixadas antes da aplicação do cordão adesivo epóxi bicomponente.

- 4ª Etapa: Regularização da superfície

Chapiscar a superfície úmida (estrutura), com traço 1:2. Após o chapisco executar a argamassa de regularização para correção do prumo, esquadro e nível da mesma.

A argamassa de cimento e areia traço 1:3 deverá ter consistência firme, com meia cana nos encontros de planos, entre piso e parede, parede e parede.

A textura deverá ser rústica, desempenada com desempenadeira de madeira e consistência bastante compacta, não devendo existir vazios.

A cura prevista "mínima" é de 48 horas, sendo que só após esta é que deverá ser aplicado o sistema impermeabilizante especificado.

As superfícies verticais deverão ser executadas sobre um chapisco de cimento e areia grossa, no traço 1:3.

Os cantos e arestas (verticais e horizontais) deverão ser arredondados em meia cana (R=5,00cm).

- 5ª Etapa: Impermeabilização rígida

Impermeabilização contra pressão hidrostática negativa:

Umedecer a superfície e aplicar o revestimento cimentício polimérico resistente à pressão hidrostática negativa, consumo de 4kg/m².

Aplique duas demãos e aguarde secar de duas a seis horas entre demãos. Aplique as demãos subsequentes em sentido cruzado.

O produto deverá ser aplicado com trincha, brocha ou com equipamento de projeção.

Umedecer sempre o produto nos intervalos e antes da aplicação das camadas. As camadas devem ser sempre aplicadas de maneira uniforme a fim de assegurar todo o preenchimento do substrato.

O intervalo entre demãos varia de vinte a trinta minutos, dependendo da temperatura ambiente.

Proteger a impermeabilização de intempéries climáticas.

- 6ª Etapa: Impermeabilização flexível

Impermeabilização contra pressão hidrostática positiva:

Após a aplicação da última demão do revestimento cimentício polimérico, aguardar aproximadamente 30 minutos para aplicar o impermeabilizante flexível bi componente, à base de polímeros acrílicos (resina termoplástica) com cimento e reforçado com fibras, consumo 4,5kg/m2.

Espalhe areia peneirada e seca antes da secagem da última demão do impermeabilizante flexível bi componente, para melhor ancoragem da argamassa ACIII e do revestimento final.

Por conter fibras sintéticas em sua composição, o impermeabilizante flexível bi componente dispensa a necessidade de tela de poliéster.

Aplique três demãos e aguarde secar de duas a seis horas entre demãos. Aplique as demãos subsequentes em sentido cruzado.

O produto deverá ser aplicado com trincha, brocha ou com equipamento de projeção. O tempo entre demãos é de aproximadamente 4 horas podendo variar de acordo com a temperatura e condições climáticas do local.

Proteger a impermeabilização de incidência direta de chuva ou sol.

Aguarde a cura do produto por no mínimo 5 dias antes do teste de estanqueidade.

- 7ª Etapa: Teste de Estanqueidade

Encher a piscina d'água para a realização do teste de estanqueidade por 72h.

- 8ª Etapa: Proteção mecânica dos rodapés

Aplicação de uma camada de chapisco de cimento e areia traço 1:3, seguido da colocação de uma tela galvanizada hexagonal, malha de 1/2", fio 24.

- 9ª Etapa: Proteção mecânica do piso

Aplicar argamassa de cimento e areia, traço volumétrico 1:6, espessura 2cm, acabamento vassourado.

- 10ª Etapa: Emboço e contrapiso

Executar o emboço no máximo de 3cm e 4cm.

- 11ª Etapa: Tratamento sobre eflorescência

Aplicação de duas demãos do revestimento cimentício polimérico sobre o emboço e o contrapiso.

- 12ª Etapa: Assentamento do revestimento

Assentar a cerâmica com argamassa colante.

4.1.2 Impermeabilização de piscinas apoiadas sobre o solo livre de subpressão

Sejam de concreto armado ou alvenaria estrutural, as piscinas elevadas podem ser impermeabilizadas com manta asfáltica desde que a estrutura não sofra com a subpressão.

A manta asfáltica garante a perfeita impermeabilização de áreas frias, terraços, lajes, calhas, reservatórios e piscinas elevadas, entre outros. É um completamente impermeável, durável e flexível, a manta possui diferentes características técnicas para atender às necessidades do local onde será instalada.

4.1.3 Diretriz de execução para impermeabilização com impermeabilizante asfáltico

Se tratando de uma estrutura sujeita à movimentação e exposta à pressão positiva, se faz necessária à utilização do sistemas flexível para impermeabilização.

Os procedimentos descritos a seguir estão baseados na NBR 9575 [9] e na ABNT NBR 9574 [10].

- 1ª Etapa: Teste de carga

Executar teste de carga na piscina por 72h, antes do início da execução dos serviços, de modo a propiciar o aparecimento de eventuais fissuras que venham a ocorrer na estrutura.

- 2ª Etapa: Preparo da superfície

A estrutura a receber impermeabilização deverá estar limpa, isenta de pó, elementos soltos, graxas, sem armadura exposta, desmoldantes, entre outros resíduos.

A superfície deverá ser porosa, caso ela se apresente lisa, proceder com o processo de apicoamento ou lixamento da mesma.

Ao longo das fissuras e/ou interferências que transpassem a área, deverão ser executas aberturas com serra circular e preencher o local com selante a base de poliuretano.

Executar inspeção com martelo de percussão para localização de ninhos ou falhas na estrutura. Esta verificação se dá ao se localizar regiões que apresentem som cavo no instante da percussão. Caso encontrados, escanear a área e preencher o local com argamassa de cimento e areia, traço1:2 misturada com água e emulsão adesiva 50%. Caso existam pontos úmidos nas falhas da estrutura, executar tamponamento com pó de endurecimento rápido.

- 3ª Etapa: Tratamento das tubulações emergentes

Verificar o chumbamento de todas as tubulações transpassantes como: saídas, entradas e ralos de fundo.

Caso as tubulações não estejam chumbadas, chumbar as mesmas com argamassa de alta resistência e cordão adesivo epóxi. As tubulações devem ser lixadas antes da aplicação do cordão adesivo epóxi bicomponente.

- 4ª Etapa: Regularização da superfície

Etapa para correção do prumo das paredes, esquadro e nivelamento do piso com caimento de 1% para o ralo, evitar grandes espessuras.

Chapiscar a superfície úmida (estrutura), com traço 1:2. Após o chapisco executar a argamassa de regularização para correção do prumo, esquadro e nível da mesma.

A argamassa de cimento e areia traço 1:3 deverá ter consistência firme, com meia cana nos encontros de planos, entre piso e parede, parede e parede.

A textura deverá ser rústica, desempenada com desempenadeira de madeira e consistência bastante compacta, não devendo existir vazios.

A cura prevista "mínima" é de 48 horas, sendo que só após esta é que deverá ser aplicado o sistema impermeabilizante especificado.

As superfícies verticais deverão ser executadas sobre um chapisco de cimento e areia grossa, no traço 1:3.

Esta argamassa deve ter consistência firme, e nunca tipo “farofa”.

Arredondar cantos vivos e arestas com raio de 8cm. Executar um rebaixamento de um cm de profundidade ao redor dos ralos, com diâmetro de 50 cm.

- 4ª Etapa: Impermeabilização com manta asfáltica

Manta asfáltica tipo III-4mm, Classe B, colada com asfalto quente, consumo 3kg/m2.

Aplicar o asfalto quente à temperatura de 180° a 220°C e 160° a 180°C respectivamente, com auxílio de um espalhador.

Em seguida desenrolar a manta asfáltica sobre a superfície, tendo o cuidado de permitir um excesso de asfalto à frente da bobina.

Nas colagens, deve-se pressionar a manta asfáltica no sentido do centro às bordas evitando a formação de bolhas de ar.

A sobreposição entre duas mantas asfálticas deve ser de no mínimo 10 cm nas laterais e no topo 20 cm no mínimo, efetuando a aderência com asfalto aquecido, tomando-se os cuidados para garantir uma perfeita aderência e deixando um cordão de asfalto derretido na borda final.

Ao final da colagem na sobreposição, aquecer a colher de pedreiro e biselar a borda superior de forma a efetuar a vedação final com a ponta arredondada da colher, ou aplicar uma camada de asfalto aquecido sobre a emenda.

O texto do artigo deve ser limitado a um mínimo de quatro mil palavras e um máximo de oito mil palavras. Ele deve ser limitado também a um número mínimo de 8 páginas e máximo de 12 páginas. A estrutura do artigo é dividida em seções e subseções, conforme disposto na NBR 6024 [16], que variam em função da abordagem do tema e do método.

- 5ª Etapa: Teste de Estanqueidade

Deve ser feito teste de estanqueidade nas áreas impermeabilizadas por 72h para testar o desempenho e qualidade do serviço, este teste deve ser feito com lâmina de água.

- 6ª Etapa: Camada separadora no piso:

Aplicação de Bidim RT10 ou papel kraft duplo betumado ou filme de polietileno 24micra. A camada separadora tem a função de evitar que os esforços existentes da utilização da laje e os esforças da argamassa de proteção mecânica atuem diretamente sobre a impermeabilização.

- 7ª Etapa: Proteção mecânica dos rodapés

Aplicação de uma camada de chapisco de cimento e areia traço 1:3, seguido da colocação de uma tela galvanizada hexagonal, malha de 1/2”, fio 24.

- 8ª Etapa: Proteção mecânica do piso

Assentar argamassa de cimento e areia, traço volumétrico 1:4, espessura 3cm. Executar juntas perimetrais com largura mínima de dois cm, preenchidas com mastique.

- 9ª Etapa: Emboço e contrapiso

Executar o emboço no máximo de 3cm e 4cm.

- 10ª Etapa: Tratamento sobre eflorescência

Aplicação de duas demãos do revestimento cimentício polimérico sobre o emboço e o contrapiso.

- 11ª Etapa: Assentamento do revestimento

Assentar a cerâmica com argamassa colante.

5. Considerações finais

Para que o procedimento de impermeabilização seja executado com sucesso são necessárias três etapas: análise das cargas atuantes, escolha do sistema de impermeabilização e o procedimento de aplicação do sistema escolhido.

A primeira etapa compreende a análise da influência das cargas atuantes na estrutura da piscina, seja ela enterrada ou sobre o solo, considerando fatores como pressão hidrostática, deformações e movimentações da estrutura, empuxo e reação do solo, presença de lençol freático, dilatação e retração do substrato, cargas dinâmicas e estáticas. Esta análise é necessária para a definição do adequado sistema de

impermeabilização que suporte os fatores supracitados.

O próximo passo compreende no conhecimento dos diversos sistemas de impermeabilização como, por exemplo, os a base de argamassa polimérica, cimentícia e asfáltico, classificados também como rígidos e/ou flexíveis de acordo com a ABNT NBR 9574. [10]

A última etapa compreende o procedimento de aplicação. Cada sistema de impermeabilização tem um procedimento definido e deve ser seguido da maneira correta para evitar danos futuros.

Desta forma podemos concluir que é necessário conhecimento dos fatores supracitados antes mesmo da elaboração do projeto de arquitetura e início da obra.

6. Referências

[1] MORAES, C.R.K. *Impermeabilização em Lajes de Cobertura: Levantamento dos Principais Fatores Envolvidos na Ocorrência de Problemas na Cidade de Porto Alegre.* UFRGS, 2002.

[2] MELLO, L. S. *Impermeabilização. Materiais, Procedimentos e Desempenho.* São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2005.

[3] PIRONDI, Z. *Manual Prático da Impermeabilização e de Isolação Térmica.* 2ª edição. São Paulo: Editora Pini, 1992.

[4] GRANATO, J. E. *Patologias das Construções.* São Paulo: Editora 2B Educação, 2002.

[5] VASCONCELOS, Z. L. *Critérios para projetos de reservatórios paralelepipédicos elevados de concreto armado.* São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

[6] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 6118: Projetos de estrutura de concreto - Procedimento.* Rio de Janeiro, 2014.

[7] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas. Procedimento*. Rio de Janeiro, 2014.

[8] MENESES, M. B. B. *Análise e dimensionamento de um reservatório cilíndrico em betão armado.* Lisboa: Técnico Lisboa, 2013.

[9] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9575: Impermeabilização. Seleção e Projeto.* Rio de Janeiro, 2010.

[10] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9574: Execução de impermeabilização.* Rio de Janeiro, 2008.

[11] STAHLBERG, F.L.B. *Fluxograma para Seleção de Sistemas de Impermeabilização para Edifícios de Múltiplos Pavimentos.* Universidade Federal de São Carlos, 2010.

[12] RIGHI, G.V. *Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções. Análise de Casos.* Santa Maria: UFSM, 2009

[13] SILVA, A. J. C. *Impermeabilização*. Universidade Católica de Pernanbuco, Apostila. Recife, 2004.

[14] NEVES, A. *Confira as melhores técnicas para impermeabilizar piscinas*, 2020. Disponível em: https://www.blok.com.br/blog/como-impermeabilizar-piscina.Acesso: mar .21.

[15] BAUER, E., VASCONCELOS, P.H.C.; GRANATO, J. E. *Sistemas de impermeabilização e isolamento térmico.* In: ISAIA, G. C. (editor) Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais. São Paulo: Ed. IBRACON, 2010.

[16] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 6024: Informação e documentação. Numeração progressiva das seções de um documento. Apresentação.* Rio de Janeiro, 2012

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

Lean Construction: Vantagens da sua implantação na atualidade

Lean Construction: Advantages of Its Implementation in the Current Scenario

GONÇALVES, Igor[1]; POZNYAKOV, Karolina[2].
Igormarques391@gmail.com[1];kmp1313@gmail.com[2].

[1]Engenheiro Civil, Resende – RJ.
[2]Engª Civil, Mestre em Engª Urbana

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Lean Construction
Ferramenta
Cenário atual

Key word:
Lean Construction
Tool
Current Scenario

Resumo:

Este artigo tem como finalidade demonstrar as causas do sistema "Lean Construction" ser de fato a ferramenta que no cenário atual algumas empresas têm optado por investir e aperfeiçoar seu corpo técnico. Esse sistema busca melhorar várias áreas dentro da empresa através de fundamentos que foram extraídos das grandes indústrias do Japão e foram adaptados para os setores da construção civil. São apresentadas várias formas de melhoria dos processos dentro de um canteiro de obra, seja na mudança de cultura, utilização de novas técnicas ou planejamento. Como resultado do estudo, foram evidenciadas ferramentas para criar um ambiente mais produtivo, como implantação de reuniões, realização de linha de balanço, Kanban, Gemba e planejamentos visuais. Conclui-se que com a aplicação da metodologia Lean uma construtora consegue reduzir desperdícios, agregar valor ao produto final e melhorar todos os seus processos internos, itens estes essenciais para grandes empresas continuarem crescendo dentro do mercado

Abstract

This article aims to demonstrate the reasons why the "Lean Construction" system is indeed the tool that some companies have chosen to invest in and improve their technical staff in the current scenario. This system seeks to improve various areas within the company through principles that were extracted from major industries in Japan and adapted to the construction sector. Several ways to improve processes within a construction site are presented, whether through cultural change, the use of new techniques, or planning. As a result of the study, tools were identified to create a more productive environment, such as the implementation of meetings, the use of line-of-balance, Kanban, Gemba, and visual planning. It is concluded that with the application of the Lean methodology, a construction company can reduce waste, add value to the final product, and improve all its internal processes, which are essential for large companies to continue growing in the market.

1. Introdução

Com o constante crescimento da indústria da construção civil e a busca incansável por oferecer melhores produtos aos seus clientes, as empresas hoje em dia precisam buscar meios de melhorar cada vez mais a qualidade do que é oferecido ao seu público e ao mesmo tempo precisam ter mais eficiência na construção do produto. Encontra-se no sistema Lean Construction, algo que é visado pelos construtores, na atualidade. O sistema traz uma aplicação de organização e adaptação rápida da produção de uma empresa, inclusive no cenário da construção civil, que é eficiente e adaptável as mudanças constantes do produto final solicitado pelo cliente. A inovação acentuada e levada em consideração, somente agora, pelos empresários/donos de construtoras, se dá, pois, a construção civil na atualidade permite a entrada de uma metodologia, onde no cenário atual, as construtoras se veem cada vez mais próximas de um método de trabalho constante, com etapas e ferramentas similares em seus processos, deixando-a cada vez mais próxima dos famosos meios de linha de produção (Toyotismo e Fordismo), de onde se dá base aos sistemas organizacionais.Hoje, grandes construtoras produzem diversos apartamentos por ano, e muita das vezes eles são extremamente parecidos, então por que não adotar um sistema de produção que melhore todo o processo?Nesse momento se faz presente a metodologia Lean, onde através de otimização de processos, planejamento, organização e capacitação, disponibiliza formas de aperfeiçoar cada etapa dentro da empresa para que possa gerar melhores resultados.

2. Lean Construction

2.1 Origem

Em 1950 a Toyota buscava melhorar sua atuação dentro do setor automobilístico e para isso acontecer, EijiToyoda viajou até os Estados Unidos da América para visitar as instalações da Ford e avaliar as técnicas utilizadas em seu sistema de produção. Assim, modificou os meios de produção automobilística da época, desenvolvendo novas regras e conceitos chamados de Sistema Toyota de Produção.

Fundamentalmente a Toyota propôs a redução do tempo de atravessamento, ou seja, reduzir o espaço entre dois setores, duas linhas de produção. Para superar as outras empresas eles tiveram que se adequar e fazer funcionar cada fundamento que servia como base e pilar para a produção alavancar

2.2 Fundamentos

Buscando a melhor qualidade e nenhum tipo de desperdício, a Toyota criou dois pilares muito importante em todo o seu processo.

O Just in time é baseado em um conceito de desperdício 0, onde a fábrica precisa ter o mínimo possível de estoque, pois produtos parados perdem valor de mercado e se depreciam. Para isso acontecer a produção é quem exige a quantidade que vai necessitar de cada recurso, quando vai utilizar e por quanto tempo.

Por sua vez, o Jidoka é o segundo pilar do modelo, onde tem como fundamento a automação dos serviços, dessa forma a Toyota consegue otimizar o seu quadro de funcionários e ao mesmo tempo garantir uma qualidade e velocidade muito maior na sua produção.

Além dos pilares, a Toyota possui 3 bases que garantem o funcionamento dos mesmos, são eles Heijunka, Padronização do Trabalho e Kaizen.

O Heijunka busca igualar os serviços para que não possuam hiatos, tanto no mesmo processo ou em diferentes, dessa forma ele possibilita que uma tarefa não passe a outra ou uma fique atrasada, mantendo um fluxo constante.

A Padronização do Trabalho dá o tom de como deve ser feito cada processo, seja com a quantidade de material, quanto tempo vai demorar ou por quem será realizado. Seguindo a padronização, evitam-se erros por intervenção pessoal.

Por último, o Kaizen tem como foco o controle de qualidade e a melhoria contínua dos processos internos, buscando sempre a otimização de tempo, reduzindo gastos e melhorando a qualidade final do produto.

2.3 Princípios Lean Construction

A partir dos anos 90 um novo referencial teórico foi desenvolvido para a gestão de processos na construção civil, objetivando adaptar alguns conceitos e princípios da Gestão da Produção ao setor. Esse conceito, conhecido como Lean Construction (Construção Enxuta), tem sua origem no trabalho "Application of the new production philosophy in the construction industry, do finlandês Lauri Koskela" (1992) e se baseia na filosofia de Lean Production. [1]

O Lean construction surge para revolucionar a construção civil através de quatro pontos fundamentais do Toyotismo, são eles: fluxo, ritmo, puxar e melhoria contínua. Ligados aos quatro pontos, possuem onze princípios chaves para um aumento de produção, qualidade, boa lucratividade e antecipação de problemas.

2.3.1 Reduzir parcela que não agrega valor

Dentro de toda empresa ou sistema de produção, existem de forma mais evidente as atividades relevantes para se chegar ao produto final. Essas atividades são facilmente identificadas, pois por consequência destas se interliga diretamente o produto principal.

As atividades que não agregam valor, podem ser relacionadas a tudo o que foi utilizado durante os processos (tempo, equipamento, material ou mão de obra) em maior quantidade do que o necessário para a concretização do projeto. Estas atividades estão presentes em tempo considerável das atividades principais de obras, tempo este, gasto pelos trabalhadores da construção civil em transporte, movimentação, espera e retrabalho.

Considera-se de acordo com o Lean Construction, que as atividades que agregam valor são as que convertem material e/ou informação a um produto que atende ao cliente, enquanto as atividades que não agregam valor são as que levam tempo, recursos ou espaço, mas que não agregam valor ao produto final. De forma prática dentro da construção civil, algumas atividades que não agregam podem ser consideradas, como as a seguir: movimentação dos funcionários transporte de materiais, inspeções, espera, retrabalho, ajuste de maquinário, preparação de serviço, tempo em estoque, ou seja, tudo aquilo pelo que o cliente não vai pagar.

O desperdício principalmente está atrelado ao valor, ao cliente e às atividades, visto que ocorre quando o processo possui, no seu fluxo de atividades, aspectos que não agregam valor para o produto sob a ótica do cliente. Eliminar atividades que não agregam valor ao produto final pode ser definido, de forma prática, como retirar as atividades que não agregam valor ao produto sob a ótica do cliente, evitando o desperdício.

Este elemento, dentre os demais a seguir, é relevante para a eficiência da metodologia, em termos de deixar os processos mais enxutos e a empresa mais lucrativa.

2.3.2 Aumentar a transparência

Realizando a transparência a obra tende a identificar falhas de execução ou planejamento e dessa forma consegue diminuir os erros. Pode ser obtida através de controles visuais, planilha de medições, divulgação de informações e outros.

Essa transparência é também no sentido real, quando envolve, por exemplo, a remoção de obstáculos visuais do canteiro de obras, como divisórias e tapumes.

A utilização de cartazes e sinalização com informações relevantes, além de indicadores de desempenho e de programas de organização e limpeza no campo, pode ser repensada para que traga a mínima poluição visual.[2]

2.3.3 Equilíbrio entre melhoria e transformação

Quando se pensa em uma metodologia organizacional padrão de um cenário retrogrado, pensa-se em um sistema que

considera as atividades e os processos de uma empresa de forma isolada, em que se analisa e não correlaciona de forma direta, uma etapa a outra. Contudo, quando se volta ao cenário atual, com um sistema organizacional proporcional, como o da cultura Lean, considera-se as atividades/etapas existentes no processo como sendo todas relacionadas, considera-se um contexto global.

Na metodologia Lean Construction apresentam-se dependência e correlação entre as etapas de serviços. Esse pensamento é considerado coerente com o desenvolvimento da sociedade, e consequentemente, empresas/construtoras da atualidade.

De acordo com essa linha de conceito, observa-se que as melhorias Lean não são somente aplicadas ao processamento do produto em si, mas também são focadas na busca pela continuidade do fluxo. É relevante que se minimiza ao máximo as interrupções das etapas e reduz-se, sempre que possível, o tempo de espera existente entre o final de uma atividade e o início de outra, resultando em um processo mais rápido e barato.

O objetivo do equilíbrio entre melhoria e transformação, então, dá-se pela otimização do fluxo da produção, redução de tempo de espera entre atividades, além da redução de custos.

2.3.4 Reduzir variabilidade

Quando se fala de variabilidade deve-se seguir a premissa de variável em relação ao produto final entregue ao cliente. Quanto maior for a variabilidade mais irá aumentar o volume de atividades que não agregam valor, tempo de processamento e tempo desperdiçado na produção.

O cliente deseja receber um produto uniforme e a qualidade conforme foi “vendido” para ele. Com isso, a produção não pode admitir qualquer tipo de retrabalho, pois se existir, será mais uma atividade aumentando o valor não agregado.

Para minimizar os prejuízos, fruto de uma variabilidade no processo,para a empresa precisa-se identificar os desvios, padronizar técnicas de controle e mensurar parâmetros de produto.

Deve-se identificar as causas das falhas e utilizar as ferramentas de melhorias para que possa aplicar ações em cima dos desvios e controlá-las até o final do processo.

> *Reduzir essa variabilidade, dentro da metodologia LeanConstruction, é fundamental para que seja mantido um padrão tanto financeiro quanto da execução das obras, conforme o planejamento, garantindo a qualidade e uniformidade do produto final.* [2]

2.3.5 Reduzir tempo de ciclo

Nos processos de produção de serviços ou produtos, demandados pelos clientes, existem denominações que ajudam na compreensão de produção com relação ao tempo.

Todo produto/serviço passa por todas as etapas existentes no seu processo. Essas etapas não consistem apenas na parte mais funcional da execução do produto principal, mas também em processos anteriores que são particularmente necessários (orçamento, levantamento prévio de material, entre outros).

Para entendimento, considera-se “Lead Time” o tempo necessário para que um produto passe por todas as etapas existentes em um processo, considerando o tempo que se inicia no momento em que o cliente faz a solicitação do produto/serviço, até a etapa em que é entregue o produto final acabado ao cliente.

A metodologia Lean Construcion evidencia necessariamente o “tempo de ciclo”, sendo este englobado dentro do Lead Time. O tempo de ciclo, sendo o tempo necessário para que um produto, ou um lote de produto, passe por uma determinada etapa do processo, afeta diretamente a entrega mais rápida ao cliente e a redução da variedade de previsão de demandas futuras, favorecendo a um processo mais estável.

Portanto, este princípio procura reduzir o tempo de ciclo da produção, podendo ser interpretado também como reduzir o tempo

que é necessário para finalizar a etapa de produção de um processo. Com isso, a obra precisar desenvolver métodos, melhorias de processos, novas ferramentas e outros itens para que cada vez mais possa diminuir o tempo de finalização de um produto.

2.3.6 Simplificar através da redução do número de passos ou partes

Reduzir o número de partes está atrelado à diminuição de custo, seja por economia em tempo, material ou serviço.

Com isso, é de total importância buscar a redução dos processos para que se elimine alguns passos desses processos.

Aplicando-se as melhorias realizadas nos processos anteriores do Lean Construction, percebe-se que os princípios começam a se entrelaçar em relação às suas metodologias e resultados. Com isso, enxerga-se que um está ligado ao outro e que o resultado é alcançado quando se utiliza os métodos corretos.

Quando se fala de diminuição de partes, deve-se lembrar de novas metodologias e tecnologias para poder buscar uma eliminação de processo e com isso garantir um processo mais rápido.

2.3.7 Aumento do valor de saída

O “Aumento do valor de saída” refere-se ao produto final em si, em que o mesmo é exposto a várias etapas e metodologias necessárias e eficientes que o levam a ser de qualidade e satisfação para o cliente, mas não somente, como também, é levado a um ganho elevado de valor, pois o mesmo garante a especificidade e as adições ao produto. Ao aumentar o valor do produto para o cliente pode adicionar-se ao produto/serviço, as características requisitadas pelo cliente, elevando o seu nível de interesse.

Existem diversos tipos de requisitos de qualidade, dentre os quais, observa-se que alguns são comuns à toda a sociedade enquanto outros variam por nicho ou por indivíduo. O princípio citado indica a necessidade de se conhecer o público-alvo em evidência, identificar suas necessidades, para que então, as estratégias traçadas e atitudes tomadas sejam embasadas, e o produto obtenha mais valor.

2.3.8 Controle em todo o processo

A metodologia Lean é regada de diferenciais que as fazem ser utilizada no cenário atual, este que é globalizado e que anda de acordo com as mudanças exigidas pelos clientes e mercado.

Entende-se que a implementação de uma metodologia organizacional, necessita fielmente de passarem por processos de planejamento para sua posterior aplicação, sendo que sequencialmente, realiza-se o monitoramento dos resultados, a fim de verificar se atingiram as metas estabelecidas no planejamento e controlar o desempenho das equipes de produção, agindo sempre que necessário para evitar que ocorra uma queda de nível após a implantação das melhorias.

O que se evidencia no princípio do controle em todo o processo é que, na metodologia Lean Construction, leva-se em consideração que, a implementação da melhoria tende a regredir com o passar do tempo, fazendo com que as atividades da empresa tendam a correr de forma natural, como antes, caso o controle em todo o processo não seja acompanhado e constantemente analisado.

A mudança ocorrida no mercado nos últimos anos relaciona o lucro aos processos e neste método não se foca apenas no controle dos resultados, mas sim no controle de todas as etapas do processo.

2.3.9 Aumentar a flexibilidade de saída

O princípio chamado “Aumento na flexibilidade de saída” está diretamente correlacionado a geração de valor. Este método possibilita alterar as características dos produtos a serem entregues aos clientes trazendo competitividade ao mercado, não aumentando de forma significativa os custos de produção, como também, não afetando diretamente a pouca variabilidade nas etapas de produção em geral.

Esta flexibilização está atrelada a saída dos produtos, que significa oferecer para os clientes, a oportunidade de escolher as características que melhor atendem às suas necessidades no que tange aos produtos ofertados pela empresa.

Se faz importante o conceito de que é necessário manter as etapas do fluxo padronizadas, com intuito de eliminar falhas no processamento do produto e manter a maior parte dos bens fabricados dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos pelo cliente, pelas normas ou pelas leis. Entende-se que as etapas padronizadas e com pouca variabilidade são complementares para um produto de qualidade final de excelência, juntamente com a flexibilidade de saída que permite que seja possível aumentar o valor do bem/serviço que são oferecidos na visão dos diferentes tipos de clientes.

2.3.10 Melhoria contínua

Neste ponto dos princípios apresentados, pode-se observar que, até aqui, o sistema Lean Construcion já proporcionou diversas aplicações que de fato agregariam e atingiriam altos níveis de melhora organizacional.

O sistema obtém princípios que garantem a identificação de problemas que podem surgir e a interferência nos mesmos, garante a união dos envolvidos nos processos com participação de analises de problemas e identificação de causas e a implementação de diversas melhorias com as melhores soluções e definições de um plano de ação para iniciar a implementação destas novas práticas, garante o monitoramento do processo como um todo, de forma global, controlando não somente o resultado, mas garantindo a redução de custos no processamento e garantindo que o seu produto/serviço atinja os requisitos esperados pelos clientes. Gera-se valor para empresa, entre outras aplicações que juntas formam um sistema organizacional de excelência.

A melhoria contínua, porém, está presente nas organizações com o intuito de que, além da importante aplicação do Lean Construction, que deve se fazer enraizada na organização, prioriza-se também a relevância da força do mercado de trabalho e dos concorrentes presentes no mesmo. Entende-se que a melhora de fato deve ser constante, evoluindo e se adaptando com o tempo.

O princípio busca que a organização obtenha melhora continua, de forma que o princípio resulte na busca pela perfeição, identificação, prevenção e resolução de problemas, tornando o seu processo cada ver melhor. Observa-se a importância da melhora constante, através de avaliações e novas metas para todos os processos executados, baseada no princípio de que sempre há espaço para melhorar.

2.3.11 Realizar Benchmarking

A aplicação do Lean Construction está atrelada não somente a sua própria metodologia e princípios, como também na visão de futuro organizacional, procurando manter a sua filosofia, além de basear a organização a constância tanto do seu sistema quanto do acompanhamento e melhoramento de acordo com o mercado, e de acordo com os seus concorrentes diretos, incluindo a melhoria contínua e o benchmarking.

O princípio do benchmarking está na pesquisa e conhecimento profundo de quem são os concorrentes do setor e como eles trabalham. Consiste na investigação contínua de comparação de produtos, serviços e práticas empresariais entre uma organização e seus concorrentes.

A utilização desta prática se justifica quando há o intuito de estabelecer metas de projetos de melhoria dentro da sua empresa, visando acompanhar a evolução que ocorre no restante do mercado.

Com o benchmarking aplicado na organização tem-se entendimento do mercado, melhoria contínua, regularidade na atualização as mudanças que ocorrem no mercado, aprendizagem sobre quais são os concorrentes da empresa, o que eles fizeram e estão fazendo e como o setor está se comportando, diminuição de erros dentro dos

processos da organização, redução de custos, entre outros.

A utilização desse princípio pode vir de diversos caminhos como por exemplo o benchmarking interno, em que é realizado quando um setor da empresa possui grande destaque, podendo assim outras áreas buscarem informações dentro desta que é referência, buscando o melhoramento da gestão como um todo; o benchmarking externo, onde há a prática de realizar consultas, sempre prezando pela ética, sobre os métodos de gestão utilizados em outras empresas que compões o mercado; o benchmarking competitivo, onde nesse formato, o foco é a análise minuciosa das práticas da concorrência, visando superá-las.

2.4 Cenário Atual

A tecnologia Lean não é algo recente no mercado, sua criação se deu a um determinado tempo e vem sendo utilizado pelas empresas desde então. Existem, porém, determinadas características do sistema que o faz ser visível aos olhos dos empreendedores, e inclusive construtores, no tempo atual.

Um dos fatores mais relevantes para a utilização do Lean Construction, na atualidade, se faz ao redor do cenário que o mercado de trabalho, a tecnologia avançada, os pensamentos atuais, e os tipos de construções, são empregadas no hoje.

No cenário atual, diferente de anos passados, tem-se uma tecnologia avançada, que permite que a mudança de expectativa e exigência dos clientes sejam modificadas em tempo curto. A rápida mudança de características ou total mudança do produto final, faz com que se necessite de uma ferramenta de gerenciamento tão veloz quanto.

O mercado de trabalho, se faz cada vez mais exigente. A informação que chega ao cliente final e consequentemente ao produtor, tem comunicação rápida e eficaz. A metodologia Lean acompanha essa mudança de acordo com suas ferramentas, possibilitando a eficiência de quem a tem implantada.

Pode-se, e leva-se em consideração, também, para a adoção do sistema Lean dentro das empresas, como uma escolha dentre outras ferramentas, os conceitos que vem sendo gerados na sociedade, e consequentemente no mercado de trabalho.

Atualmente, os conceitos de produto final de excelência, que atendam a sociedade (esses que são regados de influencias globais com a proximidade ser humano/internet), são facilmente não alcançados se a falta de organização, a constância de atividades que não agreguem valor, a utilização de insumos não pertinentes, e principalmente a falta de analise constante nos sistemas produtivos para melhora na eficiência e agilidade para o acompanhamento das exigências, forem algo enraizado no ambiente de trabalho e não levadas em consideração de seus gestores.

A construção civil, não diferente dos demais segmentos empresariais, se encaixa notipo de ramo que, na atualidade, tem excelentes vantagens na utilização do Lean Construction. Ser produtivo é uma das maiores necessidades atuais. Com o mercado em expansão e valorizando a modernização dos processos, reduzir o tempo de execução e ter mais produtividade no canteiro de obras (segmentos alcançados na utilização do Lean Construction) são a chave para a mudança.

2.5 Ferramentas e aplicações

Para alcançar resultados com a metodologia Lean é preciso tirar os princípios do papel e começar a aplicação em campo através das diversas ferramentas existentes. Possuir conhecimento sobre o sistema é importante, porém o grande diferencial é seguir a linha de balanço corretamente, evitar hiatos, manter o estoque baixo e produção puxada.

Algumas ferramentas como o Kanban, Last Planner e Andon auxiliam na implementação da metodologia, mas não quer dizer que utilizá-las irá automaticamente enraizar e fazer funcionar o Lean dentro da empresa. Existem uma série de aplicações do sistema e das ferramentas citadas acima, como as apresentadas a seguir:

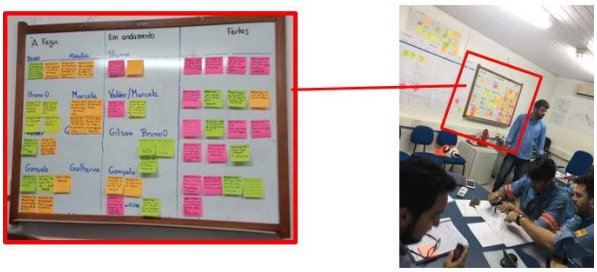
2.5.1 Reuniões

Dentro da metodologia Lean a comunicação está muito atrelada a resultados e por isso antes do início da obra é indicado fazer uma reunião com todos os serviços de back office para alinhamento de entrega de projetos, contratações, materiais importantes, vendas e outros.

Além das reuniões com esses setores, tem de haver também com a equipe de canteiro de obra, onde essa reunião deve ser passada semanalmente, mostrando a equipe de ponta quais as metas e o planejado para cada atividade. Verificar se as tarefas exigidas na semana anterior foram cumpridas e caso não tenham sido, tomar ação através do método A3.

Nessas reuniões é importante ser o mais visual possível, adotando cronogramas na parede, utilização de post-it, planejamentos impressos, quadros de gestão e etc. Como na figura 1, a seguir:

Figura 1: Quadro de gestão



Fonte:Lavocat [3]

2.5.2 Linha de balanço

O cronograma de linha de balanço é utilizado para casos em que se possui um número alto de repetições de algum serviço, como por exemplo na construção civil, onde o serviço de pintura é realizado em diversos apartamentos dentro de um empreendimento. Esse método foi desenvolvido para gerar uma ordem cronológica dos serviços e fazer com que tudo rode de forma bem controlada, evitando desperdícios e ociosidades de mão de obra e equipamentos.

Deve-se montar o cronograma do início ao fim da obra, utilizando a lei da obra para tomar como base cada serviço que precisa ser acompanhado. O “ritmo” da obra deve ser ditado pela data final e pelo serviço mais crítico, como por exemplo, a execução da parede de concreto ou alvenaria estrutural. Dessa atividade crítica deve ser tirado a velocidade de produção das outras atividades.

Oplanejamento deve ser acompanhado pela equipe para que gargalos possam ser detectados e resolvidos através de alguma reunião ou ação. E por isso é importante ter todos os cronogramas e histogramas de forma visual, facilitando o acompanhamento para que as tomadas de ação sejam rápidas.

A linha de balanço pode ser construída seguindo curto, médio ou longo prazo. Inicialmente para verificar as demandas de mão de obra, prazos e ritmo aconselha-se montar a de longo prazo, onde contém poucos detalhes e após montada ela é utilizada para ser criada a de curto e médio prazo.

No cronograma de médio prazo é analisado serviço por serviço, calculando quantidade de equipes, produtividade, material, equipamentos, execução de Kits, premissas para início de serviço, conferências e etc.

As maiores falhas dentro do canteiro de obras ocorrem dentro da linha de balanço de médio prazo. Materiais são comprados errados, serviços não são conferidos e falta de acompanhamento do planejamento são os principais erros.

O planejamento a curto prazo visa tomadas de ação rápidas e foco em manter o planejamento no caminho certo. Podem ser consideradas algumas formas de controle a curto prazo:

- Realização de reuniões semanais com toda a equipe
- Reuniões diárias com equipe do canteiro
- Gestão visual de curto e médio prazo para todo o canteiro
- Estipular metas e prazos
- Envolvimento entre setores do almoxarifado x produção

2.5.3 Gerenciamento Visual

O gerenciamento visual é uma das ferramentas utilizadas para a aplicação da metodologia Lean Construction.

A aplicação do controle visual é de suma importância para a aplicação da metodologia, uma vez que, a partir desta pode-se gerenciar as informações e o andamento dos serviços e posteriormente apostar em tomadas de decisões, agora com embasamento em tempo real e preliminar, pois a mesma não somente informa a respeito da condição atual do processo, como também direciona a maneira como este deve ser realizado.

Esta ferramenta permite, ainda, um bom gerenciamento da rotina e o engajamento de forma ativa a todas as equipes de obra, indo desde os segmentos administrativos até os segmentos de canteiro de obra.

A forma de apresentação, esta que vem através da ilustração gráfica, textual, utilização de cores, geometrias, painéis, placas, imagens, dentre outras ferramentas amplas, podem ser variadas e utilizadas pelos gestores da maneira que melhor atender o público-alvo. O gerenciamento visual é uma ferramenta pratica que ao ser utilizada, possibilita de forma mais clara, e facilitadora, o entendimento de todos os envolvidos. Esta ferramenta deixa o acesso e o processo tanto de recebimento da informação, quanto de execução, mais rápido e eficaz.

2.5.4 Kanban

O Kanban é uma ferramenta muito utilizada na parte de almoxarifado, visando maior aceleração dos materiais entregue para a produção. É um item muito importante para o Just in time da metodologia Lean, pois com ele a produção informa qual material necessita e quando necessita, fazendo com que haja maior velocidade na entrega do material e garanta um controle de estoque maior. A aplicação do Kanban pode ser feita em diversas formas, seja para traços na betoneira, materiais no almoxarifado, controle de equipamentos pesados, assim como os modelos a seguir:

Figura 2: Quadro de Kanban

Fonte: Pimentel [4]

2.5.5 Gemba

Gemba é uma palavra de origem japonesa que significa o "verdadeiro lugar". Quando aplicada à manufatura, significa o lugar onde as coisas acontecem na fábrica.

Utilizado para indicar que as pessoas, cujo trabalho é a produção, estão em um bom lugar para fazer melhorias no processo. Ou seja, Gemba pode ser qualquer local de trabalho, é onde a ação acontece e fatos podem ser encontrados. [5]

Na construção civil para fazer esse método acontecer, os responsáveis da obra devem ir ao canteiro para buscar melhorias, entender os processos ou até mesmo corrigir algum erro.

A busca por melhoria de um processo dentro do canteiro muita das vezes não depende de um gestor, mas sim dos próprios funcionários que estão executando o serviço todos os dias, por isso é imprescindível que os líderes saibam escutar seus funcionários para que eles tenham abertura e vontade de ajudar a empresa a crescer.

Um colaborador que todo dia empacota diversas caixas por dia com certeza vai saber uma forma de empacotar mais rápido do que alguém que está apenas de fora do sistema.

Para identificar essas situações precisa-se estar aberto a algumas mudanças:

- Buscar ir aos setores todos os dias.

- Conversar com todos os funcionários sobre suas dificuldades no setor.
- Incentivar os colaboradores a obtenção de maiores produções, com isso vão sempre fomentar a ideia de melhoria.
- Dar autonomia para os setores trabalharem com modificações em seus serviços, visando novas soluções.
- Ser aberto e menos resistente à novas ideias.
- Promover alguma recompensa para novas melhorias.

2.5.6 Método cinco porquês

Uma metodologia muito eficaz, mas pouco usada nos tempos de hoje é o "cinco porquês". Essa prática pode ser utilizada para encontrar problemas que muitas das vezes são óbvios, mas como as pessoas não possuem tempo para achar a causa raiz acabam não enxergando.

1 Por que a cerâmica ficou com péssimo acabamento? Não foi utilizado espaçador

2 Por que não foi utilizado espaçador? Porque o encarregado não foi conferir o serviço.

3 Por que o encarregado não foi conferir o serviço? Pois ele estava com muitas demandas e não foi até o setor do ceramista.

4 Por que o encarregado tem muitas demandas? A obra está com pouca equipe ADM e não está dando conta de resolver tudo.

5 Por que a obra está com pouco ADM? Pois não foram contratos novos encarregados para suprir as demandas.

Precisa-se fazer todas as perguntas para achar o problema inicial e traçar uma ação para resolver, caso contrário, apenas seria desmanchado a cerâmica e refeita, podendo acontecer em outro cômodo novamente.

> *Desenvolver o conhecimento para substituir corretamente o modelo correto de causa-efeito a uma situação de múltiplas causas/ impactos é, em efeito, sabedoria – e requer horas de prática sobre a redução de problemas técnicos. Esse tipo de sabedoria permite que você comece a análise dos "cinco porquês" no lugar certo. Se não, quem sabe onde isso acabará. A chave para um "cinco porquês" bem-sucedido" é um entendimento correto do estado atual. Sem reduzir, descrever específica do estado atual, perguntar várias vezes o "porquê" provavelmente você será levado... para lugar nenhum.*[6]

3. Considerações finais

Como pode ser visto no decorrer do desenvolvimento do artigo, a metodologia Lean Construction é uma ferramenta extremamente eficaz, com base nos seus princípios fundamentais, nas suas ferramentas de aplicações, e imprescindivelmente na eficiências de seus ideais que acompanham de forma rápida às mudanças gerais, tanto internas quanto externas, de produtos, clientes e mercado.

De acordo com as evidências citadas acima, observa-se que os princípios obtêm características que juntas são geradoras de uma filosofia que quando enraizadas em uma organização, extraem os defeitos existentes nos seus processos e nos seus sistemas, prevê futuras situações que não gerariam valor positivo, e geram enfim uma globalização interna de eficiência de custo mínimo e lucro certo.

Mais do que os princípios, conclui-se que as ferramentas utilizadas na Metodologia Lean possuem características práticas, de proximidade tanto com o sistema lógico, quanto com os membros envolvidos dos postos de trabalho (desde escritório até canteiro de obras), e está correlação entre os mesmos, estabelecem um diferencial com padrão de aplicabilidade de funcionalidade e complementa o sistema indicando sua utilização.

Portanto, conclui-se que a metodologia Lean Construction tem vantagem em ser utilizada pelas organizações na atualidade, pois todos buscam aumento de produção, diminuição de custo e melhor controle dos

setores, itens esses que o Lean ajuda a alcançar através das suas ferramentas e conceitos.

Hoje, grandes construtoras passaram a ser consideradas indústrias, onde apartamentos são construídos mais rápidos, com menor custo e mais qualidade, tudo isso devido a novos métodos e tecnologias. Se são consideradas indústrias, porque não aplicar a Metodologia Lean e crescer exponencialmente como os Japoneses?

4. Referências

[1] CONSTRUCIVILPET. *Lean Construction: história, princípios e exemplos.* 2015. Disponível em: //civilizacaoengenheira.wordpress.com/2015/09/29/lean-construction-historia-principios-e-exemplos/. Acesso em: 28 mar. 2021

[2] CARVALHO, Nilson. *Lean Construction: benefícios, exemplos e cinco princípios fundamentais.* 2019. Disponível em: //blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/lean-construction//. Acesso em: 28 mar.2021

[3] LAVOCAT, Eduardo. *Gerenciamento diário na construção.* 2019. Disponível em: lean.org.br/artigos/633/gerenciamento-diario-na-construcao.aspx. Acesso em: 02 abril 2021

[4] PIMENTEL, Cristiane. E-Kanban: em que posso ajudar? 2019. Disponível em: eproducao.eng.br/e-kanban-em-que-posso-ajudar/. Acesso em: 02 abril 2021

[5] COUTINHO, Thiago. *Conheça o que é Gemba e saiba qual sua importância no Lean Manufacturing.* 2018. Disponível em: voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-gemba. Acesso em: 11 abril 2021

[6] BALLÉ, Michael. *Cinco porquês.* 2012. Disponível em: lean.org.br/artigos/195/cinco-porques.aspx. Acesso em: 11 abril 2021

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

A gestão do conhecimento e seus reflexos no cenário de gerenciamento de projetos

Knowledge Management and its Impacts on the Project Management Scenario

GIRARDI, Valéria Figueira Rodrigues[1]; CUNHA, Pedro Henrique[2].
valeriafigueira@hotmail.com[1]; pedro.cunha@poli.ufrj.br[2]

Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG, Centro de Tecnologia, UFRJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Gestão de Projetos
Gestão do Conhecimento
Capital Intelectual

Key word:
Project Management
Knowledge Management
Intellectual Capital

Resumo:

O avanço tecnológico que o mundo vem sofrendo com agilidade incomparável nos trouxe a um novo patamar. As empresas que não conseguiram entender e se adaptar a esse novo cenário ficaram pelo caminho. A popularização da internet e a enxurrada de informações de tantas fontes trouxeram consigo benefícios e desafios. Quem consegue filtrar, absorver, reter e aplicar tudo isso se tornou um profissional desejado, e aquelas empresas que os têm precisam saber retê-los e mais ainda têm o desafio de realizar a gestão desse conhecimento de forma que o torne uma vantagem competitiva para si. É o capital intelectual que permite uma rápida resposta frente a uma jogada da concorrência, por exemplo, é ele quem cria um produto excepcional em sua empresa, entre outras coisas. Esse saber, que é pessoal, deveria estar registrado para ser repassado e reutilizado em outras frentes. Uma forma de reforçar isso é fortalecer o tema em grupos de gerenciamento de projetos, adotando práticas que assegurem a incorporação e divulgação de saberes. Abordar as possibilidades e impactos e apontar caminhos para utilização dos conhecimentos trazidos à tona nessas equipes serão contribuições para empresas que precisem desenvolver essa vantagem competitiva essencial no mercado globalizado.

Abstract

The technological advancement that the world has been experiencing with unparalleled agility has brought us to a new level. Companies that failed to understand and adapt to this new scenario were left behind. The popularization of the internet and the flood of information from so many sources brought both benefits and challenges. Those who can filter, absorb, retain, and apply all this have become highly sought-after professionals, and the companies that have them need to know how to retain them and, moreover, face the challenge of managing this knowledge in a way that makes it a competitive advantage. It is the intellectual capital that allows a quick response to a competitor's move, for example, it is what creates an exceptional product in your company, among other things. This knowledge, which is personal, should be recorded to be passed on and reused in other areas. One way to reinforce this is to strengthen the topic in project management groups, adopting practices that ensure the incorporation and dissemination of

knowledge. Addressing the possibilities and impacts and pointing out ways to use the knowledge brought to light in these teams will be contributions to companies that need to develop this essential competitive advantage in the globalized market.

1. Introdução

A sociedade atual vive um momento que vem sendo definido como "Mundo *VUCA*", em uma abreviatura que os americanos criaram para resumir os pilares "*Volatility, Uncertainsty, Complexity, and Ambiguity* (Volatilidade, Incerteza, Complexidade e Ambiguidade)". Em suma esse conceito reflete que as mudanças no mundo vêm sendo rápidas, desafiadoras, sem facilidade de gerar previsões precisas, cheios de múltiplos e complexos aspectos a se considerar e com caminhos diversos, incertos, imprevisíveis. Muito desse cenário se deu em função dos avanços tecnológicos globais e é um caminho sem volta. Portanto as empresas precisam saber administrar muito bem todas as dificuldades que esse mundo apresenta e também precisam usar com inteligência as oportunidades que ele nos traz.

No entendimento de Strauhs *et al.* criar um ambiente onde haja partilha de experiências, conhecimentos e novas ferramentas indica que essa organização sabe agir e interagir no novo cenário digital [1].

Entender que quem detém conhecimento possui cada vez mais poder em suas mãos, mais rapidez de decisão, mais agilidade em lançar novos produtos, mais assertividade nos serviços que oferecem, é essencial para a empresa que almeja ser tratada como referencial em sua área de atuação. Esse novo olhar muda todo o jogo, como reforça Ricardo Silva e Ana Neves quando argumentam que reconhecer que o conhecimento e, em decorrência, as pessoas são o principal meio de obtenção de um diferencial competitivo e agregação de valor para as organizações, leva-as a adotar mecanismos que garantam o desenvolvimento desse potencial. Dessa forma, as organizações precisarão reformular suas concepções tradicionais de comando e controle, buscando outros meios que beneficiem aspectos como criatividade, inovação e aprendizagem contínua, reconhecidos como promotores do desenvolvimento corporativo atualmente e futuramente [2].

Considerando que o capital intelectual refere-se à soma de saberes de uma empresa, saberes esses que estão presentes nos indivíduos que nela trabalham e de certa forma a representam, é de suma importância que as Organizações evoluam no sentido de valorizar esse conceito e tratá-lo como um patrimônio interno capaz de trazer vantagens frente à competitividade e agressividade do mercado.

Nesse cenário globalizado muitos são os dados a que todos podem ter acesso. Para agregar valor aos dados eles devem se transformar em informações que por sua vez precisam ser elaboradas e contextualizadas de modo que se transformem em conhecimento. Contudo, só ter criado o conhecimento já não é o bastante. É preciso retê-lo na empresa e não apenas nas pessoas e o passar adiante, criando um legado forte de ensino e inovação a essa Organização. A grande dificuldade não é a de encontrar informações (na realidade há de sobra). O desafio é conseguir filtrar tantas e focar naquilo que é pertinente. Strauhs *et al.* observou que o desafio é internalizar essa cultura da informação de forma que os colaboradores percebam e valorizem essa troca e uso das informações para criar produtos, serviços e processos inovadores [1].

Portanto, a cultura que a empresa pratica fará toda a diferença entre implementar de fato uma gestão de conhecimento em projetos e na Organização como um todo, ou ficar apenas no discurso. Todo e qualquer movimento que se pretenda enraizar em uma

empresa tem muitas chances de dar certo se a alta direção for envolvida e se engajar no propósito. Esse aspecto está presente nas ponderações de Silva e Neves que acreditam ser preciso uma mudança de comportamento, atitude e de forma de pensar dos indivíduos e organizações por meio dos seus líderes para que a aprendizagem aconteça, sendo necessário evoluir nossa forma de pensamento [2].

Faz-se necessário então o envolvimento desses atores para consolidar a chamada gestão de conhecimento, explicada no site da Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento como:

> *Gestão do conhecimento é uma área que se ocupa exatamente disso: métodos e práticas para adquirir, disseminar, utilizar, preservar conhecimento relevante de forma consistente, mantendo e gerando valor para a organização.* [3]

A gestão do conhecimento deve, portanto, organizar processos para administrar a percepção, criação, uso e partilha do conhecimento dentro da organização de forma estratégica para que a mesma consiga atingir e superar seus objetivos macros.

É importante que as empresas percebam que na sociedade do conhecimento seu maior diferencial e vantagem competitiva está, mais do que nunca, centrado nas pessoas, através do capital intelectual. Nem sempre é fácil a troca de conhecimentos, pois muitas vezes trata-se de um conhecimento tácito e de difícil perpetuação. Takeuchi e Nonaka (sinalizam que o conhecimento explícito pode ser rapidamente transmitido aos indivíduos formal e sistematicamente. Já o conhecimento tácito, por outro lado, não é facilmente visível e explicável uma vez que ele é pessoal e difícil formalizar, o que dificulta seu compartilhamento. Os autores acreditam que o conhecimento é criado através da interação entre o tácito e o explícito [4]. Cabe as empresas conseguir incorporar esses saberes individuais, especialmente os tácitos e torná-los ferramentas globais no alcance de suas metas. De acordo com Strauhs *et al.* as empresas que quiserem de fato evoluir precisarão incorporar novos conceitos e posturas. Deverão ainda desenvolver processos e atividades que permitam lidar com o estoque de conhecimento de forma adequada. Em seu entendimento, o papel da Gestão do Conhecimento nas organizações é proporcionar condições para criar, adquirir, organizar e processar informações estratégicas gerando benefícios e aumentando a competitividade [1].

Dessa forma, o ambiente propício a troca de informações, a interação entre os mais diversos indivíduos e que incentiva a criação e a perpetuação do conhecimento é o ideal que deve ser buscado pelas empresas que pretendem se manter no mercado e, mais do que isso, se destacar no mercado. Diante disso, fazer uso da gestão do conhecimento e suas técnicas em grupos de gerenciamento de projetos é fator relevante para alcance do sucesso e vantagem competitiva importante no atual cenário.

Na era da informação ou do conhecimento a agilidade, a entrega de soluções, as atualizações constantes, as inovações e a administração eficaz de todos os processos dentro de uma empresa pode ser o divisor de águas entre o sucesso e o fracasso. As transformações e inovações que foram se consolidando exigiram adaptações e busca por respostas rápidas quanto a posicionamento de mercado, dessa forma a adoção de ferramentas como a de gerenciamento de projetos faz todo sentido. De acordo com Carvalho e Rabechini Jr. as primeiras associações na área datam de 1960 nos Estados Unidos e na Europa (como o *Project Management Institute – PMI* e a *International Project Management Association – IPMA*). Os autores explicam que até a década de 80 a gestão de projetos era tratada ainda como embrionária já que não tinha uma identidade desenvolvida. Em 80 e 90 vem a primeira onda da gestão de projetos e na segunda metade de 1990 o crescimento é exponencial, com a publicação das primeiras edições dos reconhecidos guias de conhecimento em gerenciamento de projetos e certificação profissional como o *PMBoK*

(*Project Management Body of Knowledge*) e seu certificado, o *PMP* (*Project Management Professional*). Para se ter uma ideia nos anos 2000 o Brasil estava em posição de liderança no raking dos países da América Latina como o maior número de profissionais certificados pelo *PMI* (*Project Management Institute)* [5].

Existem dezenas de literaturas disponíveis para definir projetos, mas em suma pode-se dizer que um projeto é um empreendimento temporário em busca de um objetivo comum, único, utilizando recursos e prazos estipulados previamente. Já a gestão de projetos refere-se à execução e ao controle de todas as vertentes de um projeto. Carvalho e Rabechini Jr. entendem que gerenciamento de projetos inclui planejamento, organização, supervisão e controle de todos os aspectos do projeto, em um processo contínuo, para alcançar seus objetivos, conforme definição da norma ISSO 10006 [5].

O gerenciamento de projetos garante maior agilidade, assertividade e resultados mais precisos por se basear em técnicas, práticas, estratégias e ferramentas orientadas por especialistas no assunto e em obras certificadas. Quando bem realizado espera-se maior produtividade, melhor controle do processo, atendimento a prazos, observação atenta aos custos e investimentos do projeto, informações bem estruturadas, agilidade decisória, qualidade na entrega, comunicação eficaz e boa interação entre as pessoas que fazem parte da equipe.

Dentro da gestão de projetos existem muitas áreas de conhecimento. Nesse artigo será aprofundada a questão pertinente a área de gerenciamento da comunicação do projeto. Carvalho e Rabechini Jr. mostram que segundo o *PMI* os processos envolvidos no gerenciamento das comunicações do projeto são: identificar as partes interessadas, planejamento da comunicação, distribuição das informações, gerenciamento das expectativas e reporte do desempenho, onde acontece a disseminação das informações quanto ao desempenho de um projeto. A área vem sofrendo mudanças ao longo do tempo, mas é de se notar que a maneira informal como a comunicação vem sido tratada nos projetos pode comprometer sua qualidade, até porque existem dificuldades tanto da própria organização quanto dos indivíduos em transmitir os conhecimentos que dominam. [5].

Para que a comunicação e a troca de conhecimentos possam fluir de maneira intensa e natural é importante criar um ambiente de confiança dentro do âmbito de projetos, o que muitas vezes não é tarefa fácil em função dos diversos atores, personalidades, formações, enfim a multidisciplinaridade dessas equipes. É preciso evitar a centralização dos dados em determinados indivíduos e também trabalhar para evitar ruídos e interpretações equivocadas para conseguir sucesso nesse aspecto tão relevante para a Organização. É preciso atenção, portanto, quanto aos atores envolvidos (emissor e receptor) quanto à forma como essa comunicação é realizada (canal), quanto a certeza de que a mensagem foi codificada corretamente (f*eedback*) e se existiram dificuldades no processo (ruídos). Quanto a esse último e importante aspecto, o guia PMI sugere utilizar os 5 C`s das comunicações: Correta (uso correto da gramática e ortografia), Concisa (sem excessos), Clara (com propósito transparente), Coerente (com fluxo lógico de ideias) e Controlada (cuidar do fluxo de palavras) [6].

Carvalho e Rabechini Jr. já indicam que a eficácia das comunicações em projetos depende de um conjunto de processos sociais, que se desenvolvem ao longo do ciclo de vida do projeto e transcendem seu legado de lições aprendidas [5]. Portanto, fortalecer a questão da eficácia nas comunicações durante um projeto poderá facilitar o desenvolvimento da gestão de conhecimento.

2. Referencial teórico: Gestão do Conhecimento e de Projetos e Capital Intelectual

O tema gestão do conhecimento tem ganhado importância ao longo do tempo em função das demandas que o mercado tem

imposto a todas as empresas. Para entender mais sobre como gerenciar esse bem, deve-se iniciar da reflexão sobre como o conhecimento tem início dentro da Organização. Takeuchi e Nonaka reforçam que em uma visão rígida, o conhecimento é criado apenas pelos indivíduos [4]. Logicamente, a instituição por si só não cria o conhecimento, mas é dever dela propor um ambiente favorável para incentivar e estimular a produção de mais conteúdo. Os autores sinalizam que o conhecimento organizacional é exatamente a cristalização dos conhecimentos criados pelos indivíduos e disseminados do diálogo e do compartilhar de experiências. Na percepção dos autores, uma empresa criadora de conhecimento é na verdade aquela que torna o conhecimento pessoal disponível para os demais continuamente independente do nível [4].

De acordo com Almeida et. al. o conceito da gestão do conhecimento surge como uma forma de organizar, integrar as informações, permitindo que todos os dados para a gestão possam estar disponíveis em uma única base para consulta e auxílio à tomada de decisões. Além desse conceito, os autores reforçam que o compartilhamento desse ativo é vital para que ele se torne de fato um patrimônio intelectual e que fomente projetos e estratégias [7]. Nesse contexto pode-se observar a contribuição que Fernando Fukunaga, atual Diretor Presidente da Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento, entende quanto à definição para gestão do conhecimento como sendo a intencionalidade da organização em promover, valorizar e cultuar atributos que permitam a aplicação de determinadas práticas ou um conjunto de práticas voltadas ao conhecimento relevante ao negócio ou propósito ou ainda ideal, buscando fazer melhor o que já se faz e criando novas opções ou categorias [3].

Nonaka e Takeushi definem o conhecimento como uma crença verdadeira justificada e a gestão do conhecimento como o processo de criar continuamente novos conhecimentos, disseminando-os amplamente através da organização e incorporando-os velozmente em novos produtos/serviços, tecnologias e sistemas. Os autores alertam ainda que a necessidade de se construir novos conhecimentos com rapidez reside no fato de que esse é um recurso que se torna obsoleto com grande velocidade no ambiente em que estamos inseridos. Em sua teoria o novo conhecimento é criado através da “síntese” que é um processo contínuo e dinâmico que reconcilia os opostos. São seis os conjuntos de opostos, que na realidade são interdependentes: tácito e explícito, corpo e mente, indivíduo e organização, inferior e superior, hierarquia e força de trabalho, oriente e ocidente. [4]. Dessa forma, empresas que se destacam e tentam alcançar sucesso sabem tirar benefício desse mundo novo cheio de paradoxos e também estimulam um ambiente onde as ideias e a criatividade possam fluir naturalmente criando e recriando novos conceitos. Esse ambiente favorece a troca entre os indivíduos que interagem, dividem experiências, discordam e, dessa forma, conforme cita a mesma obra transformam o conhecimento pessoal em conhecimento organizacional. Não é tarefa fácil em função de barreiras individuais e organizacionais, mas o incentivo à criação, absorção e disseminação do conhecimento fortalece o capital intelectual, favorecendo todos os envolvidos a desenvolver todo seu potencial.

O capital humano que a empresa possui é o responsável por gerar o capital intelectual que a diferencia dos demais. De acordo com Stewart, o capital humano de uma empresa está incorporado nas pessoas cujo talento e experiência criam os produtos e serviços que são o motivo pelo qual os clientes procuram a empresa e não as concorrentes. Elas são o ativo. Por isso quanto maior a intensidade do capital humano de uma empresa – ou seja, quanto maior o percentual de trabalho que gere um alto grau de valor agregado, realizado por pessoas cuja substituição seja difícil, - mais a empresa pode cobrar por seus serviços e menos vulnerável ela ficará aos concorrentes [8]. Entendendo o capital intelectual como a soma dos conhecimentos e

experiências dos colaboradores de uma empresa percebe-se o quanto é importante a correta gestão desse conhecimento como forma de consolidar vantagem competitiva.

Quanto ao tema do gerenciamento de projetos torna-se imprescindível recorrer à definição do *IPMA* (*International Project Management Association*), presente na publicação Referencial das competências para indivíduos em Gerenciamento de Projetos, Programas e Portfólios (ICB4), que nos indica que projeto trata-se de um empreendimento único, temporário e multidisciplinar, organizado para a realização de entregas acordados com requisitos e limitações predefinidos. Nesse contexto, a gestão de projetos preocupa-se com a aplicação de métodos, ferramentas, técnicas e competências para que o projeto possa atingir os seus objetivos. Uma gestão de projetos eficiente traz como benefícios a maior probabilidade de serem atingidos os objetivos e garante uma eficiente utilização dos recursos, satisfazendo as diferentes necessidades das partes interessadas no projeto [9].

Outra publicação importante, o PMI, define que gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos. O mesmo é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de projetos identificados para o projeto. O gerenciamento de projetos permite que as organizações executem projetos de forma eficaz e eficiente. O guia ainda aponta que um gerenciamento de projetos eficaz e eficiente deve ser considerado uma competência estratégica nas organizações [6].

Ambas as publicações mostram, portanto, que o gerenciamento de projetos é condição essencial para o alcance de resultados favoráveis frente às diversas demandas que surgem em velocidade considerável para as empresas.

3. A integração entre Gestão do Conhecimento e Gestão de Projetos aliados ao capital intelectual

A empresa que atua a partir de uma cultura fortemente pautada na gestão do conhecimento e a usa no contexto de seus projetos tem grande probabilidade de se destacar no atual mercado de trabalho. Silva e Neves citam que no ambiente global e da sociedade do conhecimento, o sucesso das organizações situa-se mais nas capacidades intelectuais e holísticas do que nos ativos físicos, mais no mundo das gerações de ideias do que de ativos tangíveis e dessa forma a capacidade de gerir o potencial humano se transforma em uma habilidade executiva essencial [2].

Aliar a disciplina da gestão do conhecimento a gerenciamento de projetos, quando bem conduzida, pode trazer resultados assertivos para todos os envolvidos. Alencar e Fonseca propõem como conceito para Gestão do Conhecimento: processo que envolve a coleta, o processamento e a partilha de todo ativo de informação possuído pela empresa, com a finalidade de transformar-se em organização mais inteligente e competitiva. [10].

Nessa perspectiva, é importante a figura do gerente de projetos atuando nesse âmbito para facilitar e fortalecer a questão. De acordo com Carvalho e Rabechini Jr. pode-se dizer que os gerentes de projeto passam a maior parte de seu tempo atuando em relação à comunicação, seja construindo relatos sobre o desempenho do projeto, sendo organizando reuniões de controle e revisão ou distribuindo informações aos interessados [5]. Assim sendo, a habilidade do gerente de projetos em fazer o correto uso e disseminação do capital intelectual favorece não apenas o projeto em questão como todo o ambiente corporativo. Não há como pensar no sucesso do uso da ferramenta de gestão de projetos sem conectá-la a uma boa gestão do conhecimento, pois os assuntos se interligam de maneira indissociável e, portanto precisam estar alinhados. A presença do conhecimento em todos os aspectos do gerenciamento de

projetos é forte e para que sua contribuição seja plena há de se ter uma troca constante.

No centro da gestão do conhecimento e de projetos está o capital intelectual que deve ser entendido como condição para geração de valor para as organizações da sociedade atual. Os indivíduos contribuem com ele a partir de seus conhecimentos, habilidades e atitudes, numa conjunção definida como competência. A capacidade de inovação que vem junto com esse processo também faz parte desse capital tão vital para as empresas.

Com intuito de melhor aproveitar o capital intelectual no gerenciamento de projetos, algumas ações podem ser propostas.

3.1. Ações propostas

Como gerenciar toda essa expertise, esse capital intelectual que muitas vezes é exposto nas reuniões de projetos? E mais ainda como fazer esse capital ser distribuído, complementado e aumentado dentro da estrutura organizacional? Afinal conhecimento sem ação, sem partilha e sem evolução não tem tanto sentido.

Para implementar uma boa estratégia de comunicação que responda a essas questões a literatura indica algumas diretrizes. São muitos os meios pelos quais podemos fazer uso dessas estratégias, como meio falado, escrito, gestual, formal, informal, oficial ou não, entre outros. O PMI sustenta que no que tange ao contexto de gerenciar com sucesso os relacionamentos de projeto com as partes interessadas, a comunicação inclui desenvolver estratégias e planos para artefatos e atividades de comunicação adequados com a comunidade de partes interessadas e a aplicação de habilidades para aumentar a eficácia das comunicações planejadas e outras comunicações *ad hoc* [6].

Para auxiliar a eficácia das entregas em comunicação algumas ferramentas são indicadas como: registros, relatórios, reuniões, documentos de apoio, ferramentas de mídias sociais, infra-estrutura de TI, *softwares* de gerenciamento de projetos, entre outros, lembrando que todo esse processo é dinâmico e realizado ao longo de toda a existência de um projeto.

Entende-se, portanto, que um bom plano de gerenciamento de comunicações deve tentar responder as necessidades do projeto nesse sentido e mais do que atender ao projeto seria importante replicar o conhecimento proveniente dessa troca feita através dos mecanismos de comunicação para a empresa como um todo afim de que a mesma aumente seu capital intelectual e, dessa forma, melhore sua vantagem competitiva. Nesse contexto, algumas ações de suporte poderiam ser sugeridas tais como: desenvolver programa para engajar as lideranças no tema, identificar perfis que tenham facilidade em formalizar e repassar conhecimentos, desenhar um manual padronizado para confecção das lições aprendidas nos projetos, disseminar o conhecimento adquirido e trocado nos projetos em vários âmbitos da empresa através de workshops, fóruns, acesso fácil online e lançamento anual das boas práticas alcançadas na empresa, elaborar indicadores relevantes e por fim, recompensar não só as melhores práticas e sim quem luta para repassar o conhecimento proveniente delas.

Em primeiro lugar, é primordial termos líderes engajados na missão de fortalecer a ideia de que será de suma importância para a empresa que os conhecimentos surgidos e trocados durante as reuniões de projetos sejam identificados, colhidos e disseminados sempre que forem relevantes. É provável que a proposta de interface com a área de Recursos Humanos seja um bom caminho para sensibilizar e reunir a alta administração. Isso pode ser realizado através de encontros e treinamentos em que seja explicado pelo RH a importância da adesão ao tema da gestão do conhecimento na área de projetos e solicitado a ajuda da alta cúpula para atuar como multiplicadores nesse processo, facilitando o processo de comunicação e valorizando a troca de informações e de conhecimento. Identificar nos projetos quem seriam, além do gerente de projetos, as pessoas mais propensas a colaborar com a formalização e

repasse dos conhecimentos de forma que tudo possa acontecer da maneira mais natural possível também se mostra uma boa ideia. Um grande dificultador em todo processo de troca de conhecimento é o receio de quem está passando seu saber o "perdê-lo", ou seja, deixar de ser o único referencial, detentor do conhecimento específico e consequentemente se tornar substituível. É preciso encerrar esse tipo de pensamento, afinal o conceito pode ser difundido, todavia o *know how* é pessoal e sempre será único e exclusivo de quem o possui através das experiências vividas por ele. Se a pessoa certa for indicada para servir de líder nesse processo de captação dos aprendizados trocados nos projetos, a mesma poderá corroborar esse aspecto e facilitar a aceitação mesmo daqueles mais resistentes. Em Gestão do Conhecimento nas Organizações de Strauhs, Faimara do Rocio [*et al.*] cita que:

> *É necessário, ainda, identificar pessoas imbuídas do ideal de compartilhar, capazes de serem agregadoras, com habilidade de coordenação e colaboração efetiva. Para Krogh, Ichijo e Nonaka (2001) são os chamados "ativistas do conhecimento"; já para Sveiby (1998) são os "líderes".* (p.53) [1].

Outra proposta que poderá fortalecer a prática de formalizar os conhecimentos durante as reuniões de projetos seria a idealização de um formulário de lições aprendidas padrão que fosse bem direcionado, de fácil entendimento e atrativo para quem escreve e para quem lê. Esse repositório de lições aprendidas poderia ser disponibilizado na intranet da empresa de forma que todos pudessem ter acesso tanto a um modelo base quanto aos que já foram preenchidos. De acordo com o PMI, o registro das lições aprendidas pode incluir a categoria e a descrição da situação. Além do impacto, recomendações, ações propostas associadas com a situação, dificuldades, problemas, riscos e oportunidades percebidas, ou outro conteúdo conforme apropriado. [6].

Da mesma forma seria interessante trabalhar a comunicação interna da Organização quanto à divulgação de lições aprendidas em projetos, organizando workshops, treinamentos e fóruns de debate entre diversos setores, disseminando assim o conhecimento e retroalimentando os processos já desenhados. Um desses eventos poderia ser o lançamento anual ou semestral de boas práticas alcanças através dos projetos. Seria um momento de resgate de todos os saberes percebidos nesse prazo e uma forma de compartilhar os resultados de uma boa gestão do conhecimento. Essa oportunidade de interação viria a facilitar as relações e a troca de conhecimento tácito.

A Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento reforça essa ideia pontuando que para facilitar o acesso ao conhecimento tácito é indicado colocar as pessoas diretamente em contato, pois isso facilita o acesso a tal conhecimento através de perguntas formuladas ou da demonstração prática de sua aplicação. Complementa ainda que reuniões de preparação, consulta a colegas mais experientes e a criação de espaços para discussão e troca de conhecimentos são umas das técnicas para favorecer essa abordagem [3].

Outra sugestão para valorizar a gestão do conhecimento em projetos seria mapear quais são os colaboradores que contribuíram significativamente para a formalização e compartilhamento do conhecimento nas equipes de projeto e fazer a eles algum tipo de reconhecimento público de modo que fique claro quão importante é para a empresa ter em seu quadro um colaborador que entende a importância do resgate do capital intelectual e da disseminação e gestão do conhecimento como vantagem competitiva.

Por fim e não menos importante há de se pensar e estruturar indicadores que possam ajudar a mensurar e acompanhar como essas ações estão trazendo de fato resultados para a empresa.

4. Considerações Finais

Fica claro, após pesquisa bibliográfica, que o objetivo de uma empresa em adotar técnicas de projetização está em acelerar o

alcance de resultados de forma assertiva e direcionada. A objetividade na busca de soluções aliada à criatividade e agilidade parece ser o critério adotado atualmente pelo mercado para lutar com tanta velocidade de transformação e de informação. Estamos em meio à chamada quarta revolução industrial, onde as mudanças são nítidas, aceleradas, profundas e de certa forma inéditas para todos nós. Diante desse contexto, o gerenciamento de projetos é disciplina importante para garantir o desenvolvimento do mercado de trabalho sob diversas vertentes. O presente artigo teve seu foco voltado para a gestão do conhecimento, que dentro das várias fases de um projeto se encontra no âmbito da comunicação.

O tema mostra-se relevante a partir do momento em que se percebe que sem a correta organização, formalização, retenção e compartilhamento de saberes muito se perde no resultado final de um projeto. Ele acaba se encerrando quando o seu próprio ciclo chega ao fim e não deixa seu legado na forma mais completa que seria impactar outras áreas e outros atores da empresa. As ações de suporte apresentadas como sugestões no item anterior podem ser úteis na tentativa de fortalecer ou mesmo implementar essa visão em equipes de projetos. É sabido que todo projeto tem um ciclo de início, meio e fim pré-estabelecido, todavia, pensar no conhecimento que ele produz de forma mais holística implica em acreditar que a gestão do conhecimento deve ser eficaz e trabalhar a favor de cada projeto específico, mas também da organização como um todo, já que ela se trata de um organismo vivo e dinâmico.

O que se verifica é que se trata de uma temática complexa, apesar de parecer muito simples. É complexa porque se relaciona com a cultura da empresa, com a valorização que se dá (ou não) a transmissão de conhecimentos e o quanto a liderança da empresa está disposta a se envolver e ser exemplar no assunto. Enquanto o capital intelectual não for seriamente visto como um dos pilares do sucesso e longevidade de uma Organização será difícil inserir a gestão do conhecimento na rotina desse local. Por isso mesmo, se essa inquietação começar em grupos de projetos, há de se ter uma oportunidade de ampliá-la para toda a cultura organizacional, uma vez visto os resultados e benefícios obtidos.

O que foi proposto nesse artigo, possivelmente pode vir a auxiliar agentes que levem esse conceito às Organizações que adotam gerenciamento de projetos em sua rotina e que estes consigam colocar em prática as ações apontadas como facilitadoras para a boa gestão do conhecimento e posteriormente consigam colher os frutos dessa iniciativa. Dessa maneira pode haver maior garantia à empresa quanto à retenção de capital intelectual, além de posicionamento mais rápido e assertivo frente à concorrência e destaque em sua área de atuação.

5. Referências

[1] STRAUHS, Faimara do Rocio, *et al*. *Gestão do Conhecimento nas Organizações*. Curitiba: Aymará Educação, 2012. 130p.

[2] SILVA, Ricardo Vidigal da & NEVES, Ana. *Gestão de Empresas na Era do Conhecimento*. São Paulo: Serinews Editora Ltda, 2004. 551p.

[3] SBGC. Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento. *E-book O que é gestão do conhecimento? Conversa com especialistas em GC no Brasil*. http://www.sbgc.org.br/uploads/6/5/7/6/65766379/e-book_-_o_que_%C3%A9_gc.pdf. Acesso em 31 de mar. 2021.

[4] TAKEUCHI, Hirotaka; NONAKA, Ikujiro. *Gestão do Conhecimento*. Porto Alegre: Bookman, 2008. 315p.

[5] CARVALHO, Marly Monteiro de e RABECHINI JR, Roque. *Fundamentos em Gestão de Projetos: construindo competências para gerenciar projetos*. São Paulo: Atlas, 2011. 422p.

[6] PMI, Project Management Institute. *PMBoK Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.* 6ª ed. Newtown Square, Project Management Institute, 2017. 678p.

[7] ALMEIDA, Alivinio, *et al*. *Inovação e Gestão do Conhecimento.* Rio de Janeiro: FGV Editora, 2016. 138p.

[8] STEWART, Thomas A. *Capital Intelectual: A nova vantagem competitiva das empresas.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998. 138p.

[9] IPMA, International Project Management Association. *Referencial das competências para indivíduos em Gerenciamento de Projetos, Programas e Portfólios.* Versão 4.0. Zurich, Switzerland, 2015. 456p.

[10] ALENCAR, Cléa Maria Machado de; FONSECA, João José Saraiva da. *Gestão do Conhecimento*. Ceará: EGUS, 2015. 66p. Disponível em https://md.uninta.edu.br/geral/gestao-do-conhecimento/pdf/gestao-do-conhecimento.pdf. Acesso em 31 de mar. 2021.

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

Os Desafios e a Importância do Projeto Básico na Contratação de Obras Públicas no Brasil

The Challenges and Importance of the Basic Project in the Contracting of Public Works in Brazil

PACHECO, Alan Pereira Amorim[1]; SANTOS, Bruno Augusto Miranda Lery[2]
alanpamorimp@poli.ufrj.br[1]; brunolery@poli.ufrj.br[2]

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão - NPPG, Escola Politécnica - UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Projeto Básico,
Obras Públicas,
Execução Indireta

Key word:
Basic Project,
Public Works,
Indirect Execution

Resumo:

O presente artigo pretende estimular uma reflexão crítica sobre os desafios e a importância do projeto básico na contratação de obras públicas no Brasil. O seu objetivo principal foi a apresentação dos diversos elementos necessários à elaboração dos projetos básicos e a discussão de como estes influenciam o sucesso das contratações de obras públicas. A temática foi tratada de forma a fornecer diretrizes para a boa atuação dos gestores públicos e profissionais da área, proporcionando-lhes embasamento para que tomem decisões com maior segurança quando optarem pela forma indireta de execução de obras públicas. Nesse sentido, a metodologia de pesquisa empregada foi a revisão bibliográfica, onde foram consultados a legislação aplicável, os entendimentos jurisprudenciais do Tribunal de Contas da União (TCU) e a doutrina existente. Uma vez que o tema é abrangente, o enfoque do estudo visou explorar os pontos primordiais da bibliografia indicada, reunindo as boas práticas que disciplinam e guiam as contratações de obras públicas no país, no âmbito federal.

Abstract

This article aims to stimulate a critical reflection on the challenges and importance of the basic project in the contracting of public works in Brazil. Its main objective was to present the various elements necessary for the preparation of basic projects and to discuss how these influence the success of public works contracts. The topic was addressed in a way to provide guidelines for the good performance of public managers and professionals in the field, providing them with a foundation to make more secure decisions when opting for the indirect execution of public works. In this sense, the research methodology employed was a bibliographic review, where applicable legislation, the jurisprudential understandings of the Federal Court of Accounts (TCU), and existing doctrine were consulted. Given the broad nature of the topic, the study focused on exploring the key points of the indicated bibliography, gathering best practices that discipline and guide the contracting of public works in the country at the federal level.

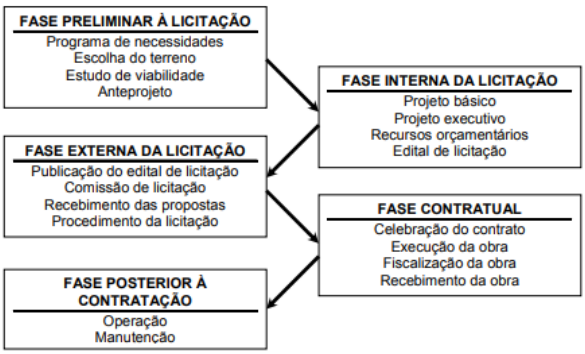
1. Introdução

Um dos conceitos existentes sobre a terminologia "obra pública" é o seguinte:

> *Obra pública é considerada toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. Ela pode ser realizada de forma direta, quando a obra é feita pelo próprio órgão ou entidade da Administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta, quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação.* (p. 9) [1]

Desse modo, quando se opta pela forma indireta de execução de uma obra pública, diversas etapas ordenadas devem ser cumpridas para que o empreendimento tenha sucesso. A seguir, é apresentado um fluxograma que representa, de modo geral e em ordem sequencial, quais seriam essas etapas. [2]

Figura 1 - Etapas de uma obra pública



Fonte: CGE/PI [2]

Todas as fases e etapas descritas são fundamentais para a contratação de obras públicas. No entanto, o projeto básico tem papel de destaque, sendo considerado o elemento mais importante para que a Administração Pública obtenha os resultados almejados. [1]

Para demonstrar a importância da elaboração de um projeto básico de qualidade nas contratações de obras públicas, pode-se citar que:

> *A ausência ou a deficiência de projeto básico é causa de atrasos e cancelamentos das licitações, superfaturamento, aditamentos de contratos desnecessários, entre outros fatores que causam enormes prejuízos à Administração Federal, em vista de não ficarem demonstradas a viabilidade e a conveniência da execução de determinada obra ou serviço.* (p. 878) [3]

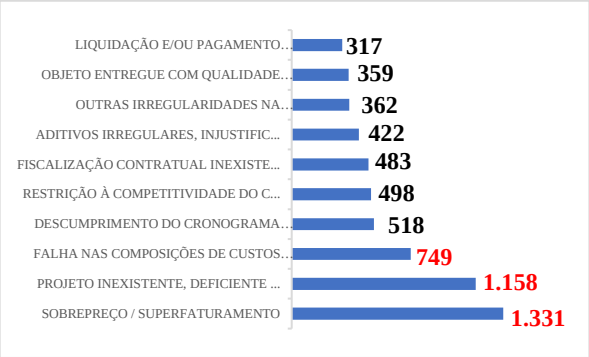
Há diversos outros acórdãos do Tribunal de Contas da União (TCU) que revelam a importância do tema. Durante o Acórdão 1847/2005-Plenário, o ministro relator Benjamin Zymler proferiu voto no sentido de esclarecer que, na sua visão, o projeto básico de um certame licitatório não deve ser interpretado como sendo apenas exigência meramente formal para cumprimento do que é preconizado no inciso I do § 2º do art. 7º da Lei nº 8.666/1993, pois o projeto básico define o que está sendo licitado e vícios de imprecisão relevantes, em relação ao seu conteúdo, podem caracterizar não só violação aos princípios da isonomia e da obtenção da melhor proposta, mas também podem resultar em futuras e substanciais alterações de custo, para mais ou para menos, e o retardamento da conclusão dos serviços. [4]

Diante deste cenário, a revisão bibliográfica dos aspectos mais relevantes do tema demonstrou ser metodologia de pesquisa adequada para a construção deste artigo.

2. Obras Públicas no Brasil: Principais Irregularidades Detectadas

Dados de auditorias do Tribunal de Contas da União (TCU), consolidados a partir de um universo de 1.688 fiscalizações realizadas durante um período de 10 anos, entre 2008 e 2018, demonstraram que as três principais irregularidades em obras públicas são: "Sobrepreço/Superfaturamento" (1.331 achados ou 79%); "Projeto básico deficiente, inexistente ou desatualizado" (1.158 achados ou 69%); e "Falhas na composição de custos expressos na planilha orçamentária" (749 achados ou 44%). A seguir, é apresentado um gráfico com a consolidação dos principais achados. [5]

Figura 2 - Achados de auditoria



Fonte: Adaptado TCU [5]

Ainda de acordo com o TCU, o gráfico demonstra que as principais causas de irregularidades detectadas em obras públicas no país estão relacionadas diretamente à deficiência no projeto básico ou na planilha orçamentária dele integrante. Esse fato indica que as obras públicas brasileiras possuem problemas sistêmicos na sua etapa de planejamento e essa deficiência tem perdurado ao longo dos anos. [5]

Em casos concretos, a insuficiência dos projetos básicos, além de resultar em adversidades no momento de construção da obra, costuma ser agravada pela ocorrência de dois fatos: não observância de todos os elementos que a legislação preconiza, quando da sua elaboração, e/ou falta de atualizações, após a sua elaboração. [6]

Após constatar que os contratos de obras públicas estavam sendo repetidamente firmados com base em projetos básicos inadequados, o TCU editou a Súmula nº 261/2010, na qual instituiu a revisão de projeto básico como prática ilegal. [7]

> *Em licitações de obras e serviços de engenharia, é necessária a elaboração de projeto básico adequado e atualizado, assim considerado aquele aprovado com todos os elementos descritos no art. 6º, inciso IX, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, constituindo prática ilegal a revisão de projeto básico ou a elaboração de projeto executivo que transfigurem o objeto originalmente contratado em outro de natureza e propósito diversos.* (p. 4) [8]

3. Os Estudos Técnicos Preliminares

Na definição de projeto básico, a Lei nº 8.666/1993 menciona expressamente que "o projeto básico deve ser elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares" (art. 6º, inciso IX). No entanto, a lei não esclarece qual deve ser o conteúdo desses estudos.

Diante dessa lacuna, o Ministério da Economia publicou, no dia 22 de maio de 2020, a Instrução Normativa nº 40 (IN 40), que dispõe sobre a elaboração dos Estudos Técnicos Preliminares - ETP - para a aquisição de bens e a contratação de serviços e obras, no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional, e sobre o Sistema ETP digital.[9]

A IN nº 40/2020 trouxe a seguinte definição para os estudos técnicos preliminares:

> *Considera-se ETP o documento constitutivo da primeira etapa do planejamento de uma contratação que caracteriza determinada necessidade, descreve as análises realizadas em termos de requisitos, alternativas, escolhas, resultados pretendidos e demais características, dando base ao anteprojeto, ao termo de referência ou ao projeto básico, caso se conclua pela viabilidade da contratação.* [9]

Esta norma inovou ao regulamentar os procedimentos para a elaboração de ETP relativo a bens e obras. Não havia, até então, regulamentação para essas situações. No caso de obras, cabe ressaltar que a norma aplicar-se-á apenas quando não houver lei ou regulamentação específica que disponha de modo diverso. [10]

De forma a uniformizar o entendimento, a IN nº 40/2020 estabeleceu o conteúdo dos ETP. Resumidamente, refere-se a:

a. Descrição da necessidade da contratação;

b. Descrição dos requisitos;

c. Levantamento de mercado;

d. Descrição da solução;

e. Estimativa das quantidades a serem contratadas, considerando a interdependência com outras contratações;

f. Estimativa do valor da contratação;

g. Justificativa para o parcelamento ou não da solução, se aplicável;

h. Contratações correlatas e/ou interdependentes;

i. Demonstração do alinhamento entre a contratação e o Plano Anual de Contratações;

j. Resultados pretendidos;

k. Providências a serem adotadas;

l. Possíveis impactos ambientais e respectivas medidas de tratamento; e

m. Posicionamento conclusivo sobre a viabilidade e razoabilidade da contratação. [9]

Ainda de acordo com a norma, os elementos obrigatórios dos ETP são os estabelecidos nos incisos I, IV, V, VI, VII, IX e XIII. Os demais elementos são dispensáveis, desde que justificado. [9]

Essas etapas não são necessariamente cronológicas. Para comparar soluções, por exemplo, o preço é um aspecto decisivo. No entanto, as estimativas das quantidades e do valor da contratação (inc. V e VI) aparecem listadas após a descrição da solução (inc. IV). Portanto, a definição da melhor solução para resolver o problema dependerá de estimativa prévia de quantidades e preços a ser realizada durante a etapa de levantamento de mercado.

Demonstrada a viabilidade e razoabilidade da contratação, a sequência temporal prevista na legislação consiste na elaboração do projeto básico.

4. A Elaboração do Projeto Básico

De acordo com a Lei nº 8.666/1993:

> *Projeto básico é o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.* [11]

No Acórdão 994/2006-Plenário, do TCU, o ministro relator Ubiratan Aguiar declarou:

> *Projeto básico é a peça fundamental para a demonstração da viabilidade e conveniência da contratação. Por meio do projeto básico é que a administração discrimina o objeto pretendido, os resultados esperados, tempo e forma de execução.* [12]

Desse modo, projeto básico não deve ser confundido com projeto simples ou pouco detalhado. Essa é uma interpretação errônea da sua nomenclatura. Quando a Lei nº 8.666/1993 referiu-se ao conjunto de documentos técnicos como projeto básico, o fez por estes constituírem a base para a licitação, juntamente com o Edital. [7]

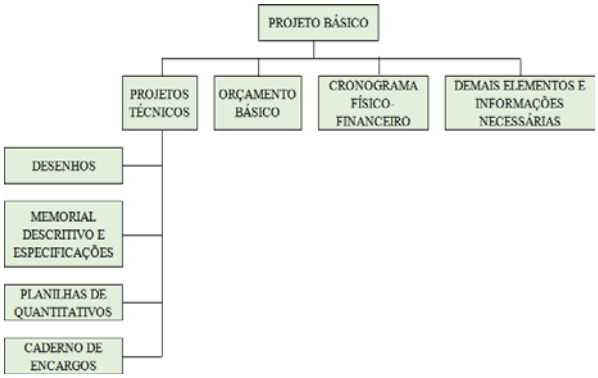
Esse entendimento vem sendo corroborado pela jurisprudência do TCU. A interpretação do tribunal sobre essa questão é a de que o projeto básico é um projeto completo, sendo constituído por todas as disciplinas de engenharia necessárias à elaboração do orçamento detalhado da obra. É ainda na etapa de projeto básico que o dimensionamento definitivo de todos os componentes, estruturas e instalações da obra deve ser realizado. [13]

A Lei nº 8.666/93, no seu artigo 7º, §§ 1º e 2º, prevê expressamente que as obras somente poderão ser licitadas quando houver projeto básico aprovado pela autoridade competente e disponível para exame dos interessados em participar do processo licitatório. Além disso, no seu artigo 6º, inciso IX, estão discriminados todos os elementos que o projeto básico deve conter. [11]

Para o cumprimento desses e dos demais dispositivos da Lei de Licitações, um conjunto de documentos deve ser elaborado para compor o projeto básico. São eles: os Projetos Técnicos, o Orçamento Básico, o

Cronograma Físico-Financeiro e os demais elementos e informações necessários para que o licitante possa elaborar sua proposta de preços com total e completo conhecimento do objeto da licitação. [7]

Figura 3 - Quadro resumo do projeto básico



Fonte: Adaptado SEF [7]

A elaboração do projeto básico pode ser realizada pelo próprio órgão. No entanto, caso o órgão não disponha de corpo técnico especializado para a sua realização, será necessária licitação específica para a contratação de empresa que elabore o projeto básico. [1]

Importante observar que a Lei nº 8.666/93, no seu artigo 7º, § 9º, esclarece que a exigência de projeto básico e de orçamento detalhado dele integrante aplica-se, também, aos casos de dispensa e de inexigibilidade de licitação. [11]

4.1. Os Projetos Técnicos

Os projetos técnicos deverão ser compostos pelos Desenhos, Memoriais Descritivos e Especificações, Planilhas de Quantitativos e Caderno de Encargos. [7]

De modo a facilitar o entendimento do projeto técnico como um todo, apresentam-se, a seguir, conceitos e definições sobre os documentos que o compõem:

a) Desenhos:

Representação gráfica do objeto a ser executado, elaborada de modo a permitir sua visualização em escala adequada, demonstrando formas, dimensões, funcionamento e especificações, perfeitamente definida em plantas, cortes, elevações, esquemas e detalhes, obedecendo às normas técnicas pertinentes. (p. 3) [14]

b) Memorial Descritivo:

Descrição detalhada do objeto projetado, na forma de texto, no qual são apresentadas as soluções técnicas adotadas pelo projeto, acompanhadas das respectivas justificativas, necessárias ao pleno conhecimento do projeto, complementando as informações contidas nos desenhos. (p. 17) [13]

c) Especificações Técnicas:

Texto no qual se fixam todas as regras e condições a serem seguidas pelo contratado para a execução de cada um dos serviços da obra, caracterizando individualmente os materiais, equipamentos, elementos componentes, sistemas construtivos a serem aplicados e o modo como serão executados cada um dos serviços, apontando, também, as unidades de medida que embasarão os critérios para a sua medição e pagamento. (p. 17) [13]

d) Planilhas de Quantitativos:

Rol dos serviços e correspondentes quantitativos, necessários à execução da obra, acompanhadas das respectivas memórias de cálculo, elaboradas com base nos projetos, especificações e memorial descritivo. (p. 28) [7]

e) Caderno de Encargos:

É um conjunto de informações complementares ao projeto, definindo como deve ser procedida a execução. Normalmente é fornecido pelo contratante, no qual estão consolidados as especificações técnicas, o memorial descritivo e os critérios de medição e pagamento de cada um dos serviços previstos para a obra. (p. 17) [13]

Para obras de edificações, a tabela 1 explicita o conteúdo técnico mínimo que deve integrar os referidos projetos. [14]

Tabela 1 - Elementos técnicos para obras de edificações

ESPECIALIDADE	ELEMENTO	CONTEÚDO
LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	DESENHO	LEVANTAMENTO PLANI-ALTIMÉTRICO
SONDAGEM	DESENHO	LOCAÇÃO DOS FUROS
	MEMORIAL	DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO
		PERFIL GEOLÓGICO DO TERRENO
PROJETO ARQUITETÔNICO	DESENHO	SITUAÇÃO
		IMPLANTAÇÃO COM NÍVEIS
		PLANTAS BAIXAS E DE COBERTURA
		CORTES E ELEVAÇÕES
		DETALHES (QUE POSSAM INFLUIR NO VALOR DO ORÇAMENTO)
		INDICAÇÃO DE ELEMENTOS EXISTENTES, A DEMOLIR E A EXECUTAR, EM CASO DE REFORMA E/OU AMPLIAÇÃO
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS, EQUIPAMENTOS, ELEMENTOS, COMPONENTES E SISTEMAS CONSTRUTIVOS
PROJETO DE TERRAPLENAGEM	DESENHO	IMPLANTAÇÃO COM INDICAÇÃO DOS NÍVEIS ORIGINAIS E DOS NÍVEIS PROPOSTOS
		PERFIL LONGITUDINAL E SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO COM INDICAÇÃO DA SITUAÇÃO ORIGINAL E DA PROPOSTA E DEFINIÇÃO DE TALUDES E CONTENÇÃO DE TERRA
	MEMORIAL	CÁLCULO DE VOLUME DE CORTE E ATERRO / QUADRO RESUMO CORTE / ATERRO
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS DE ATERRO
PROJETO DE FUNDAÇÕES	DESENHO	LOCAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E DIMENSÕES DOS ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO
	MEMORIAL	MÉTODO CONSTRUTIVO
		CÁLCULO DE DIMENSIONAMENTO
PROJETO ESTRUTURAL	DESENHO	PLANTA BAIXA COM LANÇAMENTO DA ESTRUTURA COM CORTES E ELEVAÇÕES, SE NECESSÁRIOS
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS, COMPONENTES E SISTEMAS CONSTRUTIVOS
	MEMORIAL	MÉTODO CONSTRUTIVO
		CÁLCULO DE DIMENSIONAMENTO
PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	DESENHO	PLANTA BAIXA COM MARCAÇÃO DA REDE DE TUBULAÇÃO (ÁGUA, ESGOTO, ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM), PRUMADAS E RESERVATÓRIO
		ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO VERTICAL
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
	MEMORIAL	CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES E DO RESERVATÓRIO
PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	DESENHO	PLANTA BAIXA COM MARCAÇÃO DOS PONTOS, CIRCUITOS E TUBULAÇÕES
		DIAGRAMA UNIFILAR
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
	MEMORIAL	DETERMINAÇÃO DO TIPO DE ENTRADA DE SERVIÇO
		CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO
PROJETO DE INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS	DESENHO	PLANTA BAIXA COM MARCAÇÃO DOS PONTOS E TUBULAÇÕES
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
PROJETO DE INSTALAÇÕES DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	DESENHO	PLANTA BAIXA INDICANDO TUBULAÇÕES, PRUMADAS, RESERVATÓRIO, CAIXAS DE HIDRANTE E/OU EQUIPAMENTOS
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
	MEMORIAL	CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES E DO RESERVATÓRIO
PROJETO DE INSTALAÇÕES ESPECIAIS (LÓGICAS, CFTV, ALARME, DETECÇÃO DE FUMAÇA)	DESENHO	PLANTA BAIXA COM MARCAÇÃO DOS PONTOS E TUBULAÇÕES
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
PROJETO DE INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO	DESENHO	PLANTA BAIXA COM MARCAÇÃO DE DUTOS E EQUIPAMENTOS FIXOS (UNIDADES CONDENSADORAS E EVAPORADORAS)
	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
	MEMORIAL	CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS E DUTOS
PROJETO DE INSTALAÇÃO DE TRANSPORTE VERTICAL	ESPECIFICAÇÃO	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
	MEMORIAL	CÁLCULO
PROJETO DE PAISAGISMO	DESENHO	IMPLANTAÇÃO COM NÍVEIS
	ESPECIFICAÇÃO	ESPÉCIES VEGETAIS
		MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Fonte: Adaptado IBRAOP [14]

A elaboração dos projetos fica sob responsabilidade de profissionais ou empresas legalmente habilitadas pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) locais. Nos termos da Lei nº 6.496/1977 e da Lei nº 12.378/2010, os autores deverão assinar as peças que compõem os projetos específicos, indicando o número de registro das Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) no CREA ou dos Registros de Responsabilidade Técnica (RRTs) no CAU. [1]

4.2. O Orçamento Básico

No caso de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, é o Decreto nº 7.983, de 08 de abril de 2013, quem estabelece as regras e os critérios para elaboração do orçamento de referência. [15]

Excetuando-se os serviços e obras de infraestrutura de transportes, as demais obras e serviços de engenharia, a serem executados com recursos da União, deverão ter seus custos de referência obtidos a partir de composições de custos unitários menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - Sinapi. Para o caso dos serviços e obras de infraestrutura de transportes, aplicar-se-á o Sistema de Custos Referenciais de Obras - Sicro. [15]

Ocorre que as tabelas referenciais de custos do Sinapi ou do Sicro, nem sempre abrangem todos os serviços que devem ser orçados. Diante da inviabilidade da definição dos custos por estes sistemas referenciais, permite-se a utilização de dados contidos em tabela de referência formalmente aprovada por órgãos ou entidades da administração pública federal, em publicações técnicas especializadas, em sistema específico instituído para o setor ou em pesquisa de mercado. [15]

No caso do Rio de Janeiro, pode-se citar, como exemplos de “sistemas específicos instituídos para o setor”, as tabelas de custos do SCO/RJ (município do Rio de Janeiro) e da EMOP - Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro.

Uma vez que não se encontre o insumo ou o serviço em nenhum dos sistemas referenciais de custos, há ainda a possibilidade de se proceder à pesquisa de mercado.

Atualmente, é a Instrução Normativa nº 73 (IN 73), de 05 de agosto de 2020, que dispõe sobre o procedimento administrativo para a realização de pesquisa de preços para a aquisição de bens e contratação de serviços em geral, no âmbito da administração pública federal, autárquica e fundacional. [16]

Embora essa norma indique expressamente não ser aplicável às contratações de obras e serviços de engenharia de que trata o Decreto 7.983/2013, assim como sua antecessora que foi revogada (IN SLTI/MPOG 5/2014), entende-se que ela pode ser aplicada por analogia quando houver necessidade de se realizar cotações de preços de insumos e serviços para a orçamentação de obras, pois ela apresenta conteúdos importantes sobre o assunto. [13]

De acordo com a IN nº 73/2020, a pesquisa de preços será realizada mediante a utilização dos seguintes parâmetros, combinados ou não, observada a priorização dos parâmetros estabelecidos nos incisos I e II em relação aos demais. Resumidamente, são esses:

a. Painel de Preços;

b. aquisições e contratações similares de outros entes públicos;

c. dados de pesquisa publicada em mídia especializada, de sítios eletrônicos especializados ou de domínio amplo;

d. pesquisa direta com fornecedores, mediante solicitação formal de cotação. [16]

O preço final estimado para a obra será, portanto, composto pelos custos diretos e pela taxa de Benefício e Despesas Indiretas (BDI), a qual engloba os custos indiretos e o lucro. A ausência ou cálculo incorreto de um deles poderá levar à redução da remuneração esperada pela empresa que vier a ser contratada ou ao desperdício de recursos públicos. [1]

O TCU, através da Súmula nº 258/2010, estabeleceu a obrigatoriedade de detalhamento de todos os componentes do BDI, dos encargos sociais e também a obrigatoriedade de apresentação de orçamento analítico (composições de custos unitários) como partes integrantes do orçamento que compõe o projeto básico.

> *As composições de custos unitários e o detalhamento de encargos sociais e do BDI integram o orçamento que compõe o projeto básico da obra ou serviço de engenharia, devem constar dos anexos do edital de licitação e das propostas das licitantes e não podem ser indicados mediante uso da expressão 'verba' ou de unidades genéricas.* (p. 10) [17]

Por fim, cabe destacar que o orçamento básico de obras e serviços de engenharia também exige a emissão de ART ou RRT específica, que ateste a responsabilidade técnica por sua elaboração por um profissional qualificado, além de declaração deste quanto à compatibilidade dos quantitativos e dos custos constantes das planilhas orçamentárias com os quantitativos do projeto de engenharia. [18]

4.3. O Cronograma Físico-Financeiro

O cronograma físico-financeiro também compõe o projeto básico e nele devem constar todas as despesas mensais previstas ao longo da execução da obra ou serviço. [1]

De acordo com a Orientação Técnica OT - IBR 001/2006, do Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (IBRAOP), o cronograma físico-financeiro é definido como:

> *Representação gráfica do desenvolvimento dos serviços a serem executados ao longo do tempo de duração da obra demonstrando, em cada período, o percentual físico a ser executado e o respectivo valor financeiro despendido.* (p. 4) [14]

A Lei nº 8.666/93 menciona o assunto ao estabelecer, como uma das condições para que as obras e serviços possam ser licitados, a necessidade de haver previsão de recursos orçamentários que assegurem o pagamento das obrigações decorrentes de obras ou serviços a serem executados no exercício financeiro em curso, de acordo com o respectivo cronograma. [11]

Desse modo, para que o cronograma de execução físico-financeiro seja cumprido de forma satisfatória e a obra seja entregue no prazo contratado, é fundamental que os recursos para toda a execução até a sua conclusão sejam reservados ainda no momento em que se programa a sua contratação. [7]

Na análise das propostas das empresas licitantes e, após o início das obras, o cronograma físico-financeiro atua como balizador. Portanto, ele deve ser readequado, de modo a refletir as condições reais do empreendimento, sempre que o prazo e suas etapas de execução sofrerem modificações. [2]

Nesse sentido, um dos aspectos mais relevantes que se deve verificar é a compatibilidade do cronograma físico-financeiro com os demais documentos do projeto básico. Isso porque alguns proponentes procuram superestimar os valores das etapas iniciais da obra, configurando antecipação de pagamentos com riscos de abandono da obra em função do desinteresse da Contratada nas etapas finais [19].

5. Os Impactos de Projetos Básicos Inconsistentes

Além de possíveis prejuízos aos cofres públicos e atrasos na conclusão da obra, um projeto básico inconsistente pode provocar desde a frustração do procedimento licitatório, dadas as diferenças entre o objeto licitado e o que será efetivamente executado, até à inviabilização de continuidade da execução da obra na forma contratada e a consequente responsabilização daqueles que o aprovaram. [1,7]

Em auditoria realizada em 2011, por exemplo, o TCU identificou três irregularidades graves com recomendação de continuidade (IG-C) relacionadas às obras de construção do Instituto de Matemática (IM), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). As principais falhas detectadas estavam relacionadas a irregularidades no projeto básico da obra. [20]

Foi constatado erro relativo ao lançamento na planilha orçamentária do quantitativo de aço para as armaduras das estruturas das fundações. O peso do aço para armadura CA-50 saltou de 10.633 kg para 160.486,70 kg, ou seja, houve um aumento injustificável de 1.409%, elevando-se os custos desse serviço de R$ 63.798,00 para R$ 962.920,20, após a formalização de dois termos aditivos. [20]

Em consequência dessa falha, houve também aumento considerável nos custos do serviço de concreto estrutural usinado fck=30MPa, passando de R$ 400.892,00 para R$ 535.450,60 e resultando em um acréscimo de aproximadamente 33,56%. [20]

Outra falha encontrada diz respeito à falta de compatibilidade entre os documentos integrantes do projeto básico. O memorial descritivo da obra e o orçamento base do edital, que previam a execução de fundações profundas com estacas pré-moldadas de concreto, estavam em desacordo com o projeto de fundações da obra. No projeto havia sido especificada a necessidade de uso de estacas do tipo raiz. [20]

O orçamento base do edital de licitação ao contrariar o projeto de fundações, alterando o tipo de fundação de estacas raiz para estacas pré-moldadas, permitiu a contratação de uma solução mais econômica que posteriormente se mostrou insatisfatória, onerando o contrato no valor de R$ 584.488,35 ao voltar para o tipo de estaqueamento previsto anteriormente. [20]

Esse caso concreto exemplifica falhas no projeto básico que poderiam ter sido evitadas com a realização de um planejamento mais cuidadoso da obra em questão e demonstra, de forma objetiva, os impactos negativos oriundos de projetos básicos inconsistentes e as lacunas significativas que os processos de contratação de obras no Brasil ainda apresentam.

6. Os Desafios Atuais e Futuros na Elaboração do Projeto Básico

No Brasil, o tempo dedicado às fases iniciais de planejamento para a contratação de obras públicas costuma ser bastante inferior ao que se verifica nos países desenvolvidos. De acordo com Lucas Ribeiro Horta, presidente do Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva de Minas Gerais (Sinaenco-MG): "É notório o pouco esforço que costuma ser dedicado no Brasil às fases de planejamento. Em alguns países, como Alemanha e Japão, por exemplo, a fase de planejamento chega a demorar até a metade do tempo total do prazo de execução da obra. Se compararmos com o Brasil, normalmente, só um quinto do tempo é dedicado às etapas iniciais [...]" [21]

A urgência para se elaborar o projeto básico no Brasil é ao mesmo tempo uma realidade e um desafio a ser enfrentado. No entanto, essa urgência não deve ser usada como pretexto para a não observância do correto planejamento e das normas técnicas e de segurança, uma vez que projetos básicos desatualizados, inadequados, mal elaborados ou sem as devidas autorizações e licenciamentos, geram graves problemas. [7]

Outro desafio a ser enfrentado pela Administração Pública consiste na ausência, em seu quadro permanente, de equipes completas de profissionais habilitados para atuarem nas diversas disciplinas de engenharia necessárias à elaboração do projeto básico ou à fiscalização deste, quando contratado com terceiros.

Em relação a esse aspecto, cabe destacar que os desafios mudam em função da tipologia de obra a ser contratada. Em obras de edificações hospitalares, por exemplo, a elaboração dos projetos complementares das diversas instalações exige equipe multidisciplinar composta por profissionais qualificados e com experiência no setor, uma vez que estes projetos possuem características e regulamentações próprias que tornam ainda mais complexa a tarefa de se elaborar o projeto básico.

Além desses, pode-se citar como desafio atual e futuro, estabelecido pelo Decreto nº 10.306/2020, a utilização do Building Information Modelling (BIM) na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. [22]

De acordo com Decreto nº 10.306/2020, o BIM deverá ser implementado de forma gradual, obedecendo três fases, passando pelos anos de 2021, 2024 e 2028. Na primeira fase, a partir de 1º de janeiro de 2021, ele deve ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações. Na segunda fase, a partir de 1º de janeiro de 2024, será incluído o seu uso na orçamentação, no planejamento, no controle da execução da obra e na atualização de informações pós-construção. Na terceira fase, a partir de 1º de janeiro de 2028, o seu uso incluirá o gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a construção. [22,23]

7. Considerações Finais

Este artigo tratou da temática do projeto básico. Partindo dos estudos técnicos preliminares (ETP), o objetivo foi apresentar os desafios e a importância do projeto básico para o sucesso das contratações de obras públicas.

Iniciou-se com a apresentação do projeto básico deficiente, inexistente ou desatualizado como sendo uma das principais irregularidades detectadas em obras públicas no país, demonstrando-se, portanto, a importância do tema para os gestores e profissionais da área.

Para o sucesso das contratações de obras públicas, afirmou-se que o planejamento inicial começa com a elaboração dos estudos técnicos preliminares (ETP). Registrou-se, também, que os estudos técnicos preliminares

(ETP) são a base do projeto básico e foi explorada a sua recente normatização.

Atestada a exequibilidade da solução escolhida através dos estudos técnicos preliminares (ETP), prosseguiu-se com as informações sobre a elaboração do projeto básico propriamente dito. Nesse sentido, destacou-se as suas definições legais e a sua subdivisão nos diversos documentos técnicos que o compõem.

Ressaltou-se o entendimento de que o projeto básico é um projeto completo composto das mais diversas especialidades de engenharia, cujo resultado final deve permitir a elaboração do orçamento detalhado da obra.

À medida que foram apresentados cada um dos documentos técnicos componentes do projeto básico, aprofundou-se no detalhamento necessário ao seu perfeito entendimento.

Em seguida, descreveu-se os possíveis impactos negativos advindos de obras públicas baseadas em projetos básicos inconsistentes. Para isso, utilizou-se um caso concreto, obtido em auditoria do TCU, no ano de 2011, relacionado à obra de construção do Instituto de Matemática (IM), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde foram detectadas irregularidades relacionadas ao projeto básico.

Por fim, descreveu-se os desafios atuais e futuros na elaboração do projeto básico. Citou-se, nesse sentido, a urgência de tempo, a falta de profissionais habilitados, a complexidade das diferentes tipologias construtivas e a utilização do BIM como desafios a serem enfrentados.

Como sugestão para a realização de futuros trabalhos, sugere-se que sejam acompanhados os possíveis efeitos e impactos do Decreto nº 10.306/2020 e da Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, no planejamento para a contratação de obras públicas no Brasil.

8. Referências Bibliográficas

[1] TCU. Tribunal de Contas da União. *Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas*. Brasília: TCU, 2014.

[2] CGE/PI. Controladoria-Geral do Estado do Piauí. *Manual de orientações para execução e fiscalização de obras públicas.* Piauí: CGE, 2011.

[3] TCU. Tribunal de Contas da União. *Acórdão TCU nº 3018/2009* - Plenário (Sumário). Relator: Raimundo Carreiro. Ata nº 53/2009 – Plenário, sessão: 09 dez. 2009.

[4] TCU. Tribunal de Contas da União. *Acórdão TCU nº 1847/2005* - Plenário. Relator: Benjamin Zymler. Ata nº 45/2005 – Plenário, sessão: 16 nov. 2005.

[5] TCU. Tribunal de Contas da União. *Acórdão TCU nº 2461/2018* - Plenário. Relator: Bruno Dantas. Ata nº 42/2018 – Plenário, sessão: 24 out. 2018.

[6] AMARAL, Antônio Carlos Cintra do. *A importância do projeto de engenharia na execução de obras públicas.*

[7] SANTA CATARINA. Governo do Estado. *Manual de licitações e contratos de obras públicas*. Santa Catarina: SEF, 2016.

[8] TCU. Tribunal de Contas da União. *Informativo de jurisprudência sobre licitações e contratos nº 23.*

[9] BRASIL. Ministério da Economia. *Instrução Normativa nº 40, de 22 de maio de 2020.* Dispõe sobre a elaboração dos Estudos Técnicos Preliminares - ETP - para a aquisição de bens e a contratação de serviços e obras, no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional, e sobre o Sistema ETP digital. Disponível em https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-40-de-22-de-maio-de-2020-258465807. Acesso em 02 abr. 2021.

[10] BRASIL.*IN nº 40, de 2020 e os estudos técnicos* preliminares. Disponível em: https://antigo.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/faq-etp. Acesso em: 02 de abr. 2021.

[11] BRASIL. *Lei nº 8.666,* de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 jun. 1993.

[12] TCU. Tribunal de Contas da União. *Acórdão TCU nº 994/2006* - Plenário. Relator: Ubiratan Aguiar. Ata nº 25/2006 – Plenário, sessão: 21 jun. 2006.

[13] TCU. Tribunal de Contas da União. *Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas.* Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. Brasília: TCU, 2014.

[14] BRASIL. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. *Orientação Técnica OT - IBR 001/2006.* Esta Orientação Técnica visa uniformizar o entendimento quanto à definição de Projeto Básico especificada na Lei Federal 8.666/93 e alterações posteriores.

[15] BRASIL. *Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013.* Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 abr. 2013.

[16] BRASIL. Ministério da Economia. *Instrução Normativa nº 73, de 05 de agosto de 2020.* Dispõe sobre o procedimento administrativo para a realização de pesquisa de preços para a aquisição de bens e contratação de serviços em geral, no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Disponível em https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-73-de-5-de-agosto-de-2020-270711836. Acesso em 03 abr. 2021.

[17] TCU. Tribunal de Contas da União. *Informativo de jurisprudência sobre licitações e contratos nº 20.*

[18] TRANSPARÊNCIA BRASIL. *Manual para controle social de obras públicas.*

[19] TCU. Tribunal de Contas da União. *Roteiro de Auditoria. Assunto: Obras Públicas de Rodovias - Implantação e Restauração.*

[20] TCU. Tribunal de Contas da União. *Acórdão TCU nº 2.538/2011* - Plenário. Relator: Augusto Sherman. Ata nº 39/2011 – Plenário, sessão: 21 set. 2011.

[21] SINAENCO. *Eficiência começa na contratação de bons projetos.* Disponível em:https://sinaenco.com.br/noticias/eficiencia-comeca-na-contratacao-de-bons-projetos/. Acesso em: 02 mai. 2021.

[22] BRASIL. *Decreto nº 10.306,* de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 abr. 2020.

[23] COGIC. *A Tecnologia BIM e seus benefícios para a construção civil.* Disponível em: http://www.cogic.fiocruz.br/2020/05/a-tecnologia-bim-e-seus-beneficios-para-a-construcao-civil/. Acesso em: 02 mai. 2021.

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

Análise do comportamento à flexão de estruturas de concreto reforçadas com fibras de aço

Analysis of the Flexural Behavior of Concrete Structures Reinforced with Steel Fibers

FARIAS, Marina Barroso de [1]; SANTOS, Amaro Francisco Codá dos [2]
marinabfarias@gmail.com; coda.engenharia@uol.com.br

[1]Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG/POLI – UFRJ, Rio de Janeiro.
[2]Professor Convidado do Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão (NPPG), UFRJ, Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Concreto fibroso
Modelagem numérica
Comportamento à flexão

Key word:
Fiber-reinforced Concrete, Numerical Modeling, Flexural Behavior

Resumo:

Na área da construção civil, há uma busca constante por materiais que tenham desempenho cada vez melhor em relação à resistência e à durabilidade. O concreto fibroso, ao longo do tempo, vem se mostrando uma excelente alternativa ao concreto simples, tendo uma maior capacidade de carga e controle de fissuração. Dentre as opções da constituição das fibras, destacam-se as fibras de aço, que são largamente utilizadas. Este estudo tem como objetivo analisar o comportamento de uma viga de concreto com reforço de fibras de aço (CRFA) submetida à uma flexão de 3 pontos e compará-la com uma viga de concreto simples. Para isso, foi realizada uma modelagem numérica não-linear com um software comercial, utilizando o método dos elementos finitos. Após a obtenção dos resultados numéricos e a comparação com resultados experimentais existentes em referenciais teóricos, notou-se que houve uma boa representação do comportamento da viga em relação à curva carga-deflexão e à fissuração.

Abstract

In the field of civil construction, there is a constant search for materials with increasingly better performance in terms of strength and durability. Over time, fiber-reinforced concrete has proven to be an excellent alternative to plain concrete, offering greater load capacity and crack control. Among the fiber options, steel fibers stand out and are widely used. This study aims to analyze the behavior of a concrete beam reinforced with steel fibers (CRSF) subjected to three-point bending and compare it with a plain concrete beam. For this purpose, a non-linear numerical modeling was performed using commercial software, employing the finite element method. After obtaining the numerical results and comparing them with existing experimental results in theoretical references, it was noted that there was a good representation of the beam's behavior in relation to the load-deflection curve and cracking.

1. Introdução

O concreto é o segundo produto mais utilizado no mundo, estando apenas atrás da água, e é o material mais utilizado na construção civil. Seus componentes são: cimento, água, agregados finos (areia) e agregados graúdos (brita). Uma das grandes vantagens deste material é sua grande resistência à compressão. Combinando o concreto com a armadura de aço (que possui grande resistência à tração), tem-se o concreto armado, que é um dos sistemas estruturais mais importantes e utilizados na construção civil. Além da adição de armadura de aço, há uma alternativa muito eficaz para o aumento da resistência à tração do concreto: a adição de fibras à matriz cimentícea. [1]

Segundo Maccaferri [2], os materiais fibrosos são utilizados desde a antiguidade, estando presentes desde a época do Egito antigo, em que se misturavam palha e pelo de cavalo à argila na confecção dos tijolos de adobe, proporcionando um grande aumento à sua resistência à flexão. Já as fibras de aço são muito mais recentes, sendo os primeiros estudos datados da década de 50.

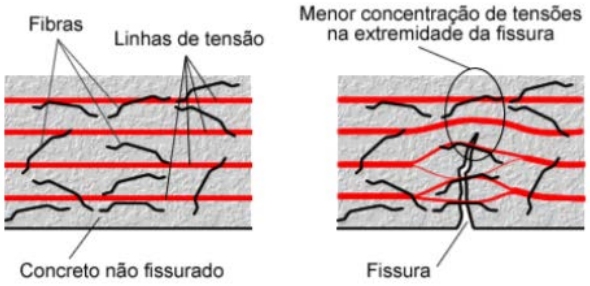
Uma das principais limitações do concreto convencional é seu comportamento frágil, havendo um nível baixo de deformação antes da ruptura, que ocorre de maneira brusca. [3] Para a melhoria do comportamento à ruptura e aumento da resistência, surge, então, uma excelente alternativa: o concreto fibroso.

Por meio deste trabalho, será possível destacar as vantagens do concreto fibroso em relação ao concreto convencional e demonstrar seu comportamento à flexão.

2. Concreto Fibroso

O concreto reforçado com fibras (CRF) é um material compósito constituído de duas fases principais: a matriz do concreto e as fibras, que podem ser constituídas de diferentes materiais, como aço, polipropileno, vidro, entre outros. O concreto fibroso possui em sua composição cimento Portland, água, agregados e fibras descontínuas e discretas.[1] Segundo Trindade et al. [4], as fibras promovem a diminuição de propagação de fissuras, sendo criada uma ponte de transferência de tensão quando se abrem as fissuras, conforme demonstrado na Figura 1, e, consequentemente, ocorre o controle da abertura de fissuras e aumento da resistência à tração do concreto. [2]

Figura 1 - Linhas de tensão no concreto fibroso



Fonte: Barros [3]

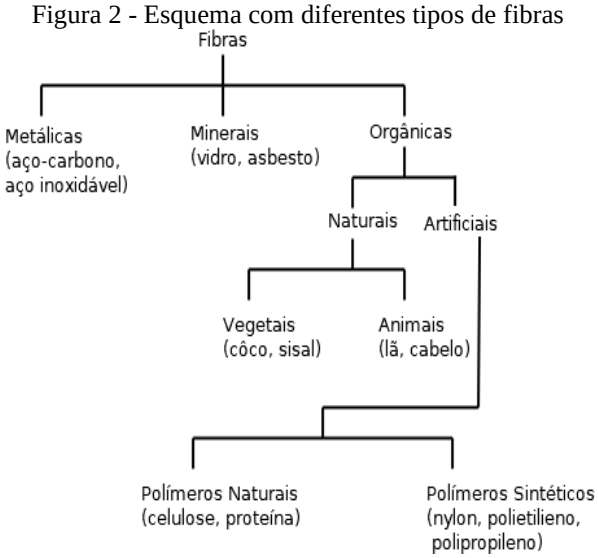
É importante ressaltar que a fissuração é a manifestação patológica mais frequente nas estruturas de concreto, sendo este um problema que exige muita atenção. Segundo Helene [5], as manifestações patológicas são evolutivas e se agravam com o passar do tempo. Uma fissura decorrente de flexão pode gerar uma corrosão da armadura, por exemplo.

A mistura do concreto com fibras, portanto, representa uma grande evolução na área dos materiais de construção e se apresenta como uma solução eficaz para evitar que danos ocorram na estrutura.

2.1. Tipos de Fibras

Os tipos de fibras podem ser classificados em metálicas (como aço, aço-carbono), minerais (como vidro) e orgânicas. As orgânicas podem ser subdivididas em artificiais e naturais. Enquanto as fibras naturais podem ser vegetais (como coco) ou animais (como pelo), as fibras artificiais podem ser divididas em polímeros naturais (como celulose) e polímeros sintéticos (como nylon e polipropileno). [6] Atualmente, as fibras mais utilizadas são as fibras de aço e as fibras de polipropileno. A Figura 2 apresenta com detalhes as diferentes classificações das fibras de acordo com os materiais que as constituem.

Figura 2 - Esquema com diferentes tipos de fibras



Fonte: adaptado de Mwangi apud Nematollahi [6]

2.1.1. Fibras de aço

Segundo Lopes [7], as fibras de aço são as mais utilizadas e o tipo de aço mais comum é o aço carbono. Geralmente, possuem extremidade em forma de gancho e possuem comprimento de 25 a 60 mm. Quanto à conformação geométrica, podem ser classificadas em três tipos: tipo A (com ancoragens nas extremidades), tipo C (corrugada) e tipo R (reta). Já em relação ao tipo de aço, há 3 classes: classe I (com arame trefilado a frio), classe II (de chapa laminada cortada a frio) e classe III (de arame trefilado e escarificado). [1]

De acordo com Quinino [8], uma das vantagens das fibras de aço é seu módulo de elasticidade alto, o que resulta na melhoria de propriedades como controle da propagação de fissuras, ductilidade, resistência à flexão, tenacidade, entre outros. Além de aumentar a durabilidade da estrutura, pode, em algumas situações, substituir a armadura convencional, havendo grande diminuição de custo e proporcionando uma obra mais otimizada. O concreto reforçado com fibras de aço (CRFA) tem diversas aplicações, sendo muito utilizado em túneis e pavimentos (principalmente pisos industriais).

Lima [9] afirma que as fibras de aço são as mais econômicas e as que aderem melhor à matriz cimentícea. As características mecânicas são excelentes sendo a resistência à tração deste tipo de fibra em torno de 1100 Mpa e o módulo de elasticidade em torno de 200 GPa. Segundo Barros [3], as fibras de aço possuem uma relação entre comprimento e diâmetro da seção transversal de 20 a 100 e as formas da seção transversal devem ser pequenas para que possam ser devidamente misturadas e espalhadas no concreto fresco.

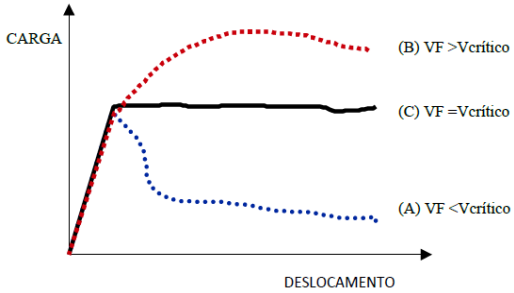
Quanto ao seu desempenho, promovem alta redução do aparecimento de fissuras, inclusive aquelas causadas por retração do concreto. São responsáveis por um aumento de 30 a 40% da resistência à tração, para adições de teor de 1,5% de fibras. [9]

É importante destacar que o desempenho do CRF depende principalmente de propriedades como: geometria das fibras e fator de forma, fração volumétrica de fibras, aderência fibra-matriz e orientação e distribuição das fibras dentro do concreto. [9]

A fração volumétrica das fibras (ou teor) pode ser classificado em fração baixa (menor do que 1%), moderada (de 1 a 2%) e alta (maior do que 2%). Conforme a Figura 3, com um teor abaixo do volume crítico, ocorre um comportamento strain-softening, em que há a diminuição da tensão após a primeira fissura. Já acima do volume crítico ocorre um comportamento strain-hardening, em que mesmo após a primeira fissura, a estrutura continua permitindo o aumento do carregamento.

Desta forma, com alto teor de fibras, o CRFA possui excelentes propriedades mecânicas e pode ser utilizado sem armadura, dependendo de sua aplicação e dos esforços aos quais a estrutura está submetida. [1]

Figura 3 - Gráfico Carga X Deslocamento com diferentes tipos de teores de fibras.



Fonte: Figueiredo [1]

2.1.2. Fibras Naturais

Há milhares de anos as fibras naturais são utilizadas como reforço de materiais, porém começaram a ser mais utilizadas após a segunda guerra mundial. Como demonstrado anteriormente, as fibras naturais podem ser de origem animal ou vegetal. As fibras vegetais possuem o maior destaque, tendo como principais vantagens as seguintes propriedades: recicláveis, biodegradáveis e não tóxicas; baixa massa específica; baixo custo; abrasividade reduzida; baixo consumo de energia na produção; e estimulam o emprego na zona rural. [10] Há, porém, algumas limitações para a produção industrial deste material, relacionadas a custos para adaptação do processo produtivo e a falta de informações e normas referentes às fibras vegetais. [11]

Alguns exemplos dessa fibra são as fibras de coco e sisal, cujas matérias-primas são abundantes na natureza e possuem baixo custo. As matérias-primas podem ser extraídas das folhas, como o sisal, do talo ou tronco, como o rami; do caule, como o bambu e do fruto, como o coco. [11]

Segundo Savastano Júnior [11], estas fibras apresentam alta resistência à tração, mas possuem baixo módulo de elasticidade, o que faz com que seu uso seja feito como reforço a altas deformações do compósito. As fibras de coco, por exemplo, possuem módulo de elasticidade de aproximadamente 3 GPa e resistência à tração de aproximadamente 100 Mpa.

É, ainda, importante destacar que um aspecto de preocupação é a durabilidade das fibras vegetais, que sofrem grande deterioração em meios úmidos e alcalinos. [8]

2.1.3. Fibras poliméricas

Segundo Lima [9], as fibras poliméricas possuem em sua composição um material polimérico em formato de filamentos muito finos e possuem grande flexibilidade e tenacidade. São produzidas em diferentes formatos e, diferente das fibras de aço, possuem baixo módulo de elasticidade, aproximadamente de 8 GPa e resistência à tração de 400 a 700 Mpa.

Este tipo de fibra é normalmente utilizado como reforço para a retração do concreto e possui a capacidade de diminuir a exsudação do concreto, visto que possui uma grande área específica, fazendo com que parte da água da mistura fique adsorvida à superfície das fibras. [9]

Outra aplicação de extrema importância é em estruturas submetidas a altas temperaturas. Estas fibras possuem baixa condutividade térmica, funcionando como um isolante térmico e melhorando a resistência ao fogo do concreto reforçado com fibras poliméricas (CRFP). [9]

Já em relação ao comportamento à flexão, também possuem a capacidade de aumentar a ductilidade do concreto após a fissuração. Entretanto, diferente das fibras de aço, não causam uma influência significativa no aumento da resistência do material, visto que possuem baixo módulo de elasticidade.

Desta forma, as fibras poliméricas possuem importante aplicação sob altas temperaturas, mas não possuem a mesma capacidade das fibras de aço, no que diz respeito ao controle da fissuração. [9]

3. Modelagem Computacional

Este artigo tem como objetivo demonstrar o comportamento do CRFA submetido à flexão e analisar a fissuração e a curva carga-deflexão de uma viga composta por este tipo de material. Para avaliar os diferenciais deste material, foi apresentada a comparação com o concreto simples.

Para a demonstração do comportamento do concreto fibroso, foi feita uma modelagem numérica de uma viga por meio do software DIANA FEA, com o método dos elementos finitos. Nesta análise, foi simulada uma viga com entalhe submetida à flexão de três pontos, que consiste em uma viga biapoiada sujeita a um carregamento no meio do vão. O carregamento adotado foi um deslocamento prescrito de 1 mm e, visto que não há normas

brasileiras para este ensaio, este trabalho será baseado na norma EN 14651:2005. [12]

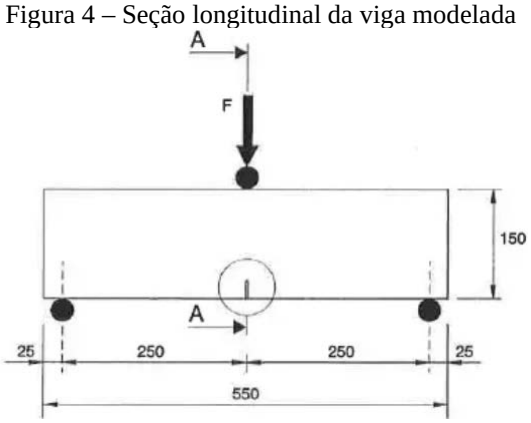
É importante destacar que com o entalhe é possível prever o comportamento da fissuração, tendo uma abertura de fissura que começa a partir do entalhe e percorre toda a extensão acima deste.

3.1. Geometria do modelo

O corpo de prova modelado possui comprimento de 550 metros, altura de 150 metros e largura de 150 metros, conforme Figuras 4 e 5, sendo estas dimensões determinadas pela EN 14651 [12]. Já o entalhe possui largura de 4 mm e altura de 25 mm. Para evitar a concentração de tensões, foram modelados blocos de aço entre os apoios e a viga. Em relação aos apoios, o suporte da esquerda impede a translação na direção y, o suporte da direita impede a translação nas direções x e y e o apoio superior, onde é aplicada a carga, impede a translação na direção y. Como carregamento, foi adotado um deslocamento prescrito no meio do vão de 1 mm. Foram criadas, também, interfaces entre os blocos de aço e a viga de concreto.

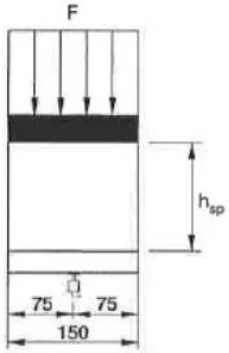
Ressalta-se que o modelo em questão foi simplificado para 2D, conforme Figura 6, visto que representa de maneira satisfatória o comportamento aos esforços analisados.

Figura 4 – Seção longitudinal da viga modelada



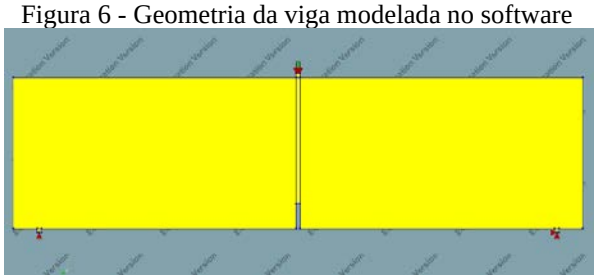
Fonte: EN 14651 [12]

Figura 5 - Seção transversal da viga modelada



Fonte: EN 14651 [12]

Figura 6 - Geometria da viga modelada no software

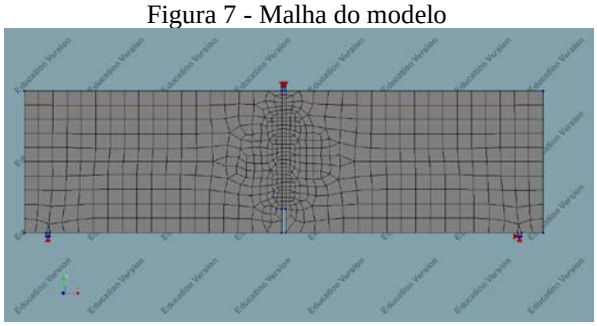


Fonte: Autoria Própria.

3.2. Malha

A malha do modelo, apresentada na Figura 7, foi composta da seguinte forma: ao longo de toda a viga foram criados elementos quadriláteros com 15 mm de lado e ao longo da região acima do entalhe os elementos possuem 4 mm de lado. No programa, foi definido um elemento quadrático para a análise.

Figura 7 - Malha do modelo



Fonte: Autoria Própria.

3.3. Propriedades dos materiais

Para analisar o comportamento do material, foram analisados um concreto convencional e um concreto reforçado com fibras de aço. As propriedades básicas do concreto (material da viga), aço (material dos

blocos) e interface (entre blocos e viga) são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3. Foi utilizado o concreto C30 e, para o CRFA, foi utilizado um teor de fibras equivalente a 35 kg/m^3. O modelo de tração utilizado para o concreto convencional foi o baseado na energia de fissuração linear ("linear-crack energy") e, para compressão, foi utilizada a lei de compressão parabólica. Já para o concreto fibroso, foi adotada a lei parabólica para o comportamento à compressão e, para o comportamento à tração, foi seguido o modelo do CEB-FIP para concreto reforçado com fibras, em que as propriedades de abertura de fissura e tensões foram adotadas de maneira a seguir os critérios da norma EN 14651 [12] e baseadas em tutoriais do software Diana Fea [13]

Tabela 1 - Propriedades do concreto

Propriedade	Valor
E	30 GPa
υ	0.15
ρ	2400 kg/m^3
ft	2,0 MPa
fck	30 MPa

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2 - Propriedades do aço

Propriedade	Valor
E	200 GPa
v	0
ρ	0

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3 - Propriedades da interface

Propriedade	Valor
Rigidez normal k_n	1000 N/mm^3
Rigidez cisalhante k_s	10 N/mm^3

Fonte: Autoria Própria

4. Resultados e Discussão

4.1. Comportamento à flexão

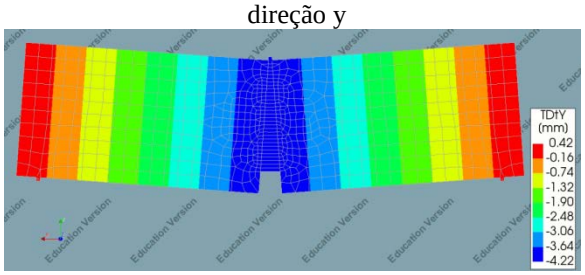
Foi aplicado um deslocamento prescrito no meio do vão da viga de maneira com que a viga sofresse flexão e houvesse a abertura de fissura acima do entalhe. Para que houvesse o deslocamento necessário para a abertura da fissura, foram aplicados passos de carga, em que há um fator que é multiplicado pelo deslocamento de 1 mm. A tabela 4 apresenta os valores dos passos de carga que foram dados até a obtenção do deslocamento final de 4,20 mm na direção y, no meio do vão. A Figura 8 apresenta o deslocamento total da viga e demonstra a estrutura deformada.

Tabela 4 - Propriedades do Concreto

Valor do passo	Nº de passos
0,01	5
0,001	150
0,005	200
0,01	300

Fonte: Autoria Própria

Figura 8 - Representação do deslocamento da viga na direção y

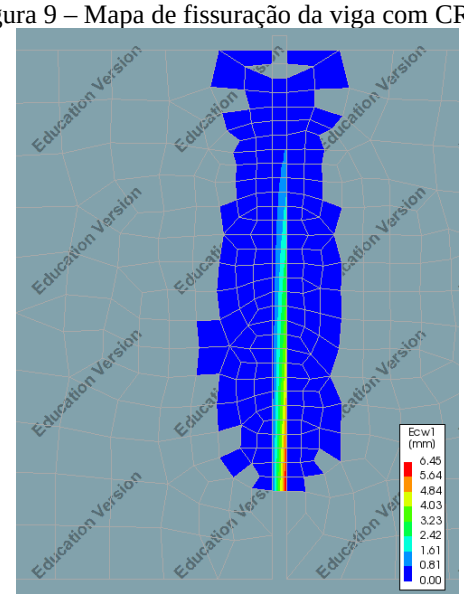


Fonte: Autoria Própria

4.2. Mapa de fissuração

Como resultado, a análise não-linear do programa apresenta o mapa de fissuração da viga, conforme Figura 9. Ocorreu uma abertura de fissura de 6,45 mm para um deslocamento de 4,20 mm. Este comportamento representa bem o que deveria ocorrer no corpo de prova experimental, como demonstrado na Figura 10, retirada do referencial teórico. Há a propagação da fissura ao longo do entalhe e as fibras funcionam como uma ponte de transferência dos esforços, permitindo que a estrutura continue suportando a carga aplicada após a abertura da fissura.

Figura 9 – Mapa de fissuração da viga com CRFA



Fonte: Autoria Própria.

Figura 10 - Fissuração de uma viga com entalhe em um experimento

Fonte: Quinino [7]

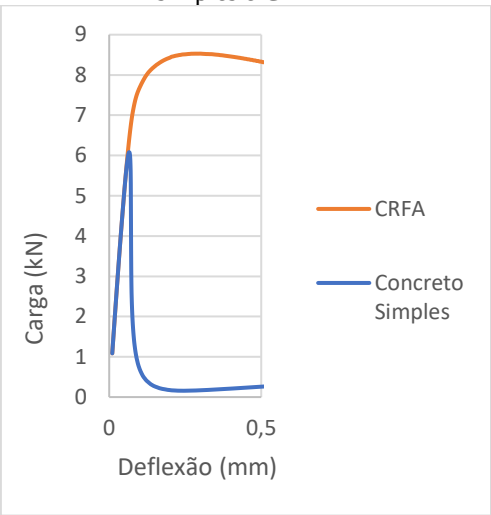
4.3. Curva Carga vs. Deflexão

Outra característica importante de ser analisa é a curva carga vs. deflexão da estrutura. A partir da Figura 11, percebe-se que o concreto simples apresenta um comportamento frágil, tendo uma carga máxima de 6,1 kN e queda brusca da capacidade de carga após atingir este valor. Já o CRFA apresenta um comportamento pseudo-dúctil no estágio de pós-fissuração, após atingir o pico de carga. A carga máxima do concreto fibroso foi de 8,5 kN, representando um aumento de 39% em relação ao concreto simples.

Além disso, no ramo descendente, é possível perceber um comportamento strain-softening em ambos os materiais, mas no concreto simples há uma declividade muito maior do que no CRFA. No CRFA, percebe-se o efeito das fibras, que fazem a ponte de transferência das tensões e permitem a continuidade da capacidade de carga da estrutura, que diminui mais gradativamente, com um comportamento pseudo-dúctil.

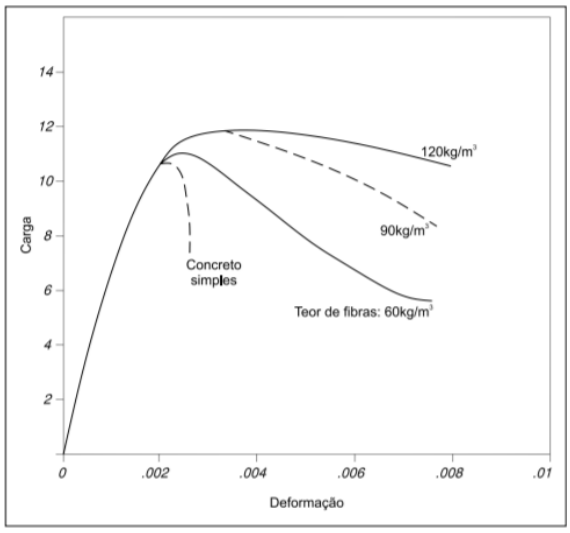
Com isso, nota-se que houve o aumento da capacidade de carga com o CRFA em relação ao concreto convencional e o aumento da ductilidade após a fissuração. O comportamento das curvas pode ser comparado com a Figura 12, retirada do referencial teórico.

Figura 11 - Curva carga X deflexão do concreto simples e CRFA



Fonte: Autoria Própria.

Figura 12 - Curvas de carga x deformação para concreto simples e concreto com diferentes teores de fibras



Fonte: Maccaferri [2]

5. Considerações finais

A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que o CRFA é uma excelente alternativa para o aumento considerável da resistência à flexão da estrutura e o controle de abertura e propagação de fissuras. É essencial ressaltar a importância do controle de fissuração, visto que além de garantir a estabilidade estrutural, reduz a permeabilidade da estrutura e impede o ingresso de agentes agressivos, que são responsáveis pela corrosão de armaduras e degradação do concreto. [14]

Além disso, a dosagem da mistura, com adequado teor de fibras, deve ser realizada de maneira equilibrada, de modo a manter a trabalhabilidade do concreto e obter o comportamento otimizado, com alto desempenho estrutural, como apresentado.

Para futuros trabalhos, recomenda-se que sejam modeladas vigas com diferentes tipos de fibras, comparando as vantagens e desvantagens de cada tipo. Seria interessante, também, avaliar o uso de fibras naturais, que apresentam grandes vantagens em relação a sustentabilidade e estão em destaque, havendo um grande crescimento de estudos deste tipo de material nos últimos anos.

6. Referências

[1] FIGUEIREDO, A. D. Concreto Reforçado com Fibras. São Paulo, 2011. 247p. Tese (Livre-docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

[2] MACCAFERRI. Fibras como elemento estrutural para reforço de concreto – Manual Técnico. São Paulo, 2008.

[3] BARROS, A. R. *Avaliação do comportamento de vigas de concreto autoadensável reforçado com fibras de aço.* 2009. 155p. Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

[4] TRINDADE, Y. T. et al. *Design of SFRC members aided by a multiscale model: Part I – Predicting the post-cracking parameters. Composite Structures,* v. 241, 1 jun. 2020.

[5] HELENE, Paulo. *Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.* 2. Ed. São Paulo: PINI, 1992.

[6] BEHBAHANI, H., NEMATOLLAHI, B. (2011*). Steel Fiber Reinforced Concrete: A Review*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266174465.

[7] LOPES, M. M. *Substituição parcial de armadura de flexão por fibras de aço em vigas de concreto.* Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2005.

[8] QUININO, U. C. M. *Investigação experimental das propriedades mecânicas de compósitos de concreto com adições híbridas de fibras.* Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

[9] LIMA, I. E. P. *Estudo dos aspectos de dimensionamento de elementos estruturais de concreto reforçado com fibras com base na teoria de flexão em vigas.* Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

[10] BORGES, A. P. S. N.; MOTTA, L. A. C.; PINTO, E. B. *Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais.* Revista Matéria, v.24, n.2, 2019.

[11] SAVASTANO JÚNIOR, Holmer. *Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de res;iduos para a construção de baixo custo.* Tese (Livre-Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

[12] EN 14651:2005. *Test method for metallic fibre concrete - Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual).* European Committee for Standardization.

[13] DIANA FEA. User's Manual Material Library 2010; 1-696

[14] BUTTIGNOL, T. E. T., FERNANDES, J. F., BITTENCOURT, T. N., SOUSA, J. L. A. *Verificação de vigas de concreto armado reforçadas com fibras de aço no estado limite último.* Revista Ibracon de estruturas e materiais, v. 11, n. 5 (outubro 2018) p.997 – 1024.

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

Drywall versus Alvenaria: Produtividade em foco

Drywall versus Masonry: Productivity in Focus

FREITAS, Leonardo[1]; CONFORTE, Márcio[2]
leocampfre@gmail.com[2]; marcioeconforte@gmail.com[2]

Engenheiro Civil, UFF; pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, UFRJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Drywall
Produtividade
Acústica

Key word:
Drywall,
Productivity,
Acoustics

Resumo:

Com a nova tendência da construção enxuta, se tornou fundamental a busca por inovação em tecnologias construtivas que atendam às exigências de menor custo e melhores qualidade e produtividade. As paredes de gesso acartonado (Drywall) obedecem a esse conceito e têm conseguido cada vez mais espaço no mercado brasileiro. Neste trabalho, a partir do projeto arquitetônico de uma escola, é feito o levantamento de quantitativos de forma a comparar a utilização do Drywall com o método construtivo mais tradicional no Brasil: alvenaria de blocos cerâmicos. A análise é feita com foco na produtividade, se expandindo também para custos e atendimento às diretrizes da norma de desempenho ABNT NBR 15.575-4:2013, que trata dos índices de desempenho acústico requeridos para cada elemento de vedação vertical. Neste trabalho o sistema de Drywall escolhido é comparado com três tipos de alvenaria, sendo cada um destes com um nível de desempenho estabelecido pela norma. Por fim, é feita uma breve análise comparativa das despesas administrativas da obra em função do menor prazo de execução com a utilização do sistema Drywall.

Abstract

With the new trend of lean construction, the search for innovation in construction technologies that meet the demands for lower cost and better quality and productivity has become fundamental. Drywall walls adhere to this concept and have been gaining more and more space in the Brazilian market. In this work, based on the architectural project of a school, a quantitative survey is carried out to compare the use of Drywall with the most traditional construction method in Brazil: ceramic block masonry. The analysis focuses on productivity, also expanding to costs and compliance with the guidelines of the performance standard ABNT NBR 15.575-4:2013, which deals with the acoustic performance indices required for each vertical sealing element. In this work, the chosen Drywall system is compared with three types of masonry, each with a performance level established by the standard. Finally, a brief comparative analysis of the administrative expenses of the work is carried out due to the shorter execution time with the use of the Drywall system.

1. Introdução

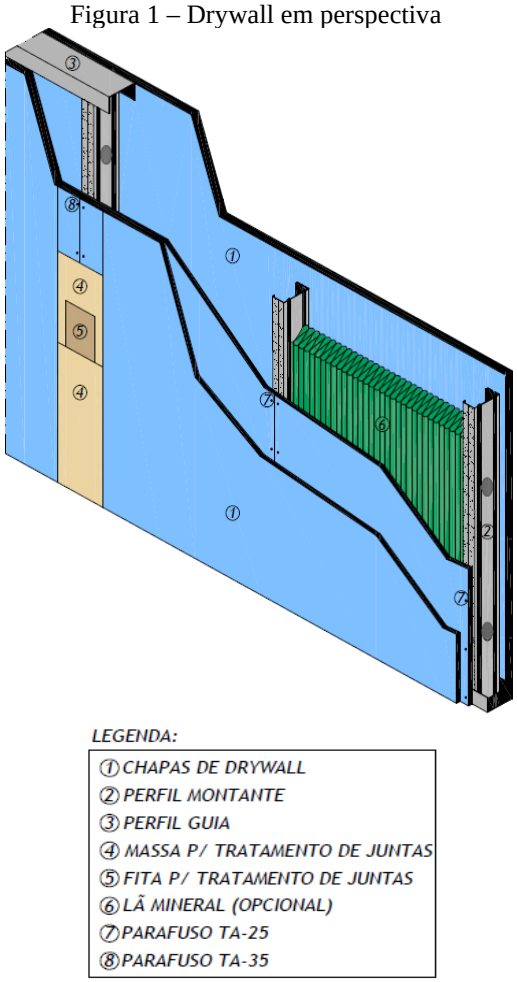
A construção “a seco” tem se tornado cada vez mais comum no Brasil, mas as paredes de gesso acartonado (Drywall) ainda enfrentam uma forte barreira cultural, principalmente no que diz respeito à acústica. Entretanto, sua alta produtividade têm incentivado empresas a adotar o sistema tanto para obras de reforma e retrofit quanto para novos empreendimentos. Este trabalho visa demonstrar por meio de fontes de dados reconhecidas e normas técnicas que esses dois quesitos podem trabalhar de forma conjunta. Para isso, é essencial que se utilize mão de obra qualificada e materiais certificados, além de projetos bem definidos e detalhados.

Para o perfeito entendimento das vantagens do Drywall, será apresentada uma análise comparativa entre um sistema específico e alvenarias de vedação em blocos cerâmicos quanto ao tempo e às etapas de execução, desde a elevação das paredes até o acabamento, incluindo a execução de instalações. Como fonte de dados primária, foi escolhido o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI), da Caixa Econômica Federal, devido ao maior número de composições voltadas para sistemas de Drywall.

2. Fundamentação Teórica

Uma parede em Drywall é composta basicamente por estrutura interna e chapeamento externo. A estrutura pode ser em perfis simples ou duplos de 48, 70 ou 90mm e, havendo necessidade, podem ser executadas duas linhas de estrutura, interligadas ou não. O chapeamento de ambos os lados da estrutura também pode ser simples ou duplo, com chapas de 12,5 ou 15mm de espessura, especificadas como standard (ST), resistente à umidade (RU) ou resistente ao fogo (RF). Essas variações definem o sistema quanto ao pé-direito máximo, ao tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) e ao índice de isolamento acústico (Rw) segundo a norma ABNT NBR 15.758-1:2009 [1]. Para uma melhor acústica, pode-se aplicar ainda lã mineral no interior da estrutura. As mais comuns no mercado são de vidro, rocha e PET.

Figura 1 – Drywall em perspectiva



Fonte: Knauf [2]

Como complemento, os sistemas de Drywall necessitam de suportes de carga e travessas para instalações elétricas e hidráulicas. Os suportes de carga servem para se fixar equipamentos no Drywall, como pias, bancadas, armários suspensos e TV’s, e podem ser em madeira tratada ou chapas metálicas galvanizadas. As travessas são executadas em perfis guia e servem de suporte para pontos de elétrica e hidráulica, evitando trepidações no encaixe de tomadas e na passagem de água, respectivamente. A figura 1 apresenta uma parede de Drywall com uma linha de estrutura em montantes simples e chapeamento duplo em ambos os lados, com lã mineral, enquanto a figura 2

mostra perfis travessa para instalações elétricas.

Figura 2 – Travessas

Fonte: Silva [3]

Já os sistemas de alvenaria são compostos basicamente por blocos cerâmicos assentados com argamassa e revestidos por chapisco, emboço e reboco. Hoje, emboço e reboco podem ser substituídos por massa única, aumentando a produtividade. Diferente do Drywall, a alvenaria não necessita de reforços para fixação de equipamentos, pois trata-se de um sistema mais pesado e resistente. Em contrapartida, algumas etapas de produção são únicas desse sistema, como a execução de vergas e o rasgo na alvenaria para passagem de eletrodutos e instalações hidráulicas. Em conjunto com o tempo de cura das argamassas de assentamento e revestimento, esses serviços adicionais podem representar acréscimos excessivos na duração total.

3. Estudo de caso

Para estudo de caso, foi utilizado o projeto de reforma de um dos pavimentos de uma escola técnica localizada na cidade do Rio de Janeiro. A arquitetura consiste em 12 salas de aula, 1 sala de convivência, 8 salas administrativas, 2 salas técnicas e circulação, além do núcleo, que contém elevadores, escada, lixo e banheiros. O núcleo é existente, em alvenaria, e não faz parte deste trabalho. Visto que a fachada também é existente, em pele de vidro, restam as demais paredes internas para serem executadas, todas em ambientes secos e sem passagem de instalações hidráulicas.

As salas de aula têm em média área de 77,00m² e perímetro de 36,00m, sendo 113,00m de fachada. As salas administrativas têm em média área de 21,00m² e perímetro de 16,00m, sendo 47,00m de fachada. 11 salas de aula dispõem de um quadro branco com comprimento até 3,00m e 2 salas têm armários altos fixados na parede, representando um comprimento total de 13,00m. O pé-direito considerado é de 3,50m.

3.1. Definição dos sistemas

Visto que uma das principais causas de não aceitação do Drywall é referente à acústica, os sistemas a serem comparados foram definidos com base na norma de desempenho ABNT NBR 15.575-4:2013 [4] – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Segundo Brito et al. [5], a norma parametriza desempenhos acústicos para escolas mesmo não se aplicando diretamente para tal. Logo, as paredes da escola foram consideradas equivalentes ao seguinte elemento citado na norma: Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório. Com isso, os níveis de desempenho são classificados da seguinte forma:

- Mínimo (M): Rw de 40 a 44dB;
- Intermediário (I): Rw de 45 a 49dB;
- Superior (S): Rw maior ou igual a 50dB.

Buscando atender a melhor acústica, com base na tabela de desempenho da norma de Drywall ABNT NBR 15.758-1:2009 [1], foi escolhido o sistema com montantes de 70mm, duas chapas ST de 12,5mm de cada lado, com lã mineral. Esse sistema tem Rw de 50 a 52dB, tempo de resistência ao fogo de 60 minutos, peso de 42kg/m² e atende a um pé-direito de até 4,80m. Visto que o pé-direito considerado é de 3,50m, foi considerada a estrutura mais singela, com montantes simples espaçados a cada 600mm. Como a espessura total do sistema é de 120mm, ele será chamado neste trabalho de DW-120.

Quanto à alvenaria, os sistemas foram escolhidos conforme Ferreira [6], que utiliza alvenarias convencionais de Portugal, com 11, 15 e 20cm de espessura, e revestimento de 20mm de cada lado, alcançando Rw de 40, 46 e 52dB, respectivamente. Equalizando com os blocos cerâmicos tradicionais brasileiros, de 9, 14 e 19cm de espessura, podemos concluir que cada sistema completo apresenta no máximo índices de isolamento acústico conforme tabela 1:

Tabela 1 – Sistemas de alvenaria

Sistema	Esp. (mm)	Esp. total (mm)	Rw máx. (dB)	Nível desemp.
ALV-130	revest. 20 + alv. 90 + revest. 20	130	40	M
ALV-180	revest. 20 + alv. 140 + revest. 20	180	46	I
ALV-230	revest. 20 + alv. 190 + revest. 20	230	52	S

Fonte: Autor

Pode-se observar que o único sistema de alvenaria que se equipara acusticamente ao sistema DW-120 é o ALV-230, que tem praticamente o dobro da espessura. Ambos são classificados como nível superior de desempenho acústico, enquanto ALV-180 e ALV-130 são classificados como intermediário e mínimo, respectivamente.

3.2. Sequenciamento das atividades

Uma das características que mais chamam atenção para a disparidade entre os sistemas de Drywall e alvenaria é a forma como eles são executados. A figura 3 ilustra um comparativo entre os fluxogramas de atividades, mostrando que são poucas as atividades comuns aos dois métodos construtivos quando se trata de ambientes secos: marcação, passagem de instalações, massa corrida e pintura.

Figura 3 – Fluxogramas

Fonte: Autor

Atualmente, sistemas de alvenaria de vedação são erguidos seguindo basicamente as etapas de marcação, elevação, execução de vergas e contra-vergas, rasgos para passagem de instalações, encunhamento, revestimento e acabamento. Segundo a Votorantim [7], só a cura do emboço gera um tempo de espera de 28 dias corridos, para então ser possível pintar a parede.

Os sistemas de Drywall por sua vez passam por marcação, fixação das guias de piso e de teto, elevação da estrutura em montantes, instalação de reforços e travessas para passagem de instalações, instalação de lã mineral, chapeamento e tratamento de juntas com massa e fita de papel microperfurada. Para melhor desempenho acústico, é recomendada a utilização de fita de isolamento (banda acústica) estre os perfis e a estrutura da edificação ou alvenaria. Segundo a Knauf [8], seu uso pode aumentar o desempenho acústico das paredes em até 4dB.

Dentre as atividades comuns aos dois métodos, a que mais se destaca é a passagem

de instalações, que se torna crucial ao analisar o conjunto como um todo. Enquanto na alvenaria convencional é preciso fazer o rasgo linear para passagem dos conduítes, no Drywall essa etapa é suprimida visto que o sistema é oco e podemos acomodar as instalações no seu interior sem muito trabalho antes do fechamento da parede. Os perfis montantes costumam ser fabricados com aberturas circulares justamente para facilitar nesse processo. Após a passagens das instalações nos sistemas de alvenaria, ainda se faz necessário o chumbamento com argamassa, representando mais tempo de trabalho e material utilizado.

3.3. Levantamento das quantidades

Para dar forma ao comparativo, as quantidades foram levantadas com base em dois projetos executivos de arquitetura. O projeto de planta baixa, com paginação das paredes, cotas dos ambientes e quadro de esquadrias, foi utilizado para levantamento do linear de paredes com e sem vãos, e da quantidade dos vãos de porta separados por tamanho. O projeto de layout, com indicação do mobiliário, serviu para definir os locais onde o Drywall necessita de reforço e para estimar o posicionamento dos pontos de elétrica.

No total, foram quantificados 143,84m de paredes sem vãos, 129,77m de paredes com vãos, 23 vãos de porta e 191 pontos de tomadas e interruptores. Multiplicando-se o linear pelo pé-direito de 3,50m, temos a metragem quadrada de cada tipo de parede. Levantamentos específicos de Drywall e alvenaria são descritos nos itens a seguir:

3.3.1. Drywall

Além das próprias paredes, os itens que complementam o sistema de Drywall são poucos: lã mineral, reforços e travessas. De imediato, a metragem quadrada de lã mineral pode ser determinada pela soma das áreas de parede com e sem vãos. A quantidade de travessas é levantada em projeto acompanhando os pontos de tomadas e interruptores.

Como o sistema de Drywall considerado tem apenas uma linha de estrutura, sempre que pontos elétricos forem posicionados à mesma altura, porém em faces opostas da parede, uma única travessa serve para dar sustentação a ambos os pontos. Desta forma, a quantidade de travessas é significativamente menor que a quantidade de pontos, totalizando 129 unidades. Visto que o espaçamento entre os montantes é de 60cm, considerando uma dobra de 10cm de cada lado das travessas para fixação das mesmas nos montantes, conclui-se que cada travessa utiliza 80cm de perfil guia, totalizando 103,20m.

Os reforços de madeira foram considerados para três situações específicas: quadros elétricos (2 reforços por quadro), lousas (2 linhas de reforços) e armários altos (2 linhas de reforços). Cada reforço tem 60cm de comprimento, acompanhando o espaçamento entre os montantes. Logo, lousas com 3m precisam de 10 reforços (5 na linha superior e 5 na linha inferior). No total, foram quantificados 172 reforços de 60cm, o que representa 103,20m. Todas as quantidades de Drywall são apresentadas na tabela 2.

É importante observar que os serviços comuns a Drywall e alvenaria não foram levantados, visto que suas durações (objetivo principal deste trabalho) não devem apresentar grandes diferenças.

Tabela 2 – Levantamento de Drywall

Item	Quant.	Und.
Drywall sem vãos	503,44	m²
Drywall com vãos	454,20	m²
Lã mineral	957,64	m²
Travessa de 70mm com 80cm	103,20	m
Reforço de madeira com 60cm	103,20	m

Fonte: Autor

3.3.2. Alvenaria

Dos serviços que complementam a alvenaria, três acompanham as metragens de parede levantadas em projeto. Chapisco e massa única são aplicados nas duas faces, logo sua metragem quadrada é o dobro das alvenarias. O encunhamento, aplicado na ligação com vigas e lajes, tem a mesma metragem linear das paredes.

As vergas sobre vãos de porta são separadas em menores e maiores que 1,50m. Para cada vão, foi considerado 40cm a mais de verga (20cm de cada lado). Em portas adjacentes, onde não há espaço para duas vergas lado a lado, utilizou-se verga única compreendendo os dois vãos. Não foi quantificado qualquer tipo de contra-verga, pois não existem janelas ou visores internos no projeto.

A passagem de instalações elétricas foi levantada de forma estimada, circundando cada sala. A marcação partiu da lateral das portas, onde estariam os interruptores, e se estendeu até a tomada mais distante do ambiente, posição também estimada. Não foram considerados conduítes na vertical devido à falta de detalhamento em projeto. O linear total de 444,83m foi utilizado tanto para rasgos quanto para chumbamento. Todas as quantidades de alvenaria estão presentes na tabela 3:

Tabela 3 – Levantamento de alvenaria

Item	Quant.	Und.
Alvenaria sem vãos	503,44	m²
Alvenaria com vãos	454,20	m²
Verga com até 1,50m	13,63	m
Verga com mais de 1,50m	17,78	m
Rasgo em alvenaria	444,83	m
Quebra em alvenaria para pontos	191,00	und
Chumbamento linear em alvenaria	444,83	m
Chapisco	1915,27	m²
Massa única	1915,27	m²
Encunhamento	273,61	m

Fonte: Autor

3.4. Cálculo das durações

Uma vez concluído o levantamento de serviços e seus respectivos quantitativos, para o cálculo das durações a fonte de composição de custos escolhida foi o SINAPI [9]. Suas tabelas fornecem dados como o custo unitário da atividade e de cada insumo que a compõe, além de coeficientes de produtividade da mão de obra. Como referência foram utilizados os relatórios do mês de março de 2021 para o estado do Rio de Janeiro.

O número de horas trabalhadas de um recurso de mão de obra para execução de uma determinada atividade é dado pelo produto entre a quantidade de serviço e o índice de produtividade desse recurso. Em atividades com mais de um recurso de mão de obra, é possível definir a equipe padrão com base nas produtividades, que são inversamente proporcionais aos índices. Para o sistema DW-120, por exemplo, uma parede sem vãos tem coeficiente de 0,7368 para montador e 0,1842 para servente, resultando numa equipe padrão de 4 montadores e 1 servente. Essa relação vale também para paredes com vãos e todas as outras atividades pertinentes ao Drywall.

Com a equipe padrão calculada em 5 trabalhadores, a fim de comparar a duração total para execução de Drywall e alvenaria, foi definido que o sistema DW-120 será executado por uma única equipe, enquanto os sistemas ALV-230, ALV-180 e ALV-130 serão executados por equipes com no mínimo o mesmo número de 5 pessoas. A tabela 4 apresenta o cálculo das durações do Drywall:

Tabela 4 – Durações do Drywall

Item / Recursos	Quant. / Índice	Horas de trabalho	Duração (horas) / Equipe
Drywall sem vãos	**503,44**		**92,73**
Montador	0,7368	370,93	4,0
Servente	0,1842	92,73	1,0

Drywall com vãos	**454,20**		**96,21**
Montador	0,8473	384,84	4,0
Servente	0,2118	96,20	1,0
Lã mineral	**957,64**		**16,28**
Montador	0,0680	65,12	4,0
Servente	0,0170	16,28	1,0
Travessa de 70mm com 80cm	**103,20**		**1,62**
Montador	0,0629	6,49	4,0
Servente	0,0157	1,62	1,0
Reforço de madeira com 60cm	**103,20**		**2,19**
Montador	0,0848	8,75	4,0
Servente	0,0212	2,19	1,0

Fonte: Autor

A duração de uma atividade é dada pela razão entre o número de horas trabalhadas e a quantidade de recursos. Visto que a equipe utilizada é a padrão, cada montador e cada servente trabalham a mesma quantidade de horas. Usando ainda como exemplo as paredes sem vãos, um montador trabalha 370,93/4 = 92,73 horas. No total, considerando que todos os serviços fazem parte do caminho crítico, temos uma duração de 209,03 horas, ou seja, cerca de 1,2 meses.

No caso das paredes de alvenaria, só o tempo de cura do emboço de 28 dias já praticamente cobre o tempo de execução do DW-120. Com isso, o prazo de 1,2 meses torna-se inviável. Para compensar essa desvantagem, cada serviço com diferentes composições possíveis nas tabelas do SINAPI [9] foi analisado de forma a agregar menor impacto nas durações. Na elevação das alvenarias, por exemplo, foram escolhidas as composições com os maiores tijolos, diminuindo o número de peças a serem instaladas e a quantidade de argamassa aplicada. Os tijolos escolhidos têm largura conforme sistema (de 19, 14 e 9cm), altura de 19cm e profundidade de 39cm.

Com foco nos custos, optou-se por técnicas mais eficientes, como o preparo das argamassas em betoneira ao invés do preparo manual. Isso representa uma diminuição nos custos de 12% tanto para massa única quanto para chapisco e 2% na elevação da alvenaria, considerando os sistemas em análise. Para o encunhamento, foi escolhida a aplicação de argamassa com bisnaga, método mais barato e mais rápido inclusive que a espuma de poliuretano expansiva.

Por outro lado, a aplicação de massa única com equipamento de mistura e projeção, uma técnica construtiva que tem ganhado espaço no mercado devido à sua velocidade, ficou de fora dos cálculos. Esse método tem custo 70% maior quando comparado com a aplicação manual, logo foi considerado o método convencional.

Com as composições definidas, seguindo o mesmo conceito de produtividade descrito anteriormente, paredes de alvenaria cerâmica têm equipe padrão com 2 pedreiros e 1 servente na elevação das paredes e equipes variadas para os demais serviços. A execução de chapisco, por exemplo, tem equipe padrão de 10 pedreiros e 1 servente, enquanto para massa única a relação é de 2,75 pedreiros para 1 servente. A tabela 5 demonstra o cálculo das durações para o sistema ALV-230, desconsiderando a execução de vergas, visto que essa atividade não faz parte do caminho crítico.

Tabela 5 – Durações da alvenaria

Item / Recursos	Quant. / Índice	Horas de trabalho	Duração (horas) / Equipe
Alvenaria sem vãos	**503,44**		**110,76**
Pedreiro	0,8800	443,03	4,0
Servente	0,4400	221,51	2,0
Alvenaria com vãos	**454,20**		**112,41**
Pedreiro	0,9900	449,65	4,0
Servente	0,4950	224,83	2,0
Rasgo em alvenaria	**444,83**		**15,12**
Auxiliar de eletricista	0,0340	15,12	1,0
Eletricista	0,2160	96,08	7,0
Quebra em alvenaria para pontos	**191,00**		**4,39**

Auxiliar de encanador	0,0230	4,39	1,0
Encanador	0,1440	27,50	7,0
Chumbamento linear em alvenaria	**444,83**		**24,47**
Auxiliar de encanador	0,0550	24,47	1,0
Encanador	0,3910	173,93	8,0
Chapisco	**1915,27**		**13,41**
Pedreiro	0,0700	134,07	10,0
Servente	0,0070	13,41	1,0
Massa única	**1915,27**		**163,76**
Pedreiro	0,4700	900,18	6,0
Servente	0,1710	327,51	2,0
Encunhamento	**273,61**		**2,46**
Pedreiro	0,0430	11,77	5,0
Servente	0,0090	2,46	1,0

Fonte: Autor

Pode-se observar que os itens que não fazem parte da construção a seco têm grande relevância na construção convencional. O rasgo e chumbamento para passagem de instalações representam 10% do tempo total, enquanto os revestimentos chegam a 40%. Somando todas as durações, temos um total de 446,78 horas, cerca de 2,5 meses.

Para calcular os outros sistemas de alvenaria, os únicos coeficientes a serem mudados são os de parede sem vãos e paredes com vãos, o que reduz a duração total em menos de 100 horas no melhor dos casos. Com isso, o sistema ALV-180 precisa de um prazo de 2,4 meses enquanto ALV-130 de 2,0 meses. Somando-se pelo menos a cura do emboço, a duração total dos sistemas de alvenaria cerâmica passa dos 3 meses e é em média 175% maior quando comparado com o Drywall.

3.5. Análise comparativa

É evidente que a construção a seco é bem mais rápida que a convencional quando se trata de elementos de vedação vertical. Mesmo o sistema mais simples de alvenaria, planejado com os métodos mais eficientes, fica longe da produtividade assumida pelo Drywall. Obviamente, os tempos podem ser encurtados à medida que se aumentam as equipes, mas o fluxo de caixa seria totalmente alterado e a comparação não seria eficaz. Além disso, os tempos de cura elevados da alvenaria a colocam numa desvantagem muito difícil de ser compensada.

Mantendo-se as equipes dimensionadas anteriormente e o tempo de execução das alvenarias em pelo menos 2 meses, as despesas administrativas com alimentação, condução e alojamento, se for o caso, mais que dobram em relação ao outro método. Aumentando as equipes e encurtando o prazo, apenas os gastos com alojamento poderiam ter um desconto, mas o canteiro de obras teria que estar dimensionado para receber uma maior quantidade de material.

Fica provado então que, para o estudo de caso deste trabalho, o Drywall é a melhor solução acústica, melhor solução para atendimento aos prazos e, conforme tabela 6, solução de segundo menor custo quando comparados os sistemas completos. Nesta tabela, entende-se como sistemas básicos o Drywall com apenas estrutura, chapeamento e tratamento de juntas, e a alvenaria com apenas os blocos e argamassa de assentamento.

Tabela 6 – Comparativo de custos

Sistema	**Custo total**	
	Básico	**Completo**
DW-120	R$ 112.993,79	R$ 142.595,97
ALV-230	R$ 91.471,83	R$ 176.837,03
ALV-180	R$ 75.445,45	R$ 160.810,65
ALV-130	R$ 55.846,60	R$ 141.211,80

Fonte: Autor

Quando se trata apenas do sistema básico, o Drywall tem custo muito superior às alvenarias, mas no sistema completo as posições se alteram significativamente, tornando o Drywall altamente competitivo. Acabados, os sistemas DW-120 e ALV-130 têm praticamente o mesmo custo, bem abaixo dos demais, porém a acústica do ALV-130 é classificada como mínima, enquanto a do

DW-120 superior, ou seja, o Drywall tem melhor custo benefício.

4. Considerações finais

Toda vez que uma técnica construtiva é lançada no mercado, surge uma nova demanda e novos parâmetros de qualidade. Em geral, o que é novo acaba se tornando mais caro, e necessita de mão de obra qualificada. Sem qualificação, investir em novas tecnologias é um risco, pois diminui a qualidade do produto final, expondo o método a julgamentos e desconfiança dos consumidores e dos próprios profissionais.

A indústria da construção está sempre se renovando, logo profissionais e empresas precisam estar aptos a se manterem atualizados para continuarem competitivos. Há décadas no mercado brasileiro, até hoje o Drywall sofre preconceito, entretanto trabalhos bem feitos tanto na fase de projeto quanto na execução o colocam em outro patamar.

Com o princípio da construção enxuta, outras tecnologias estão por vir e mudar novamente todos os parâmetros. Normas técnicas, tabelas de desempenho e qualificação profissional são o caminho para transmitir confiança aos clientes e acelerar os processos. Investir em novas tecnologias é essencial para o crescimento da construção civil.

5. Referências

[1] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.758-1: Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall – Projeto e procedimentos* executivos para montagem – Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes. Rio de Janeiro, 2009.

[2] KNAUF. W112 - *Parede Drywall Knauf com estrutura metálica simples e duas chapas em cada face – Perspectiva*, 2014. Disponível em: https://knauf.com.br/sistemas/parede-de-drywall-w112/. Acesso em: 21 mar. 2021.

[3] SILVA, V. C. S. *Estudo da Estabilidade e da Capacidade Resistente de Painéis Estruturais do Sistema Construtivo Light Steel Framing.* Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2013.

[4] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.575-4: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas* – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

[5] BRITO, A. C.; BERTO, A. F..; MITIDIERI, C.; THOMAS, E.; VITTORINO, F.; AQUILINO, M.; AKUTSU, M.; OLIVEIIRA, L. *Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem às principais dúvidas e elencam requisitos de suportes para elaboração de projetos.* Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, 2015.

[6] FERREIRA, A. R. P. C. Soluções Técnicas para Isolamento Sonoro de Edifícios de Habitação. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, 2007.

[7] VOTORANTIM. *Mapa da obra. Chapisco, emboço e reboco garantem paredes lisas e planas*, 2016. Disponível em: https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/chapisco-emboco-e-reboco-bem-feitos-garantem-paredes-lisas-e-planas/. Acesso em: 21 mar. 2021.

[8] KNAUF. *Fita de isolamento (banda acústica) para sistemas Drywall.* Disponível em: https://knauf.com.br/produtos/fita-de-isolamento-banda-acustica-para-sistemas-drywall/. Acesso em: 21 mar. 2021.

[9] SINAPI. *Relatório de Insumos e Composições. mar/21.* Sem desoneração

(SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_RJ_032021_NaoDesonerado) – Publicado em 16 de abril de 2021. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_656. Acesso em: 18 abr. 2021.

Revista Boletim do Gerenciamento

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

Redução de resíduos no canteiro de Obra

Reduction of Waste on the Construction Site

CHEREGATTI, Marcella Candido[1] ; SILVA, Maiane Ramos[2]
candidomarcella@gmail.com[1]; maianer@poli.ufrj.br[2]

[1]Engenheira Civil, Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG..
[2]Engenheira Civil, Esp. em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Gestão ambiental no canteiro de obras
Gestão de Resíduos
Sustentabilidade

Key word:
Environmental Management on the Construction Site,
Waste Management,
Sustainability

Resumo:

Este artigo visa discutir sobre as perdas de resíduos na Construção Civil no Brasil, através da abordagem do estudo das referências literárias sobre a gestão e acondicionamento de resíduos e de como pode- se otimizar e aproveitar os resíduos. Inicialmente são definidos conceito e classificação de perdas residuais no Brasil, é apresentada também a resolução 307/CONAMA que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos provenientes de obras de construções e como podemos adotá-las na prática. Este artigo tem por objetivo apresentar a experiência da aplicação do diagnóstico da gestão ambiental em uma empresa de médio porte do ramo da construção civil, localizada na cidade São Gonçalo/Rio de Janeiro. Apresentam-se os métodos para implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, ilustrados em um exemplo de aplicação em um empreendimento na fase de estrutura e acabamento, mostrando as etapas de caracterização da obra, caracterização de resíduos, conscientização, grupo de coordenação, triagem, acondicionamento e transporte de resíduos. Conclui-se como resultado, que o Plano de Gerenciamento de resíduos é avaliado por meios de indicadores, tornando-se uma ferramenta eficaz para acompanhamento e monitoramento do desempenho da instituição na análise dos resíduos sólidos.

Abstract

This article aims to discuss waste losses in Civil Construction in Brazil by studying literary references on waste management and conditioning and how waste can be optimized and utilized. Initially, the concept and classification of residual losses in Brazil are defined, and Resolution 307/CONAMA, which establishes guidelines, criteria, and procedures for managing waste from construction works, is also presented, along with how it can be adopted in practice. This article aims to present the experience of applying environmental management diagnostics in a medium-sized construction company located in São Gonçalo/Rio de Janeiro. The methods for implementing the Construction Waste Management Plan are presented, illustrated with an example of application in a project during the structure and finishing phases, showing the stages of project characterization, waste characterization, awareness, coordination group, sorting, conditioning, and waste

transportation. The conclusion is that the Waste Management Plan is evaluated through indicators, becoming an effective tool for monitoring and assessing the institution's performance in solid waste analysis.

1. Introdução

Uma das grandes preocupações mundiais desde século é descobrir como viver em um meio ambiente saudável e com qualidade de vida nas grandes cidades. Atitudes sustentáveis tornam-se relevantes em todos os setores, inclusive no da construção civil, já que nos dias de hoje, o setor é um fundamental instrumento de políticas públicas no país. Segundo Moraes [1], aborda-se que:

> *A construção civil é reconhecida como um dos setores mais importantes para assegurar o desenvolvimento econômico e social, sendo destaque no Brasil por propiciar ao crescimento e geração de emprego e renda para a população* [p.115] [1]

Neste panorama mostra-se importante uma abordagem a respeito dos resíduos sólidos da construção civil (RCC) e qual o impacto deles na sociedade. Segundo Mesquita [2], temos que:

> *No Brasil, a construção civil é responsável por cerca de 14% do PIB nacional. O setor também é um dos maiores consumidores de matérias-primas naturais. Estima-se que sejam utilizados entre 20% e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. A indústria da construção civil também gera impactos no meio ambiente com a produção de resíduos, que se tornou um grande problema nas grandes cidades.* [p.59] [2]

Deve-se esse fato atenção à mitigação de impactos gerados pela construção civil elaborando práticas e programas para redução de resíduos visando a implementação de programas de prevenção às perdas e reciclagem dos itens consumidos.

De forma a exemplificar as estratégias que podem ser utilizadas no setor da construção civil para reduzir esses impactos, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão bibliográfica acerca dos temas Redução e Reciclagem de resíduos no canteiro de obras. A partir deste estudo, será feita uma análise da elaboração de um diagnóstico inicial ambiental em uma construtora de porte médio, ilustrando como os resíduos são tratados no dia a dia da obra e uma análise final de como é a destinação e tratamento final, estabelecendo um resultado sobre a convergência entre as ações da empresa e uma efetiva gestão ambiental.

2. Contextualização: Sustentabilidade na Construção e a Gestão de Resíduos

2.1. Sustentabilidade na Construção

A construção civil, tem se tornado uma atividade de muita importância na sociedade, gerando fonte de trabalhos e movimentação da economia e apesar de ser uma atividade de grande relevância, ela enfrenta obstáculos em relação aos resultados consequentes da sua prática, especialmente quanto às consequências relacionadas ao meio ambiente. Segundo Agoyan e John [3]:

> *O desafio é, na verdade, a busca de um equilíbrio entre proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica. Aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável é buscar, em cada atividade, formas de diminuir o impacto ambiental e de aumentar a justiça social dentro do orçamento disponível.* [p.20] [3]

Com a ideia do desenvolvimento sustentável, pretende-se contribuir para as gerações futuras a atingir um nível de equilíbrio entre a eficiência do executado na construção civil e o aporte à sociedade ajudando para uma cautela de impactos ambientais.

2.2. Gestão de Resíduos

A gestão de resíduos sólidos é um tema bastante discutido nos últimos anos e se

encontra nas atividades de saneamento básico que se deve atenção à população pois impacta diretamente ao meio ambiente. Consequentemente, as atividades de gerenciamento de resíduos da construção civil devem ter mutualidade com a qualidade de vida e ambiental da população e do meio ambiente. Como aborda John [4]:

> *Os RCCs normalmente são denominados de "entulhos" e, em termos técnicos, são todo o resíduo de material usado na realização de obras em atividades de construção civil, sendo oriundos das etapas de infraestrutura, demolições, reformas, restaurações, reparos e construções novas, ou seja, é todo o conjunto de fragmentos ou restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassa, aço e madeira* [p. 102] [4]

Na importância de solucionar essa problemática, a preocupação com os resíduos e sua prevenção se torna real, nesse contexto recomenda-se que um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos seja implementado, abordando a caracterização e classificação, os procedimentos que serão utilizados em sua organização e segregação, sua coleta, recuperação, reciclagem e tratamento.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRCC) é uma ferramenta importante na gestão ambiental das empresas de construção civil. O plano auxilia na redução dos custos de manejo dos resíduos sólidos gerados, minimiza os impactos ambientais dos resíduos e é uma forma da empresa ter uma postura com responsabilidade socioambiental. Como cita Garé [5]:

> *A gestão de resíduos é considerada o principal problema de cunho ambiental do segmento, visto que o volume de resíduos gerados é muito alto. Deste modo, o foco de políticas ambientais em torno da construção civil, deve estar pautado na minimização de desperdícios, para assim evitar o volume de resíduos e onde não se for possível reduzi-los, aplicar a reciclagem ou reutilização dos mesmos* [p.20] [5]

O PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) consiste no planejamento da gestão do ciclo dos resíduos desde sua geração até a destinação final.

O enfoque de um PGRS é sempre a minimização da geração de resíduos baseado no princípio dos 3R`s (reduzir, reutilizar e reciclar). A empresa quando implanta um PGRCC estará colaborando também com a indústria da reciclagem, cooperativas e entidades sem fins lucrativos, propiciando a geração de empregos com ganhos para toda a sociedade, além dos benefícios econômicos diretos para a empresa, com a redução de custos de destino final de resíduos e a venda/troca de materiais recicláveis como uma fonte de renda para o empreendimento

2.3 Classificação dos resíduos sólidos da construção civil

Conforme Resolução CONAMA 307/2002, foi estabelecido uma classificação específica para cada tipo de resíduo da construção civil, que são organizados por meio de classes de A a D, referente às classificações dos resíduos da construção civil, conforme mostrado no Anexo A.

Mediante análise e dados, pode-se observar que a destinação adequada dos resíduos sólidos indicadas na tabela em anexo é cumprida pela organização. E para isso a empresa contrata de empresas licenciadas pelos órgãos ambientais e especializadas em coleta, transporte e destinação final para cada tipo se resíduo, de acordo com a sua classe/tipo, conforme Conama 307/02.

3. Exemplo de aplicação

3.1 Aspectos gerais

Neste exemplo de aplicação será mostrado como a obra atua no seu dia a dia, visando uma maior percepção de como é a reação no sentido de solucionar um problema. Será analisado como são geridas as destinações para os resíduos da construção civil e como a empresa aborda o reaproveitamento de RCC, com a análise do PGRCC (Plano de gerenciamento de resíduos da Construção Civil) para o correto procedimento e técnicas empregadas para a

reciclagem do entulho. Nos itens a seguir serão caracterizados os elementos deste exemplo de aplicação.

3.2 Caracterização da empresa e partes interessadas

A ABC é uma Construtora e Incorporadora fundada no ano de 2005, com a missão de levar qualidade de vida através dos seus empreendimentos. Estabelecida em São Gonçalo/RJ, começou as suas atividades na cidade e na vizinha Niterói, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, onde seu principal ramo é a compra de terrenos para construção de edifícios, comerciais e residenciais, e após isso a venda dos apartamentos com um preço acessível à população.

Todos os apartamentos/ salas oferecidas são embasadas nos itens da qualidade, transparência e segurança. Sua maior qualidade é que os empreendimentos são entregues antecipados. Seus últimos empreendimentos foram vendidos no lançamento, mostrando assim um forte potencial para crescimento e confiabilidade da população.

A construtora ABC tem sua atuação pautada nas normas técnicas e especificações dos órgãos competentes, levando a um processo transparente diante dos nossos *stakeholders* que são nossos fornecedores, terceirizados acionistas, investidores, a comunidade local e o público em geral.

3.3 Caracterização da Obra

O exemplo de aplicação foi realizado no empreendimento Residencial ABC, localizado em São Gonçalo/RJ. A obra em análise está em fase estrutural. A área de implantação do empreendimento se dá por 3 torres residenciais e 1 edifício garagem, o que corresponde à aproximadamente 18.115,94 m² com área total de 47.479,94m².

A Construtora ABC possui um quadro de colaboradores composto por duas áreas: Administrativa e Produção. Na área administrativa, situada na sede, podemos encontrar funcionários divididos entre as áreas: administrativa, comercial, engenharia, financeiro, planejamento, orçamento, legalização, marketing, vendas e operacional/TI.

No ramo da produção, compreende em setores que ficam subdivididos nas obras, que são eles: gerente de obra, engenheiro de campo, assistente administrativo, assistente de engenharia, equipe de meio ambiente, equipe de qualidade, técnico de segurança e estagiários.

3.4 Ações de Gestão de Resíduos

3.4.1 Conscientização e implementação

O PGRCC foi utilizado como uma ferramenta útil em todo o processo da obra do Residencial Palmeiras da Construtora e Incorporadora ABC a e seus prestadores de serviços. O objeto de análise será o PGRCC, que consiste em um documento técnico que identifica a quantidade de geração de cada tipo de resíduos proveniente de construções, reformas, reparos, demolições de obras civis e da preparação e escavação de terrenos.

Nesta fase para implementação da gestão, o gestor responsável pela implementação do PGRCC, ministrou palestras e treinamentos fim de instruir os funcionários sobre a gestão. Nestes treinamentos os funcionários eram orientados sobre legislação, tipos de resíduos e suas classificações, transporte destes resíduos e treinamentos para separação e destinação dos resíduos.

3.4.2 Triagem Inicial

Com toda a equipe do canteiro devidamente capacitada, a triagem dos resíduos primeiramente foi feita in loco, onde o resíduo era gerado. Conforme ilustrado nas figuras 1e 2, foram disponibilizados tambores e baias em locais estratégicos nos pavimentos do empreendimento para melhor descarte e seleção dos tipos de resíduo.

Figura 1 – Baias e tambores para acondicionamento dos resíduos

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

Figura 2 – Baias e tambores para acondicionamento dos resíduos

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

Para os resíduos de maiores volumes, foi estipulado locais específicos para sua segregação e acondicionamento, conforme mostrado nas figuras 3, 4 e 5, segundo as suas classes.

Em cada local específico os resíduos eram segregados pelas suas classes

Classe A: Areia, bloco de concreto, concreto armado, material de escavação, cerâmica, louça, pedras em geral, argamassa, telha cerâmica, bloco cerâmico, entre outros.

Figura 3 – Caçamba para recolhimento de resíduo Classe A

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

Classe B: Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

Destina-se um local reservado para acondicionamento das madeiras de descarte.

Figura 4 – Local de recolhimento das madeiras

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

Figura 5 – Local de recolhimento dos papelões, plásticos e papel

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

Grande parte da madeira que era utilizada na obra era reaproveitada em vários pavimentos para fazer a o assoalho das fôrmas das lajes, vigas e os pilares. Uma fração daquela madeira que não era aproveitada obra, era reaproveitada em vários pavimentos para fazer a o assoalho das fôrmas das lajes, nas lajes subsequentes, era armazenada em um local da obra para a confecção de baias, lixeiras, caixotes de argamassa, etc.

Classe C: Manta asfáltica, manta de lã de vidro, laminado melamínico (fórmica), peças de fibra de nylon

Os resíduos da classe C devido sua impossibilidade de reciclagem era acondicionada em caçambas com capacidade média de 5 m³ fora do canteiro

Classe D: Tinta, solvente, óleo, combustíveis, lataria contaminada, peças em fibrocimento, lodo de limpeza de fossa rolo, pincel, trinchas, EPI's contaminados, estopas contaminadas, mantas contaminadas, solo contaminados, entre outros. Esses resíduos são acondicionados em locais arejados e sobre pallets de proteção, conforme mostrado abaixo nas figuras 6 e 7.

Figura 6 – Local de recolhimento dos resíduos contaminados

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

Figura 7 – Local de recolhimento de embalagens de tintas e solventes

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

3.4.3 Coleta e transporte de resíduos

A coleta dos resíduos dentro da obra é feita por uma equipe de limpeza pré determinada que consiste em dois encarregados e quatro serventes para cada encarregado responsáveis pela limpeza dos pavimentos e coleta dos resíduos diariamente. Cada equipe é destinada a um local. Uma equipe para limpeza de subsolos, térreo e canteiro, e a outra equipe é responsável pelos pavimentos tipo e cobertura O transporte interno dos materiais foi feito em carrinhos e giricas para deslocamento horizontal e elevados de carga para deslocamento para deslocamento vertical. Os materiais como papéis, plástico, EPI's e pequenos pedaços de madeira o transporte era feito em sacos para facilitar o manuseio. O transporte até a central de reciclagem é feito através de empresas parceiras que recolhem esses resíduos até a destinação, conforme mostrado na figura 8.

Figura 8 – Transporte e destinação dos resíduos

Acervo da empresa ABC, 2018

3.4.4 Planejamento

O observado no estudo da coleta e armazenagem dos resíduos:

1. O controle adequado dos resíduos sólidos da construção civil na obra em questão foi realizado no início do planejamento para desenvolvimento do empreendimento;
2. A fase de levantamentos orçamentais e de compras é executada com a mais rigorosa exatidão possível de tal forma a não gerar perdas de materiais devido ao excesso na compra no decorrer da obra;
3. Os itens que recebem maior atenção na pré-obra com relação à minimização da geração de RCC são:

- Compatibilidade entre projetos para minimizar a compra inadequada de material;

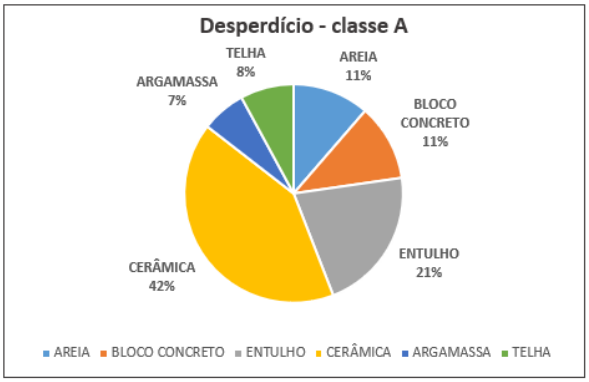
- Exatidão em relação a cotas, níveis e alturas;

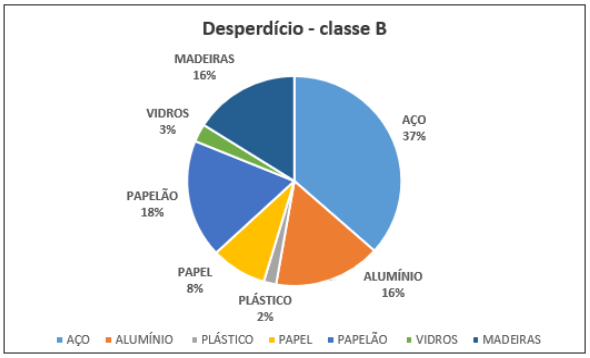
- Especificação de materiais e componentes necessários para realização do trabalho.

4. Análise de Resultados

É importante ressaltar alguns dados coletados referentes ao tipo e quantidade de resíduos coletados durante um ano de análise da construção, baseado no levantamento em campo. Conforme mostrado nas figuras 9 e 10, foi realizado uma análise de resíduos que compila as informações a respeito do desperdício das classes A e B na obra.

Figuras 9 - Tabelas de análise de resíduos (Classe A e B)





Fonte: Acervo pessoal

Pode-se observar que as cerâmicas na Classe A e o aço na Classe B são os maiores causadores de impactos, o que os torna importantes itens de atenção no canteiro de obras.

5. Indicadores de Sustentabilidade

Indicador ambiental é um parâmetro qualitativo ou quantitativo que evidencia alterações no meio ambiente. São ferramentas importantes para avaliação dos impactos no meio ambiente e suas formas de corrigir, mitigando depredação do meio ambiente. Segundo Constanza [7]:

> *O conceito de desenvolvimento sustentável deve ser inserido na relação dinâmica entre o sistema econômico humano e um sistema maior, com taxa de mudança mais lenta, o ecológico. Para ser sustentável, essa relação deve assegurar que a vida humana possa crescer e desenvolver sua cultura, indefinidamente, observando-se que os efeitos das atividades humanas permaneçam dentro de fronteiras adequadas, de modo a não destruir a diversidade, a complexidade e as funções do sistema ecológico de suporte à vida.* [p.270] [7]

Como o Rio de Janeiro possui um maior desenvolvimento econômico e urbano, que configura entre os maiores produtores de RSU per capta do país dentre os demais estados brasileiros, a fim de majorar a quantidade de resíduos, a empresa ABC criou índices de sustentabilidade para alguns resíduos da classe A e B durante o ano de 2018, utilizando a média de 2kg de geração

de entulho por trabalhador, conforme mostrado nos anexos B e C.

6. Plano de Ação

Considerando que são necessárias algumas adequações para melhorar continuamente os procedimentos reaproveitamento e conscientização dentro da empresa, foi necessário realizar um plano de ação com o seguinte cronograma.

Quadro 1 – Plano de ação

PLANO DE AÇÃO		
Proposta de ação corretiva	**Responsável**	**Prazo**
Promover manutenção de locais de armazenamento dos resíduos	Encarregado	Trimestral
Garantir lixeiras adequadas para cada atividade através de inspeções periódicas	Encarregado	Semestral
Treinar colaboradores a respeito do PGRCC	Gestão Ambiental	Trimestral
Garantir que empresas de recolhimento estejam com suas licenças válidas	Gestão Ambiental	Semestral
Revisar processos e garantir eficiência no canteiro	Gestão Ambiental	Semestral
Apresentar trimestralmente à SEMMA inventários dos manifestos de resíduos	Gestão Ambiental	Trimestral

Fonte: Acervo da empresa ABC, 2018

Conforme aborda Lúcia Campos [8]:

"Ao implementar um Sistema de Gestão Ambiental - SGA como forma de gerenciamento das atividades organizacionais, deve-se lembrar que o compromisso passa a ser permanente, pois exige uma mudança definitiva da antiga cultura e das velhas práticas. Para tanto, é imprescindível a busca da melhoria contínua, princípio fundamental de um SGA."[p.52] [8]

Visto essa importância, nota-se que a empresa está na busca de afinar com as ações corretivas e buscando aperfeiçoá-las ao longo dos anos.

Com essa análise, mostra-se que a empresa tem um desperdício alto de resíduos por trabalhador, principalmente em meses específicos.

7. Conclusão

A importância do reaproveitamento e sustentabilidade tem gerado para o setor da Construção Civil, intensas modificações e adaptações aos novos conceitos gerenciais pelo fato do grande aperfeiçoamento profissional e mudança da sociedade em aproveitamento e conscientização de materiais reutilizáveis, o que exige cada vez mais, as empresas buscarem produtos e serviços com qualidade, ética e responsabilidade ambiental.

É válido ressaltar que o exemplo de aplicação se trata se um projeto inicial da empresa ABC, onde ainda não está validado para contemplar as classes de resíduos C e D.

A ABC Construtora e Incorporadora exerce atividade potencialmente poluidora de baixo impacto ambiental, porém este indicador não dispensa o atendimento às Leis, Normas e Condicionantes das Licenças Ambientais vigentes da obra do Residencial Palmeiras

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil é uma importante ferramenta da administração superior da empresa no atendimento aos requisitos legais ambientais perante aos órgãos públicos competentes e na implantação da filosofia do sistema produtivo ambientalmente correto, com ênfase na conscientização ambiental do quadro funcional e colaboradores, portanto não está sendo bem desenvolvido e explorado. A correta implantação do PGRCC em uma edificação gera vários benefícios ao empreendimento como o controle de resíduos por etapa da edificação, organização, limpeza do canteiro, reuso de resíduos e controle de descarte. Deve ser introduzido quando o empreendimento está na fase inicial. Com isso, o PGRCC pode mostrar a quantidade de resíduos em cada etapa da obra, podendo prever a quantidade de materiais gerados em cada método construtivo.

O plano deverá ser monitorado constantemente e revisado sempre que possível quando houver adição de atividades correntes na obra.

Com isso, conclui-se com essa aplicação que o experimento se mostrou eficaz e apesar de estar em um processo inicial, aborda e analisa resíduos que efetivamente causam impactos no meio ambiente, gerando assim histórico e métodos para a utilização em outros empreendimentos que virão existir.

8. Referências

[1] MORAES, N. C. de; HENKES, J. A. *Avaliação do programa de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição, no município de Caçapava-SP*. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v.2, n.1, p.113-134, 2013.

[2] MESQUITA, A. S. G. *Análise da Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Teresina, Piauí* Holos, vol. 2, 2012, pp. 58-65 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Natal, Brasil.

[3] AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. *O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil.* Vol. 5. Série Sustentabilidade. 2016

[4] JOHN, Vanderley Moacyr. *Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.* São Paulo, 2010. 102p. Tese livre docência – Escola Politécnica, Universidade de SP.

[5] GARÉ, J. C. *Contribuições da construção civil brasileira para o desenvolvimento sustentável*. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2011.

[6] CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução 307, de 5 de julho de 2002.* Alterada pela Resolução nº 469/2015 Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: https://www.unifesp.br/reitoria/dga/images/legislacao/residuos2/CONAMA_RES_CONS_2002_307.pdf

[7] COSTANZA, R. *Ecological economics: the economics: the science and management of sustainability*. New York: Columbia Press, 1991.

[8] CAMPOS, Lucila Maria de Souza; MELO, Daiane Aparecida de. *Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica* 2008.

9. Anexos e Apêndices

ANEXO A

Quadro 1 – Classificação dos Resíduos da Construção Civil [6]

CLASSIFICAÇÃO	TIPOLOGIA
CLASSE A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
CLASSE B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
CLASSE C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
CLASSE D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Conama, 2015

ANEXO B

Tabela 1 – Indicados de sustentabilidade – Classe A – Retirado do acervo da obra ABC

ABC
Construtora e Incorporadora

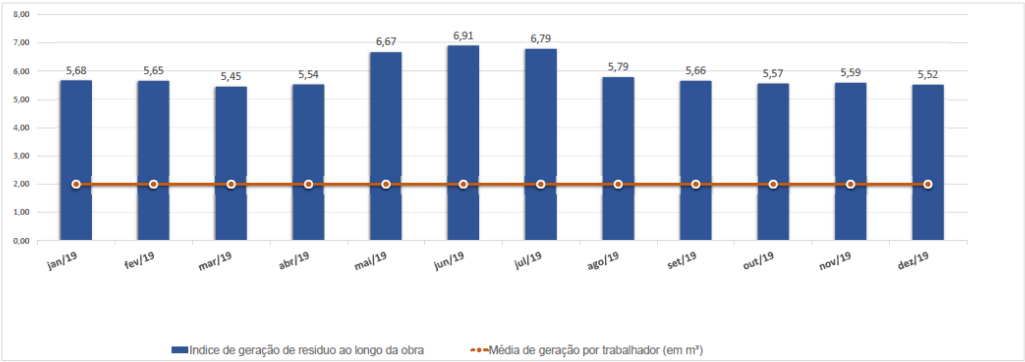
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE - GERAÇÃO DE RESÍDUOS CLASSE A (ENTULHOS E ATERROS)

OBJETIVO: REDUZIR A GERAÇÃO DE RESIDUO AO LONGO DA OBRA - **META: Manter-se abaixo da média de 2m² / funcionário**

OBJETIVO: ACOMPANHAR O VOLUME DE RESÍDUOS DESCARTADOS CLASSE A EM M3 DE FORMA ACUMULADA - **META: Acompanhar o volume de resíduos descartados (em m³) de forma acumulada**

OBJETIVO: REDUZIR A GERAÇÃO DE RESIDUO AO FINAL DA OBRA - **META: Máximo 0,4 m³ de consumo de resíduo classe A por m² de área construída**

OBRA:RESIDENCIAL PALMEIRAS



	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19		Geração de residuo ao final da obra
Geração de residuo no canteiro (em m³)	**198,77**	**209,14**	**212,5**	**232,54**	**540,5**	**587,2**	**597,81**	**549,88**	**532,1**	**512,03**	**514,35**	**508,01**	**Geração total de residuo ao longo da obra (por m²) - kg**	5194,83
Numero de trabalhador no mês	**35**	**37**	**39**	**42**	**81**	**85**	**88**	**95**	**94**	**92**	**92**	**92**	**Área construída (m²)**	**42478,94**
Média de geração por trabalhador (em m³)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**Meta: 0,4m³/m²**	**0,12**
Geração de resíduos acumulado	5,68	11,3	16,8	22,3	29,0	35,9	42,7	48,5	54,1	59,7	65,3	70,8		
Indice de geração de residuo ao longo da obra	5,68	5,65	5,45	5,54	6,67	6,91	6,79	5,79	5,66	5,57	5,59	5,52		

Tabela 2 – Indicados de sustentabilidade – Classe B – Retirado do acervo da obra ABC

ABC Construtora e Incorporadora	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE - GERAÇÃO DE RESÍDUOS CLASSE B (METAIS)

OBJETIVO: REDUZIR A GERAÇÃO DE RESIDUO AO LONGO DA OBRA - **META: Manter-se abaixo da média de 2m² / funcionário**

OBJETIVO: ACOMPANHAR O VOLUME DE RESÍDUOS DESCARTADOS CLASSE A EM M3 DE FORMA ACUMULADA - **META: Acompanhar o volume de resíduos descartados (em m³) de forma acumulada**

OBJETIVO: REDUZIR A GERAÇÃO DE RESIDUO AO FINAL DA OBRA - **META: Máximo 0,4 m³ de consumo de resíduo classe A por m² de área construída**

OBRA:RESIDENCIAL PALMEIRAS

	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19		Geração de residuo ao final da obra
Geração de residuo no canteiro (em kg)	**412**	**489**	**987**	**1.057**	**1.874**	**1.989**	**1.997**	**2.457**	**2.244**	**2.121**	**2.021**	**2.249**	**Geração total de residuo ao longo da obra (por m³) - kg**	**19.897**
Numero de trabalhador no mês	**35**	**37**	**39**	**42**	**81**	**85**	**88**	**95**	**94**	**92**	**92**	**92**	**Área construída (m²)**	**42478,94**
Média de geração por trabalhador (em kg)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	**Meta: 0,4m³/m²**	**0,47**
Geração de resíduos acumulado	11,77	25,0	50,3	75,5	98,6	122,0	144,7	170,6	194,4	217,5	239,4	263,9		
Indice de geração de residuo ao longo da obra	11,77	13,22	25,31	25,17	23,14	23,40	22,69	25,86	23,87	23,05	21,97	24,45		

Revista Boletim do Gerenciamento

v. 26 n. 26, setembro/2021

Site: www.nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento

Expediente

Equipe Editorial

Supervisão Editorial:
Eduardo Linhares Qualharini

Comitê Editorial:
Eduardo Linhares Qualharini, POLI/UFRJ
Isabeth da Silva Mello, NPPG/UFRJ
José Luiz Fernandes, CEFET/RJ
Maurini Elizardo Brito, NPPG/UFRJ
Nikiforos Joannis Philyppis Jr., FACC/UFRJ
Osvaldo Ribeiro da Cruz Filho, CEFET/RJ

Assistente de Supervisão Editorial:
Maiane Ramos da Silva

Jornalista Responsável, Edição e Diagramação:
Fernanda Viviani de Paula (Registro Profissional: 0039905/ RJ)

Periodicidade da Publicação
Bimestral

Responsável pela Publicação
Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – NPPG
Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, sala D207
Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909

Contato Principal
Eduardo Linhares Qualharini, D. Sc.
Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão - NPPG
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
(21) 3938-7965
boletimdogerenciamento@poli.ufrj.br