

REVISTA

Edição Especial
VII CIRMARE

BOLETIM DO GERENCIAMENTO
REVISTA ELETRÔNICA

ISSN: 2595-6531



Politécnica
UFRJ

SUMÁRIO

ANÁLISE DO IMPACTO DAS EXIGÊNCIAS LEGAIS NA GESTÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM ÁREAS URBANAS

Analysis of the impact of legal requirements on construction project management in urban areas. NEVES, NARDACI, Heitor Ferreira; PERTEL, Monica..... 01

A QUALIDADE EM PROJETOS

The Quality in Projects

MANO, Elimar Pinheiro Primeiro Autor, CUNHA, Carlos Henrique Berrini da 12

SUSTENTABILIDADE NO SETOR PÚBLICO E O DIFÍCIL ENGAJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Sustainability in the public sector and the difficult engagement in civil construction.

PEREIRA, Mônica Alves; PERTEL, Mônica 33

GESTÃO DE PROJETOS DE LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL. ESTUDO DE CASO DO PROJETO SÃO FRANCISCO

Management of Electric Power Transmission Line Projects in Brazil. San Francisco Project Case Study

FERNANDES, Bruno; MURTA, Aurélio 46

USO DE FOTOGRAFETRIA PARA ESCANEAMENTO DE EDIFICAÇÕES COM FACHADAS OBSTRUÍDAS PARA MODELAGEM BIM AS-IS

Use of photogrammetry scanning for obstructed facades buildings to AS-IS BIM modeling purposes

GONÇALVES, Sarah; REIS, João Vitor; ALVES, Arthur; FERNANDES, Ana Maciel 55

ANÁLISE DE FLUXOS FÍSICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL – UM ESTUDO EM OBRAS VERTICais

Analysis of Physical Flows in Civil Construction – A Study in Vertical Construction Projects

DIAS, Nayara Vollmer; AZEVEDO, Bruno Freitas de 67

Revista Boletim do Gerenciamento



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

Análise do impacto das exigências legais na gestão de projetos de construção em áreas urbanas

Analysis of the impact of legal requirements on construction project management in urban areas.

NARDACI, Heitor Ferreira¹; PERTEL, Monica²

arq.heitor.nardaci@gmail.com¹; monicapertel@poli.ufrj.br².

¹ Pós-Graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

² D.Sc. Professor adjunto, Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Regulamentação urbana

Gestão de projetos de construção

Impacto ambiental

Key word:

Urban planning regulations

Construction project management

Environmental impact

Resumo:

O presente artigo tem como objetivo analisar o impacto das exigências legais na gestão de projetos de construção em áreas urbanas, com foco na cidade do Rio de Janeiro. O estudo aborda como as regulamentações governamentais, como lei, normas e políticas públicas, influenciam as diversas fases do gerenciamento de projetos, desde o planejamento até a execução. No contexto da construção urbana, destaca-se a importância das permissões de licenciamento ambiental, normas de segurança no trabalho, exigências de acessibilidade e regulamentações de construção. O artigo discute como essas exigências podem afetar o cronograma, o orçamento e a execução dos projetos, além de apresentar o impacto das mudanças regulatórias durante o ciclo de vida das obras. A pesquisa também evidencia a necessidade de planejamento estratégico para garantir a conformidade legal e minimizar os riscos de atrasos e custos adicionais. Assim, esse trabalho visa fornecer insights valiosos para gestores de projetos e profissionais da construção civil, orientando-os sobre como lidar com os desafios impostos pelas exigências legais no ambiente urbano do Rio de Janeiro. As exigências legais impactam diretamente a definição do escopo, os prazos e os custos dos projetos urbanos, exigindo uma abordagem integrada entre planejamento técnico e jurídico. Também evidenciam que a gestão estratégica dos stakeholders institucionais e comunitários é essencial para garantir a conformidade normativa, reduzir riscos e aumentar a viabilidade das obras em contextos urbanos complexos como o do Rio de Janeiro.

Abstract

This article aims to analyze the impact of legal requirements on construction project management in urban areas, with a focus on the city of Rio de Janeiro. The study explores how governmental regulations—such as laws, standards, and public policies—affect the different phases of project management, from planning to execution. In the context of urban construction, the research highlights the significance of environmental licensing, workplace safety regulations, accessibility standards, and building codes. The article discusses how these requirements can influence project timelines, budgets, and execution, and examines the effects of regulatory changes throughout the project.

lifecycle. The findings emphasize the importance of strategic planning to ensure legal compliance and to minimize the risks of delays and additional costs. This study aims to offer valuable insights for project managers and construction professionals, helping them navigate the challenges imposed by legal requirements in the urban environment of Rio de Janeiro. Legal requirements directly impact the definition of scope, timelines, and costs of urban projects, requiring an integrated approach between technical and legal planning. They also show that the strategic management of institutional and community stakeholders is essential to ensure regulatory compliance, reduce risks, and increase the feasibility of construction in complex urban contexts such as Rio de Janeiro.

1. Introdução

Nas últimas décadas, os projetos de construção civil em áreas urbanas vêm se tornando cada vez mais complexos, não apenas pelo avanço das tecnologias construtivas e aumento das demandas por infraestrutura, mas também pelas múltiplas exigências legais que precisam ser cumpridas ao longo de todas as fases do empreendimento. A realização de obras em cidades como o Rio de Janeiro envolve um conjunto de regulamentações urbanísticas, ambientais, patrimoniais, sociais e de mobilidade urbana que impactam diretamente a elaboração, aprovação e execução dos projetos.

Nesse contexto, as exigências legais não se configuram apenas como obrigações burocráticas, mas como condicionantes fundamentais para a viabilidade técnica, econômica e social dos empreendimentos urbanos. Sua influência vai desde a etapa de concepção do projeto — com a necessidade de análises de impacto de vizinhança, estudos ambientais e planos de mitigação — até a fase de execução, onde o cumprimento de condicionantes legais pode afetar prazos, custos e estratégias de comunicação com os stakeholders. Além disso, o *Project Management Institute* (PMI) lembra que:

Fatores externos ao projeto, como exigências regulatórias e a atuação de órgãos públicos, compõem os chamados fatores ambientais da empresa, que podem afetar diretamente o cronograma, os custos e o escopo da obra. Esse cenário é ainda mais evidente em áreas

urbanas consolidadas, onde a sobreposição de competências institucionais impõe restrições operacionais e amplia a complexidade da gestão. (p.29) [1].

Particularmente no Rio de Janeiro, cidade marcada por sua densidade populacional, infraestrutura urbana consolidada e fragilidades ambientais, os projetos de construção enfrentam desafios agravados por uma legislação complexa, constantemente atualizada, e por um ambiente de intensa atuação de órgãos fiscalizadores e controle social. A conformidade legal se torna, portanto, um fator estratégico para o sucesso do projeto, exigindo dos gestores uma postura proativa na identificação de riscos legais e na articulação entre diferentes partes interessadas, como órgãos públicos, concessionárias, comunidades locais e o mercado imobiliário.

A literatura sobre gestão de projetos já reconhece a importância de práticas estruturadas de gestão de stakeholders, especialmente em projetos urbanos onde há múltiplos atores com interesses diversos e, muitas vezes, conflitantes. A ausência de um planejamento estruturado para lidar com as partes interessadas pode comprometer significativamente a execução do projeto, além de gerar impactos sociais negativos e até paralisações judiciais. Entretanto, SINGEP (p.3) [2], reforça a ideia sobre a importância da gestão de stakeholders em projetos urbanos.

No contexto da urbanização, as cidades se tornam lugares em que cidadãos, indústrias,

turistas e inúmeros atores urbanos têm interagido, tornando a gestão de stakeholders essencial para o sucesso dos projetos urbanos

2. Desenvolvimento.

2.1 As exigências legais no contexto urbano do Rio de Janeiro.

A atuação no campo da construção civil em centros urbanos, especialmente em megaciudades como no Rio de Janeiro, é amplamente condicionada por um aparato legal complexo e multifacetado. Esse conjunto normativo compreende leis, decretos, código de obras e normas técnicas que definem as regras para ocupação, uso e transformação do espaço urbano. No caso do Rio de Janeiro, cuja configuração territorial envolve áreas ambientalmente sensíveis, zonas históricas protegidas e bairros densamente ocupados, a gestão de projetos deve considerar obrigatoriamente um leque de exigências legais desde as etapas iniciais do empreendimento.

O ponto de partida para qualquer análise da legislação urbanística carioca, é o plano diretor da cidade, instituído pela Lei Complementar Municipal nº 111, de 1º de fevereiro de 2011 (Rio de Janeiro) [3]. Esse instrumento estabelece diretrizes para o desenvolvimento urbano e regional, definindo parâmetros como coeficientes de aproveitamento, gabaritos, recuos obrigatórios e uso permitido para cada zona, conforme Quadro 1. Complementarmente o código de obras (LCM nº198/2019) [4] regulamenta aspectos técnicos da construção, incluindo acessibilidade, segurança, higiene e conforto das edificações. Há ainda legislações específicas que regulam intervenções em espaços públicos, como o Decreto Municipal nº 39.983/2015 [5] que institui o programa paradas carioca – versão carioca dos *parklets* – autorizando a ocupação temporária de vagas de estacionamento com estruturas de convivência urbana.

A complexidade da legislação se amplia quando se considera a necessidade de

articulação entre os diferentes níveis de governo e instituições reguladoras. Projetos que envolvem áreas de preservação ambiental, por exemplo, devem ser submetidos à análise do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Quando o projeto está situado em áreas tombadas ou em entorno de bens culturais, entra em cena o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), que tem poder de veto sobre intervenções consideradas lesivas ao patrimônio histórico. Além disso, o Conselho Municipal de Patrimônio Cultural também (CMPC) também participa do processo de aprovação de projetos em regiões sensíveis do ponto de vista cultural. Essa sobreposição de competências tende a tornar o processo de licenciamento mais lento e incerto, exigindo do gestor de projetos habilidades não apenas técnicas, mas também jurídicas e político-institucionais.

Esse cenário jurídico-procedimental influencia diretamente as estratégias de planejamento adotadas pelos gestores. Em muitas situações o projeto inicial, concebido com base em critérios técnicos e financeiros, precisa ser reformulado para atender a determinações legais do uso de solo, acessibilidade, mobilidade, impacto ambiental ou impacto de vizinhança. O gestor deve estar atendo ao risco de que cada exigência adicional implique não apenas em novas etapas de tramitação, mas também em necessidade de novos projetos complementares, como estudo de impacto ambiental, laudos arqueológicos, análises de trânsito e audiência pública.

Quadro 1 – Principais legislações aplicáveis a projetos urbanos no Rio de Janeiro.

Legislação	Objeto principal	Ano
LCM nº111/2011 (Plano diretor)	Diretrizes de desenvolvimento urbano e zoneamento	2011
LCM nº198/2019 (Código de obras)	Parâmetros técnicos para edificações e reformas	2019
Decreto Rio nº39.983/2015	Regramento para instalação de paradas cariocas	2015
NBR 9050 (ABNT)	Acessibilidade de edificações	Atual

Lei Estadual nº3.467/2000	Licenciamento ambiental estadual	2000
Decreto-lei nº25/1937(IPHAN)	Tombamento e proteção do patrimônio cultural	1937

Fonte: Os autores com base na legislação municipal, estadual e federal vigente.

Outro ponto crítico diz respeito à previsibilidade dos processos. O tempo necessário para a obtenção de licenças pode variar de acordo com a intervenção, a localização do projeto e complexidade técnica envolvida. Enquanto pequenas reformas podem ser licenciadas em semanas, projetos de grande porte, especialmente em áreas sensíveis, podem levar de seis meses a dois anos até obterem todas as autorizações necessárias. Essa imprevisibilidade impacta diretamente o cronograma do projeto e pode comprometer contrato com investidores, fornecedores e usuários finais.

Além disso, a legislação prevê que a responsabilidade pelo cumprimento de todas as exigências legais recai sobre o proponente do projeto, o que inclui tanto os aspectos documentais quanto operacionais. Assim, eventuais omissões ou falhas no atendimento aos requisitos legais não apenas atrasam a obra, mas também expõe o responsável técnico e o empreendedor a sanções administrativas, civis e penais.

Por esses motivos, é imprescindível que o gerenciamento de projetos em áreas urbanas no Rio de Janeiro incorpore, desde as primeiras etapas, um componente jurídico-operacional robusto, que contemple o mapeamento completo das exigências legais aplicáveis e uma estratégia de relacionamento institucional com os órgãos envolvidos.

2.2 Impacto das exigências legais no ciclo de vida dos projetos urbanos.

A influência das exigências legais na gestão de projetos urbanos vai além do enquadramento normativo: ela se materializa em impactos diretos e, muitas vezes, determinantes sobre as principais fases do ciclo de vida do projeto da concepção à execução e encerramento. Cada etapa é moldada por condicionantes legais que podem

redefinir prazos, escopos, orçamento e até a viabilidade do empreendimento. No caso de projetos urbanos no Rio de Janeiro, a intensidade e a amplitude dessas exigências são particularmente significativas, dadas a sobreposição de zonas de proteção ambiental, áreas tombadas, infraestrutura consolidada e dinâmicas sociais complexas. Segundo o PMI [1]:

O ciclo de vida de um projeto é composto por fases sequenciais e progressivas, com características específicas e entregas associadas. Essas fases (iniciação, planejamento, execução, monitoramento e encerramento) são atravessadas por áreas de conhecimento como escopo, tempo, custo, qualidade e riscos, todas influenciadas por fatores externos, incluindo o aparato legal. Em projetos urbanos, esses fatores legais não apenas atravessam, mas condicionam as fases do projeto, exigindo integração contínua entre a dimensão técnica e a jurídica.

Na fase de iniciação e concepção, o impacto das exigências legais se manifesta principalmente na definição do escopo. É nessa etapa que é analisado o zoneamento e uso do solo e os índices urbanísticos definidos no plano diretor, além das normas específicas para o tipo de empreendimento proposto. No município do Rio de Janeiro, por exemplo, o Plano Diretor (LCM nº 111/2011) [3] delimita zonas de proteção ambiental, define o adensamento populacional permitido e estabelece gabaritos máximos de alturas para edificações. O descumprimento de qualquer um desses parâmetros pode inviabilizar o projeto ou exigir sua reformulação. Em áreas de proteção cultural, como o entorno da região portuária ou bairros históricos como Santa Teresa, qualquer proposta de intervenção deve ser submetida à análise do IPHAN, cujo parecer pode modificar substancialmente o escopo original.

Durante a fase de planejamento e licenciamento, os gestores precisam considerar o tempo necessário para tramitação dos processos legais junto aos diferentes órgãos públicos. O licenciamento ambiental, por exemplo, quando exigido, deve ser obtido

junto ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA), o que pode demandar estudos como o EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental) ou laudos específicos de drenagem, fauna e vegetação. Tais estudos exigem tempo, recursos financeiros e contratação de especialistas, impactando diretamente o cronograma e orçamento do projeto, em muitos casos, também são exigidas audiências públicas ou manifestações formais de comunidades afetadas, procedimentos que, embora relevantes do ponto de vista democrático e ambiental, introduzem novas camadas de complexidade à gestão de tempo.

A fase de execução não está imune às exigências legais. Mesmo após o licenciamento inicial, o cumprimento das condicionantes impostas pelos órgãos de controle precisa ser monitorado continuamente, conforme mostrado no Quadro 2. A não conformidade com essas exigências pode acarretar embargos, multas, ou mesmo a suspensão judicial da obra. A lei estadual nº 3.467/2000 [6], por exemplo, que trata do licenciamento ambiental do estado do Rio de Janeiro, permite que o INEA suspenda a licença de operação caso se verifique o descumprimento de medidas mitigatórias ou compensatórias previstas no processo de licenciamento. Tais eventos tem o potencial de afetar a continuidade do projeto e gerar passivos jurídicos e financeiros substanciais.

Além dos efeitos diretos sobre tempo e escopo, o impacto das exigências legais também se reflete no gerenciamento de custos. Alterações no projeto para atender a novas exigências normativas, como a adaptação a normas de acessibilidade (NBR 9050) [7], ou a instalação de dispositivos de drenagem sustentável, geram aumento de custo não previstos originalmente. Da mesma forma a contratação de consultorias técnicas para atender aos requisitos documentais ou a realização de estudos adicionais eleva o custo indireto do projeto, que muitas vezes não é suficientemente previsto na etapa de estimativas iniciais. Conforme salienta Vargas [8]:

A subestimação de custos legais e regulatórios é um dos principais fatores de estouro orçamentário em projetos urbanos no Brasil.

No que diz respeito ao gerenciamento de riscos, as exigências legais devem ser tratadas como riscos externos — ou seja, fatores que não estão sob controle direto da equipe do projeto, mas que podem ter impacto relevante sobre suas metas. O PMI através do PMBoK recomenda, nesses casos, a aplicação de técnicas como a análise qualitativa e quantitativa de riscos, a elaboração de plano de respostas e a inclusão de reservas de contingências no orçamento e cronograma (p.328-331) [1]. A identificação antecipada de riscos relacionados ao não atendimento de exigências legais, por exemplo, pode levar à alocação de recursos para consultoria jurídica, processos participativos com a comunidade e contratação de especialistas ambientais — ações que aumentam as chances de aprovação e execução fluida do projeto.

Quadro 2 – Impacto das exigências legais no ciclo de vida de projetos urbanos.

Fase do projeto	Exigência legal típica	Impactos na gestão de projetos
Concepção e iniciação	Zoneamento urbano, plano diretor e patrimônio	Redefinição de escopo, inabilitação de projeto, necessidade de reformulação técnica
Planejamento e licenciamento	Licença ambiental, EIV, aprovação do IPHAN	Atraso no cronograma, aumento de custo com estudos técnicos e compensações legais
Execução	Cumprimento de condicionantes e fiscalização	Embargos, multas, paralisações judiciais, perda de credibilidade institucional
Monitoramento e controle	Auditória legais e técnicas	Aumento de carga administrativa e exigências de relatórios de conformidade
Encerramento	Certidões de baixa e alvarás finais	Risco de não liberação de uso, atrasos na entrega e necessidade de regularizações pós-obra

Fonte: Os autores com base na legislação vigente, Vargas[8] e PMI[1].

Fica evidente, portanto, que a atuação do gestor de projetos não pode restringir-se ao domínio técnico e operacional, sobretudo em contextos urbanos legalmente sensíveis. Incorporar as exigências legais ao planejamento estratégico, alocar recursos específicos para atendimento normativo e manter um canal constante de diálogo com os órgãos fiscalizadores são práticas essenciais para garantir não apenas a legalidade, mas a viabilidade plena dos projetos de construção urbana no Rio de Janeiro.

2.3 A influência das exigências legais na gestão de escopo, tempo e custo.

A tríade escopo-tempo-custo constitui o núcleo central da gestão de projetos segundo o guia PMBOK[1], representando os principais elementos de planejamento e controle que, quando afetados por variáveis externas, comprometem diretamente o sucesso do projeto. Em projetos urbanos, especialmente no contexto brasileiro, a presença de exigências legais complexas, sobrepostas e muitas vezes conflituosas introduz um nível elevado de incerteza e rigidez nesses três pilares. O Rio de Janeiro, enquanto metrópole com legislação urbanística, ambiental e patrimonial densa e multifacetada, constitui um ambiente especialmente propício para a análise dessa influência.

O escopo de um projeto, segundo PMI, é definido como:

O trabalho que precisa ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções especificadas. (p.105) [1].

Em projetos urbanos, esse escopo é construído com base em condicionantes físicos (terreno, infraestrutura existente), técnico (uso pretendido) e sociais (demanda, impacto comunitário). No entanto, o elemento legal frequentemente atua como restrição e força de redefinição contínua do escopo.

Exigências relacionadas ao uso do solo, gabarito, coeficiente de aproveitamento, taxa de permeabilidade, área mínima permeável e recuos obrigatórios previstas no Plano Diretor

do Rio de Janeiro [3], tem potencial para modificar substancialmente o programa arquitetônico e urbanístico originalmente concebido. Uma edificação planejada com quatro pavimentos pode ter de ser reduzida para dois se estiver situada em uma zona de proteção visual e cultural, como no entorno do Cais do Valongo, sob proteção do IPHAN. Nesses casos, as alterações não são apenas formais, mas estruturais: afetam a viabilidade econômica, o perfil do público-alvo, os materiais empregados e até o retorno do investimento. Ocorre, ainda, a exigência de entregas complementares, como projetos de drenagem sustentável, áreas verdes compensatórias, acessos universais conforme a NBR 9050 [7] ou soluções acústicas em zonas mistas. Tais exigências se tornam novos pacotes de trabalhos a serem incluídos na Estrutura Analítica do Projeto (EAP), demandando realocação de recursos, mudanças na cadeia de suprimentos e revisão dos critérios de aceitação de entregas.

Além disso, as exigências legais nem sempre estão claras na fase de iniciação. Muitas emergem apenas durante a tramitação de processos administrativos, tornando o escopo um elemento iterativo e reativo, e não um plano fechado, como sugere a abordagem tradicional. Isso exige uma postura gerencial mais adaptativa, com ciclos contínuos de verificação e reformulação, e uma integração estreita entre as equipes técnicas, jurídica e ambiental do projeto.

A variável “tempo” é igualmente sensível aos feitos das exigências legais. O cronograma de um projeto urbano deve prever, além das atividades internas e de construções, um conjunto de marcos relacionados à obtenção de licenças, aprovações e pareceres técnicos de diferentes órgãos públicos. No Rio de Janeiro, por exemplo, é comum que um mesmo projeto exija parecer da Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), da CET-Rio (em casos de impactos viário), do IPHAN (em áreas tombadas), e da concessionária de serviços (CEDAE, Light, Comlurb, entre outras).

Cada órgão tem seu próprio rito processual, tempo de análise, exigências documentais e possibilidades de pedido de diligência. O trâmite para emissão de uma licença ambiental simplificada pode durar de 90 dias a mais de 18 meses, a depender da área de intervenção, da complexidade do projeto, e da sobrecarga institucional. Ainda que alguns prazos estejam definidos em lei, como o previsto na Resolução CONAMA nº 237/1997 [9], a realidade da administração pública brasileira nem sempre permite seu cumprimento, o que torna esses tempos incertos e não controláveis. Essa imprevisibilidade afeta diretamente o caminho crítico do cronograma, reduzindo a capacidade da equipe de manter o projeto dentro dos prazos contratualmente previstos. Quando o licenciamento ou a aprovação de um órgão externo se torna pré-requisito para outras atividades (como início de obras, contratação de fornecedores ou desembolso de financiamentos), o atraso se propaga por todo o cronograma gerando efeitos em cascata.

Muitas licenças possuem prazo de validade curtos. Uma licença prévia pode vencer em seis meses; um Alvará de construção em um ano. Se o projeto atrasa por outros motivos, é necessário renovar a documentação, o que implica em novos custos e prazos — um ciclo que frequentemente foge ao controle da equipe de gerenciamento.

Por esses motivos, PMI [1] recomenda que, ao tratar exigências legais como fatores ambientais da empresa, a equipe do projeto considere sua influência no planejamento de tempo e estabeleça reservas de contingência, atividades condicionais dependências externas no cronograma. A integração entre o plano de gerenciamento do tempo e o plano de risco é, nesse caso, essencial.

A variável “custo” é, talvez, a mais diretamente impactada pelas exigências legais, embora de forma muitas vezes subestimadas ou invisível nas fases iniciais, Custos associados ao atendimento normativo nem sempre estão previstos nas estimativas

de orçamentos, especialmente quando se trata de projetos privados que não contam com assessoria jurídica ou consultoria especializada na fase de viabilidade. Entre os principais custos legais podemos citar: Contratação de Consultoria Ambientais e jurídicas especializadas; Realização de estudos técnicos exigidos por órgãos públicos (EIV, EIA-RIMA, Laudos estruturais, Pareceres geotécnicos, Avaliações de patrimônio); Reprojetos e reformulações arquitetônicas decorrentes de indeferimentos; Compensações ambientais ou urbanísticas; Taxas administrativas e custos de trâmite; Atualizações de projetos para atendimento de novas normas técnicas.

Tais custos nem sempre são previsíveis, nem homogêneos. Um mesmo projeto pode ter custo ampliado em até 20% por conta da exigência de compensação de área verde, como ocorreu em projetos de urbanização em bairros da Zona Oeste do Rio, como Guaratiba e Campo Grande. Como alerta Vargas [8].

Os riscos regulatórios representam uma fonte de incerteza que exige sua inclusão em reservas de contingência de custos. (p. 117)

As exigências legais muitas vezes implicam em aumento de tempo, o que, por sua vez, gera custos indiretos: salários prolongados, aluguéis de canteiros, manutenção de contratos temporários, entre outros. A relação entre tempo e custo, portanto, se torna simbiótica e reforçadora, exigindo uma visão sistêmica do gestor.

Os efeitos das exigências legais sobre o escopo, o tempo e o custo de projetos urbanos demonstram que a conformidade regulatória não pode ser tratada como uma etapa paralela ou “burocrática” do projeto, mas como um elemento central do planejamento estratégico. O gestor de projetos, nesse cenário, precisa desenvolver competências transversais que incluem: leitura crítica da legislação, antecipação de riscos regulatórios, integração entre áreas técnicas e jurídicas, e a capacidade de negociação institucional. Mais que obstáculos, as exigências legais podem quando bem compreendidas, atuar como

marcos orientadores que elevam a qualidade do projeto, sua aceitação social e sua sustentabilidade. No entanto, para que isso ocorra, é necessário abandonar a visão fragmentada da gestão e adotar uma abordagem integrada, adaptativa e orientada por boas práticas internacionais.

2.4 A gestão de stakeholders frente as exigências legais em ambientes urbanos

A gestão de *Stakeholders* constitui uma das áreas mais críticas e, simultaneamente desafiadoras no contexto da gestão de projetos urbanos. Essa complexidade é ampliada quando se consideram os impactos diretos e indiretos das exigências legais no ciclo de vida dos empreendimentos. De acordo com o Guia PMBOK, *stakeholders* são indivíduos, grupos ou organizações que podem afetar, ser afetados por ou perceber-se afetados por uma decisão, atividade ou resultado de um projeto [1].

Em ambientes urbanos densamente regulamentados, como o município do Rio de Janeiro, essa rede de partes interessadas tende a ser particularmente ampla, heterogênea e com interesses muitas vezes conflitantes. Projetos de construção em áreas urbanas estão sujeitos a uma série de regulamentações que envolvem múltiplos órgãos públicos (prefeitura, secretaria de urbanismo, meio ambiente, transportes, vigilância sanitária, entre outros), órgãos de controle (ministério público, tribunais de contas), agências reguladoras, comunidades locais, movimentos sociais, ONGs e a opinião pública. Cada uma dessas pode exercer influência sobre o projeto, seja por meio de mecanismos legais (pareceres, autorizações, embargos ou condicionantes) seja por pressão social ou política.

A gestão de *stakeholders*, portanto, não pode ser reduzida a comunicação institucional genérica, mas deve envolver mapeamento estratégico, análise de poder e influência, e planejamento de respostas conforme os interesses e o grau de impacto de cada parte interessada [1].

A dimensão legal do projeto está intimamente relacionada à atuação dos chamados *stakeholders* institucionais, órgãos que, embora externos à equipe do projeto, exercem poder normativo ou decisório sobre ele. No caso do Rio de Janeiro, destacam-se a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC), o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), e a CET-Rio. A atuação desses órgãos é determinante: suas análises técnicas podem resultar a aprovação, reaprovação, condicionamento ou paralisação das obras.

O PMI destaca que uma das principais responsabilidades do gerente de projetos é:

Gerenciar ativamente o envolvimento das partes interessadas no projeto pode aumentar a probabilidade de sucesso, por meio de sua influência para apoiar os objetivos e resultados do projeto. (p.398) [1].

A exigência de Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), prevista no Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10.257/2001 [10], exemplifica bem essa relação entre *stakeholders* institucionais e exigências legais. O EIV deve conter análises sobre trânsito, sombra, ventilação, paisagem urbana e equipamentos públicos, e sua aprovação depende não apenas de critérios técnicos, mas também da percepção dos órgãos municipais e da comunidade local.

Projetos urbanos frequentemente envolvem disputas sobre o uso do solo, remoções, transformações na paisagem e impacto na mobilidade. Tais conflitos, mesmo que juridicamente embasados, podem comprometer a viabilidade do projeto se não forem adequadamente administrados. A literatura sobre urbanismo e gestão de projetos aponta que a antecipação e mediação de conflitos é uma competência essencial nesse contexto.

O plano de gerenciamento das partes interessadas é uma ferramenta essencial para mitigar resistências e antecipar demandas. Segundo o PMI [1], esse plano deve conter: identificação de *stakeholders*, avaliação de

poder e interesse, estratégias de engajamento e planos de ação específicos.

Ferramentas como a matriz de poder e interesse ajudam a classificar os *stakeholders* e priorizar ações. Órgãos com alto poder e alto interesse (ex: SMU, IPHAN) devem ser tratados com envolvimento colaborativo. Grupos com alto interesses e baixo poder (ex: associação de moradores) devem ser informados e ouvidos, garantindo legitimidade social ao projeto.

A comunicação pública torna-se um instrumento estratégico de construção de consenso. Audiências públicas, reuniões comunitárias, relatórios sociais e canais de escuta ativa devem ser parte do plano de comunicação, que, por sua vez, precisa estar alinhado ao perfil dos *stakeholders* e à dinâmica legal do projeto.

A comunidade afetada diretamente pelo projeto deve ser tratada como *stakeholder* central, com direito à participação e à informação. Os *stakeholders* devem ser incluídos não apenas como fontes de riscos, mas como coprodutores de valor e legitimidade. Isso se aplica ainda mais aos projetos urbanos, que devem cumprir não apenas a legalidade, mas também a função social da cidade, prevista no art. 182 da Constituição Federal de 1988 [11].

Por fim, é importante integrar a gestão de *stakeholders* ao plano de comunicação e a gerenciamento de riscos. Muitos conflitos decorrem de falhas na comunicação institucional, falta de envolvimento proativo ou interpretação equivocada das exigências legais. *Stakeholders* também podem ser fontes de risco, como mudanças de governo, decisões judiciais ou manifestações públicas.

3. Considerações finais.

Ante todo o exposto, observou-se que as exigências legais interferem diretamente nos principais eixos de planejamento e controle do projeto: escopo, tempo e custo. A necessidade de atendimento a normas urbanísticas, ambientais, patrimoniais, e de

acessibilidade impõe reformulações frequentes ao projeto, amplia os prazos de licenciamento e gera custos adicionais, muitas vezes não previstos na fase de concepção. Esses impactos tornam evidente a importância da integração entre as áreas de conhecimento da gestão de projetos, especialmente a gestão de escopo, tempo, custos e riscos, bem como a adequada gestão de *stakeholders* e a comunicação com os órgãos reguladores.

Foi possível demonstrar, também, que a legislação urbanística do Rio de Janeiro é ampla e fragmentada, envolvendo diversas esferas de poder e múltiplos órgãos públicos, cada qual com as suas diretrizes e competências específicas. Essa multiplicidade institucional exige do gerente de projetos uma postura proativa, estratégica e interdisciplinar, capaz de articular requisitos legais com as necessidades técnicas, sociais e econômicas do projeto.

A análise evidenciou ainda que a gestão eficiente das partes interessadas, especialmente dos *stakeholders* institucionais e comunitários, é crucial para mitigar conflitos e assegurar a legitimidade dos empreendimentos. A antecipação de riscos regulatórios o engajamento das comunidades locais e os cumprimentos das funções sociais da cidade previstas no arcabouço legal brasileiro devem ser incorporados ao planejamento desde as fases iniciais do projeto.

Assim, o artigo buscou mostrar o impacto das exigências legais na gestão de projetos urbanos não pode ser encarado como um entrave, mas como um componente estratégico. Quando compreendidas e gerenciadas de forma estruturada, essas exigências passam a contribuir para a qualidade, sustentabilidade, e aceitabilidade social dos empreendimentos. Em vez de limitar a ação do gerente de projetos, o cumprimento legal aliado à boa governança e à participação social torna-se um instrumento de fortalecimento do próprio projeto.

Este artigo contribui para o campo da gestão de projetos ao demonstrar a relevância

da legalidade como dimensão crítica da gestão urbana. Dessa forma, esse trabalho cumpre o papel de alertar, informar, nortear e inspirar gestores de projetos que farão intervenções em áreas urbanas como um grande projeto a ser executado.

4. Referências

- [1] PMI – Project Management Institute. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)*. 5. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2013.
- [2] BECK, Donizete Ferreira; STOROPOLI, José Eduardo. *Principais stakeholders urbanos municipais: governos, indústria, turismo e outros atores urbanos*. In: Simpósio de Gestão de Projetos e Engenharia de Produção. São Paulo. Anais [...]. SINGEP, 2019. <https://submissao.singep.org.br/9singep/proceedings/arquivos/25.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [3] RIO DE JANEIRO (Município). *Lei Complementar nº 111, de 1º de fevereiro de 2011*. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Rio de Janeiro: Prefeitura do Município, 1 fev. 2011. Disponível em: https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3678296/4353007/PlanoDiretorLC111_2011.PDF. Acesso em: 23 jun. 2025.
- [4] RIO DE JANEIRO (Município). *Lei Complementar nº 198, de 14 de janeiro de 2019*. Institui o Código de Obras e Edificações Simplificado – COES do Município do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Município, Rio de Janeiro, 15 jan. 2019. Disponível em: <https://e.camara.rj.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/C1982019.html>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- [5] RIO DE JANEIRO (Município). *Decreto nº 39.983, de 10 de abril de 2015*. Cria o Programa Paradas Cariocas no Município do Rio de Janeiro, estabelece critérios e procedimentos para seu funcionamento e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Rio de Janeiro, 13 abr. 2015. Disponível em: https://www.estudio55.com.br/_files/ugd/d91604_f1ba30df0b364ad19cd8181495bfef26.pdf?index=true&utm_source=chatgpt.com Acesso em: 25 jun. 2025.
- [6] RIO DE JANEIRO (Estado). *Lei nº 3.467, de 14 de setembro de 2000*. Dispõe sobre as sanções administrativas decorrentes de condutas lesivas ao meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, RJ, 14 set. 2000. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra48194.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- [7] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- [8] VARGAS, Ricardo Viana. *Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos*. 8. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2016.
- [9] BRASIL. *Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997*. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, competência dos entes federativos e critérios para estudos ambientais (EIA/RIMA). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 dez. 1997. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra25095.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- [10] BRASIL. *Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana e instituindo instrumentos como o Plano Diretor, o Estudo de Impacto de Vizinhança, a outorga onerosa do direito de construir, entre outros. Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em PDF: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2001/lei-10257-10-julho-2001-327901->

[normaactualizada-pl.pdf](#). Acesso em: 25 jun. 2025.

[11]BRASIL. *Constituição (1988)*. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em: 25 jun. 2025.

A Qualidade em Projetos

The Quality in Projects

MANO, Elimar Pinheiro Primeiro Autor¹, CUNHA, Carlos Henrique Berrini da²
 pinramile@gmail.com¹; chbcunha@gmail.com²

¹Engenheiro Civil, Pós-graduando em Gerenciamento de Projetos UFRJ, NPPG, Rio de Janeiro-Rj-Brasil.

²Administração de Empresas PhD, Professor UFRJ, NPPG, Rio de Janeiro-Rj-Brasil

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Qualidade em projetos ,

Sucesso em projetos

Estratégias de qualidade

Key words:

Quality in projects

Success in projects

Quality strategies

Resumo:

A Qualidade em Projetos e de suma importância para os resultados que se entrega, sua eficácia, eficiência e desempenho. A Dinâmica atual, com mudanças constantes, consumidores mais conscientes, tornam a qualidade dos projetos fator fundamental para as empresas, profissionais envolvidos, e toda a sociedade que usufrui dos resultados dos Projetos. Equipes com profissionais sem a necessária experiência, falta de conhecimento técnico e de normas afetam as equipes e a Qualidade dos Projetos. O desafio é de como manter a Qualidade dos Projetos dos mais diversos portes e tipos, garantindo bons resultados e o desempenho esperado.

Abstract

Quality in projects is of utmost importance for the results delivered, their effectiveness, efficiency and performance. The current dynamics, with constant changes and more conscious consumers, make the quality of projects a fundamental factor for companies, professionals involved, and the entire society that benefits from the results of the projects. Teams with professionals without the necessary experience lack technical knowledge and standards affect the teams and the quality of the projects. The challenge is how to maintain the quality of projects of the most diverse sizes and types, ensuring good results and the expected performance.

1. Introdução

Para a abordagem da questão da Qualidade nos Projetos, procuramos entender primeiro, o que é um Projeto; conforme o PMBOK [1] um Projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto, ou serviço único. O Projeto tem uma data de início e uma data de término. Já para a Qualidade a definição pelo PMBOK [1] é que a Qualidade dos Projetos pode ser definida como o nível de satisfação

em que o conjunto de características inerentes ao produto atende aos requisitos. Portanto um Projeto considerado de Qualidade é aquele desenvolvido de acordo com as especificações, os requisitos e a adequação ao uso. Conforme o Guia PMBOK [1] no 8º Princípio relativo à Qualidade, é destacado a importância de integrar a Qualidade em todos os processos e entregas do Projeto:

- Qualidade é o grau em que um conjunto de características inerentes a um produto,

serviço ou resultado atende aos requisitos (conformidade).

- Qualidade inclui a capacidade de satisfazer as necessidades declaradas ou implícitas do Cliente.
- O produto, serviço ou resultado de um projeto (referido aqui como entregas) é medido pela qualidade de conformidade com os critérios de aceitação/ métricas e a adequação para uso.
- A Qualidade também é relevante para as abordagens e atividades de Projeto usadas para produzir as entregas. (para os processos).
- A avaliação da qualidade pode ser feita pelas equipes de Projeto, por meio de inspeção e teste, e as atividades e processos do Projeto são avaliados por meio de análises e auditorias.

Embora o PMBOK [1] represente um marco importante ao sistematizar a gestão da qualidade por meio de processos bem definidos, é importante lembrar que sua estrutura é fruto de uma longa trajetória de desenvolvimento de conceitos e práticas, muitos dos quais nasceram no ambiente industrial, no século XX, a qualidade vai muito além, ela é sobretudo uma filosofia de gestão, um compromisso contínuo com a excelência. É a partir desta perspectiva que este artigo propõe refletir sobre a Qualidade, com outras abordagens, além dos processos, com suas dimensões, estratégicas, humanas e institucionais.

2 Conceitos e Desenvolvimento do contexto da Qualidade.

A Partir da década de 1950 alguns profissionais e/ou professores tornaram-se especialistas no desenvolvimento do conceito de Qualidade, como formas de atender as necessidades dos clientes, e elevar o padrão das entregas. William Edwards Deming, foi um dos principais, além de Philip Crosby e Joseph Juran, criaram conceitos, e estabeleceram métodos reconhecidos mundialmente e que até hoje são base de

muitos estudos e práticas relacionadas a Qualidade. Como veremos adiante a Qualidade dos Projetos vai influenciar diretamente na eficiência, eficácia e Desempenho do Projeto

2.1 Conceitos de William Edwards Deming

Deming [2] defende que certos princípios nas organizações podem melhorar a qualidade do produto e ao mesmo tempo reduzir custos. Para isso devem ser priorizados o treinamento e a educação, e os processos de melhoria contínua (*kaizen*); estabeleceu o ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir) que propõe melhoria constante, considerando o processo de produção como um todo harmonioso e não como um sistema composto de partes desconectadas.

Deming [2] listou quatorze formas para o desenvolvimento da Qualidade Total:

- a. crie constância de propósito para melhorar produtos e serviços.
- b. adote a nova filosofia.
- c. acabar com a dependência da inspeção para atingir a qualidade.
- d. acabe com a prática de fechar negócios apenas com base no preço; em vez disso, minimize o custo total trabalhando com um único fornecedor.
- e. melhorar constantemente e para sempre todos os processos de planejamento, produção e serviço.
- f. institua treinamento no trabalho.
- g. adote e institua liderança.
- h. afaste o medo.
- i. quebre as barreiras entre as áreas de funcionários.
- j. elimine slogans, exortações e metas para a força de trabalho.
- k. elimine cotas numéricas para a força de trabalho e metas numéricas para a gerência.
- l. remova as barreiras que roubam das pessoas o orgulho pelo trabalho realizado e

elimine o sistema anual de classificação ou mérito.

m. instituir um programa vigoroso de educação e autoaperfeiçoamento para todos.

n. coloque todos na empresa para trabalhar para realizar a transformação.

2.2 Conceitos de Joseph Moses Juran

Juran é considerado como o primeiro a vincular qualidade à estratégia empresarial. Para Juran [3], existem duas formas de se definir qualidade. A primeira delas é a qualidade como adequação às características procuradas pelo consumidor e, portanto, é capaz de satisfazê-los – o que por vezes implica em altos custos. A segunda é a qualidade com a existência mínima ou ausência de falhas e deficiências – o que tende a reduzir custos. Juran classifica a qualidade em categorias:

- Qualidade do Projeto: Pesquisa de Mercado,

- Concepção do Produto, e Especificações do Projeto.

- Qualidade de conformidade: Tecnologia, Potencial Humano, Gerenciamento
- Serviço de campo: Pontualidade, Competência, Integridade.

A essência do Método Juran [3] para o gerenciamento da qualidade é denominada Trilogia de Juran e é constituída dos seguintes conceitos:

A. Planejamento da qualidade

Processo de preparação para encontrar as metas de qualidade. Para isso, faz-se necessário:

- Identificar quem são os consumidores;
- Identificar as necessidades destes consumidores;
- Traduzir essas necessidades para o próprio Idioma;
- Desenvolver um produto que atenda às necessidades dos consumidores;

- Otimizar o produto para que ele atenda tanto às nossas necessidades como às necessidades dos consumidores;

- Identificar e Monitorar pontos críticos no aumento da comunicação entre os diferentes setores produtivos talvez venha a tornar mais evidente a dinâmica dos modelos de gestão corporativa.

B. Controle da qualidade

Processo de encontro das metas de qualidade estabelecidas durante as operações. É utilizado para evitar ou corrigir eventos indesejáveis ou inesperados. Confere estabilidade e consistência.

- Provar que o processo pode fabricar um produto sob condições de operação com o mínimo de inspeção.

C. Melhoria da qualidade

Processo de melhoria contínua da qualidade por meio de mudanças planejadas, previstas e controladas, a fim de prevenir riscos inerentes ao processo.

- Desenvolver um processo que seja capaz de produzir o produto certo;
- Otimizar este processo;

O conceito de *breakthrough* definido por Juran estabelece que melhorias alcançadas devem ser incorporadas como novos padrões para que não haja perdas nos níveis de qualidade. As metodologias acima são essenciais para qualquer organização, segundo Juran [3].

O Método Juran [3] também tem como objetivo mudar a cultura das empresas. Juran acreditava que o fator humano era essencial para o gerenciamento da qualidade e que a resistência a mudanças era a fonte dos problemas de qualidade. Incentivando a educação e o treinamento dos gestores, o consultor propunha os seguintes comportamentos:

- Estar disposto a entender as necessidades dos clientes e a satisfazê-los;
- Proporcionar alta qualidade de produtos e serviços e, ao mesmo tempo, reduzir custos

- Estar envolvido para identificar as necessidades dos clientes;
- Treinar todos os níveis hierárquicos nos processos de gerenciamento para a qualidade;
- Agregar metas de qualidade ao planejamento de negócios;
- Fornecer participações à força de trabalho;
- Altos gerentes devem ter a iniciativa de realizar a gestão de qualidade.

Gostaria de enfatizar que o julgamento imparcial das eventualidades promove a alavancagem das posturas dos órgãos dirigentes com relação às suas atribuições.

Joseph Juran [3] também expandiu o Princípio de Pareto proposto por Vilfredo Pareto em 1941[4] para a esfera organizacional, na qual 80% dos problemas são causados por 20% das causas.

Temos então definidos os princípios da trilogia Juran [3]: Planejamento, Controle e Melhoria da Qualidade.

2.3 Conceitos de Philip Crosby [5]

Crosby desenvolveu também conceitos e práticas visando o Gerenciamento da Qualidade Total, seu conceito principal é o de “Zero Defeitos” (1964), e definiu a qualidade como conformidade com os requisitos. Estabeleceu o princípio de fazer tudo certo pela primeira vez, e incluiu quatro princípios principais:

- A definição de Qualidade e a conformidade com os requisitos do produto e do cliente.
- A prevenção e o Sistema de Qualidade.
- Zero defeitos deve ser o padrão do desempenho.
- A medição da qualidade e o preço da não conformidade.

Crosby [5] argumentou que investir na prevenção da Qualidade antecipadamente é mais econômico do que lidar com defeitos posteriormente. A Teoria do Defeito Zero afirma que não há espaço para desperdícios

em um projeto. Desperdício é tudo aquilo que é improdutivo- como processos, ferramentas ou tarefas que não agregam valor - e deve ser eliminado, levando a eliminação de desperdícios. O conceito principal é fazer certo da primeira vez para evitar custos e retrabalho.

Crosby [5] apresentou 14 passos para a melhoria de processos, são eles:

- a. O comprometimento da gerência com a qualidade deve ser claro para todos na organização e para aqueles de fora dela.
- b. Criação de equipes de melhoria de qualidade com representantes seniores de todos os departamentos.
- c. Medição contínua de processos para determinar problemas atuais e potenciais relacionados à qualidade.
- d. O custo da má qualidade deve ser calculado.
- e. A conscientização sobre qualidade deve ser aumentada na organização.
- f. Ações corretivas devem ser tomadas para resolver problemas de qualidade.
- g. Estabelecimento de um comitê de Zero Defeito para monitorar o progresso da melhoria da qualidade.
- h. Treinamento de melhoria de qualidade para todos os funcionários.
- i. Organize dias de zero defeitos na organização.
- j. Todos os funcionários devem ser incentivados a definir suas próprias metas de melhoria de qualidade.
- k. Obstáculos à qualidade devem ser discutidos com os funcionários em uma comunicação aberta.
- l. Os esforços dos participantes devem ser reconhecidos.
- m. Devem ser criados conselhos de qualidade.
- n. A melhoria da qualidade é um processo contínuo e permanente.

As ideias de Philip Crosby [5] sobre qualidade surgiram de sua vasta experiência trabalhando com linhas de montagem. Seu foco principal era a meta de zero defeito, o que levou à adoção desse conceito pelo moderno movimento de Qualidade *Six Sigma* em 1980 (Método voltado à redução de

variação nos processos de fabricação e diminuição de defeitos na produção industrial). [6]

3 Conceitos de outros Profissionais e Pesquisadores Conceituados

Outros, profissionais, pesquisadores e professores notáveis que tiveram contribuição para o Gerenciamento e a Qualidade dos Projetos.

3.1 Conceitos de Terry Cooke-Davies

O Professor Terry Cooke-Davies [7] apresentou o Trabalho denominado “Os verdadeiros fatores de sucesso em Projetos”. Desde o final da década de 1960, pesquisadores tentam descobrir o que leva ao sucesso em projetos. Apesar da vasta literatura e experiência acumulada, os resultados dos projetos continuam desapontando *stakeholders*. Este trabalho apresenta respostas sobre quais fatores são críticos para o sucesso dos Projetos. Para uma resposta abrangente e necessário responder a três questões distintas:

- Quais fatores levam ao sucesso na gestão de projetos?
- Quais fatores levam a um projeto bem-sucedido?
- Quais fatores levam a projetos consistentemente bem-sucedidos?

Este artigo se baseia em uma nova pesquisa empírica realizada com mais de 70 grandes organizações multinacionais para responder a essas questões e identificar 12 fatores críticos de sucesso. Respondendo a três perguntas, o artigo propõe distinguir três níveis de sucesso:

- A. Sucesso na gestão do projeto.
- B. Sucesso do projeto em si.
- C. Sucesso repetido de projetos em uma organização.

Metodologia de pesquisa de Terry Cooke-Davies [7]: Foram realizadas entrevistas com triangulação entre redes de

conhecimento, análises acadêmicas e experiência profissional do autor.

I. Resultados da Pesquisa;

Fatores que levam ao cumprimento de prazos (gestão de projetos).

- Uso de técnicas formais de controle de cronograma.
- Planejamento de riscos e resposta eficaz a eventos imprevistos.

Fatores que levam a projetos bem-sucedidos (entregas com valor para o cliente).

- Clareza de escopo.
- Envolvimento do cliente.
- Comprometimento da liderança.
- Habilidades interpessoais do gerente de projeto.

Fatores que levam ao sucesso repetido em organizações (maturidade organizacional).

- Cultura de aprendizado organizacional.
- Maturidade em gerenciamento de projetos.
- Processos de gestão de portfólio.
- Indicadores de desempenho históricos e análise de causa-raiz.

Da Análise dos resultados obtidos, Terry Cooke-Davies [7] constatou que a identificação dos fatores "reais" de sucesso requer que a organização compreenda profundamente seus objetivos e alinhe seus processos de projeto à cultura e à estratégia corporativa. A manutenção do sucesso vem de um processo contínuo de aprendizado e aperfeiçoamento. O exposto vai de encontro a que a Qualidade dos Projetos é muito mais abrangente e interdependente. Os 12 "fatores reais" de sucesso em projetos, segundo Cooke-Davies [7]

- a. Uso eficaz de cronogramas detalhados e controle de prazo.
- b. Planejamento e gestão ativa de riscos.

- c. Clareza no escopo e nos requisitos desde o início.
- d. Participação ativa dos stakeholders e clientes.
- e. Apoio claro e consistente da alta direção
- f. Gestores de projeto com habilidade técnica e interpessoal.
- g. Padronização de processos de projeto em toda a organização.
- h. Existência de indicadores e metas claras de desempenho.
- i. Disponibilidade de histórico de projetos anteriores.
- j. Análise de causa-raiz para falhas passadas.
- k. Cultura de melhoria contínua e aprendizado.
- l. Integração entre portfólio, programas e projetos.

3.2 Conceitos de Lynn Crawford [8]

A Professora Lynn Crawford que teve forte contribuição para a qualidade dos projetos, particularmente no âmbito de gestão pública, com ênfase em transparência e responsabilidade, demonstrando a necessidade de um sistema de gestão que garanta prestação de contas e transparência no uso de recursos públicos, conforme publicação de 2004: “A perspectiva sobre soft skills” na gestão de Projetos é relevante para a Qualidade dos Projetos [9]. Lynn Crawford e Pollack enfatizam a importância de considerar os aspectos comportamentais e interpessoais como a valorização dos relacionamentos e a comunicação eficaz, que são cruciais para o sucesso do projeto, especialmente em projetos muito complexos, com múltiplos *stakeholders*.

Na análise, a adoção do Six Sigma [6] pode não ser a solução definitiva. Dos 156 executivos de tecnologia de negócios pesquisados pela revista *Optimize* [10], apenas 38% disseram que suas empresas utilizam o *Six Sigma* [6]. A grande questão é se ele foca demais no processo em detrimento das pessoas, que podem fazer uma verdadeira

diferença na melhoria da Qualidade dos Projetos.

Todo o conceito de qualidade se tornou muito vago. Ele está recebendo nomes diferentes e sendo anexado a outras áreas. À medida que se expande para Tecnologia da Informação, mudanças organizacionais e coisas do tipo - o que constitui a qualidade? Não é apenas a qualidade do produto. Muitas vezes, a forma como você entrega é tão importante quanto o que foi entregue - às vezes, é mais importante.

De certa forma, uma boa gestão de projetos em uma organização é, em si, um processo de gestão de qualidade. Você pode sobreviver sem um processo, mas isso coloca muito mais pressão sobre o indivíduo. Quando você tem o processo, as pessoas sempre fazem a diferença, porque a forma como os processos são usados retorna para elas. Se você integrar a qualidade à sua organização e desenvolver atividades de garantia da qualidade, a qualidade será responsabilidade de todos. À medida que as organizações se tornam mais complexas, há muitos incentivos para se preocupar com a qualidade.

3.3 Conceitos de John Stringer. [11]

O Professor John Stringer, Especialista em Projetos de grande porte, geralmente envolvendo a Engenharia diz que “pela natureza e o tamanho destes projetos não há como fazer uma abordagem experimental, então foi necessário reunir uma ampla variedade de estudos de caso e, as páginas seguintes são excertos do relatório que escrevi estabelecendo a estrutura de análise com base nas minhas pesquisas e alguns breves exemplos que ilustram os pontos mais importantes”. Sendo o meu trabalho mais recente sobre o assunto, servirão bem para descrever as conclusões a que cheguei sobre a gestão de grandes projetos.

A palavra “projeto” é geralmente aplicada a um empreendimento para atingir um objetivo específico.

A Gestão de Projetos, “É a aplicação de um conjunto de ferramentas e técnicas para

direcionar o uso de recursos diversos visando à realização de uma tarefa única, complexa e pontual, dentro de restrições de tempo, custo e qualidade [12]"

A gestão de projetos preocupa-se com a implementação, dado o objetivo e os limites estabelecidos.

A Análise de Projetos (avaliação ou exame de viabilidade refere-se à análise da economia e viabilidade do Projeto, frequentemente com pouca atenção a gestão e a execução prática. Ambas são necessárias, mas não suficientes,

"curiosamente, apesar da enorme atenção recebida ao longo dos anos por parte da gestão e análise de projetos, o histórico de sucesso de projetos é fundamentalmente ruim — especialmente os de maior porte e complexidade. Atrasos são comuns. Muitos projetos são vistos como fracassos, especialmente pela opinião pública. São frequentemente concluídos com atraso, acima do orçamento, sem alcançar o desempenho esperado, causando grande tensão nas instituições envolvidas — ou até cancelados antes da conclusão, após considerável investimento." [13]

O fato de o fracasso em atingir as metas de Tempo, Custo e Qualidade (TCQ) ser tão frequente em todos os setores sugere causas que vão além da má gestão técnica. Com frequência, os problemas estão fora do escopo tradicional da gestão de projetos.

Diante disso, é necessário adotar uma estrutura de análise mais ampla. Não há um termo amplamente reconhecido para isso (o que, por si só, é significativo). Chamaremos essa abordagem de "Gestão Estratégica de Projetos".

I. Causa e Efeito na Avaliação de Projetos.

Fracassos de desempenho e estouros de prazo e custo (em comparação com especificações, cronograma e orçamento) podem ser vistos como evidências principais de que algo deu errado (John Stringer) [11]. Por outro lado, o cumprimento das metas pode indicar boas práticas e precedentes a serem adotados futuramente, sendo repetidos. No entanto, a

interpretação não pode ser simplista, como se fosse apenas uma relação direta de causa e efeito.

II. Ferramentas típicas da Gestão de Projetos.

- Especificações técnicas.
- Estrutura analítica de projeto (EAP).
- Gestão de configuração.
- Cronograma em rede.
- Matrizes de responsabilidade por tarefa.
- Medição de desempenho.
- Organização matricial.
- Controle de custos.
- Administração de contratos Formação de equipe (*team building*).
- Garantia da qualidade.

III. Efeitos da vulnerabilidade do Projeto

John Stringer, ainda na consideração de Grandes Projetos documentados apresentou efeitos relativos a TQC (Tempo, Qualidade e Custo) que resultam da vulnerabilidade do Projeto a uma instabilidade, quer sejam mudanças de Projeto, que acarretam o espírito de cooperação da equipe, efeitos em cadeia, mudanças inoportunas na liderança, falta de estrutura contratual adequada, ignorar avaliação técnica, entre outros. Em um estudo com 1.449 projetos em 1994, registrados publicamente, Peter W.G. Morris [14] encontrou apenas 12 projetos que tiveram custos finais abaixo ou dentro do orçamento. As principais causas dos fracassos identificadas foram:

- Estimativas imprecisas;
- Aumento nas quantidades encomendadas;
- Má gestão tecnológica;
- Falhas de projeto;
- Dificuldades contratuais e jurídicas;
- Problemas governamentais trabalhistas ou sociais;
- Fatores geofísicos.

Ou seja, é mais fácil encontrar exemplos de fracasso (ao menos nos critérios de Tempo, Custo e Qualidade - TCQ) do que de sucesso.

Morris mais tarde repetiu esse exercício com mais de 3.000 projetos, com resultados semelhantes. O sucesso requer confiança e abertura entre as partes. No entanto, muitos projetos começam assim, mas sob pressão, as partes voltam a se apoiar exclusivamente nas cláusulas do contrato. Como contratos geralmente são adversariais, isso significa uma mudança drástica na relação em um momento crítico. Além disso, uma estrutura que distribui mal os riscos, forçando uma das partes a arcar com mais pressão, aumenta as chances de surgimento de conflitos disfuncionais. Com base no exposto, partimos do princípio de que a tendência ao atraso é normal em projetos, mas que o sucesso pode ser mais provável se:

- Riscos e incertezas forem identificados cedo e eliminados sempre que possível.
- Planos incluírem mecanismos adequados para lidar com incertezas que não podem ser evitadas.
- Evitar estruturas organizacionais e comportamentos que inibam (a) ou (b), ou que piorem a situação quando o atraso ocorrer.

IV. A Curva de Aprendizado [15]

Um tema estratégico mais amplo do que o projeto individual é o processo de aprendizado e transferência de experiências de um projeto para outro. O conceito de curva de aprendizado, surgido por volta de 1920 na indústria aeronáutica, baseia-se na constatação empírica de que a produtividade melhora com a repetição, seguindo uma lei logarítmica. Um projeto é, por definição, único, e sua organização é temporária, sendo desfeita ao final. Raramente há replicação exata, e até mesmo projetos que parecem similares podem ser enganosamente diferentes. No entanto, há elementos replicáveis entre projetos — e será crucial planejar cada novo projeto de forma a maximizar os benefícios potenciais da curva

de aprendizado. As contribuições apresentadas por Professores, Pesquisadores, Profissionais renomados evidenciam aspectos essenciais para a qualidade dos projetos. Esses elementos influenciam diretamente os resultados e a gestão eficiente.

4 Amplitude das Abordagens de Qualidade

4.1 A abordagem do PMBOK e as ferramentas da ISO 9001

O PMBOK [1] nos fornece um guia de boas práticas para a Gestão de Projetos, abrangendo as diversas áreas de conhecimento, incluindo a Gestão da Qualidade, e dentro deste contexto são destacados três processos fundamentais: Planejamento da Qualidade, Gerenciamento da Qualidade e Controle da Qualidade. No entanto conforme já descrito, a questão da qualidade é mais abrangente e demanda abordagens complementares. A norma ISO 9001, por sua vez sugere o uso de ferramentas específicas para o gerenciamento da qualidade, tais como: Histograma, Diagrama de Correlação (Causa e Efeito), Método de Regressão e Análise de Pareto.

- Histograma: permite identificar a maior taxa de ocorrência de um valor ou situação. A forma de sua distribuição contribui para a análise do comportamento de um processo, especialmente quanto a condições que se afastam da sua média esperada.
- Diagrama de Correlação ou Gráfico de Dispersão: Representa graficamente a correlação existente entre as variáveis de um processo, permitindo melhor compreensão de seu comportamento. O gráfico de dispersão, permite maior apoio para a entender comportamento dos indicadores de qualidade de um processo. Em diversos problemas práticos, é necessário analisar a distribuição de duas variáveis e o grau de correlação entre elas.
- Método de Regressão: Utilizado para investigar e modelar a relação entre uma variável de resposta e uma ou mais variáveis de entrada(“preditores”)

- Análise de Pareto: Ferramenta utilizada para definição de prioridades, segmentando os fatores contribuintes em “poucos vitais” e “muitos triviais”. O diagrama de Pareto inclui três elementos fundamentais: (1) os contribuintes para o efeito total, classificados por ordem de importância; (2) a magnitude da contribuição de cada fator expressa numericamente; (3) o percentual do efeito total acumulado dos fatores classificados.

3.2 Normas Internacionais

3.2.1 Norma ISO 9001

A Norma ISO 9001[16] define requisitos para um sistema de Gestão de Qualidade (SGQ), trata-se de uma estrutura, que ajuda as organizações a garantirem que seus processos sejam eficientes, eficazes e centrados no cliente, os principais princípios da qualidade previstos pela norma são:

- Foco no Cliente: Prioriza a importância de atender as necessidades e expectativas dos clientes, tanto internas como externas.
- Liderança: Garantir o engajamento das pessoas, uma visão compartilhada, noção da jornada que vai ter.
- Comprometimento das pessoas: Envolver todos os níveis da organização, desde a alta gestão até a base operacional.
- Abordagem por processos: Reconhecer que entrega de valor ocorre por meio de processos interconectados. Quanto maior a eficácia, maior será a eficiência do sistema como um todo.
- Melhoria Contínua: A Organização deve buscar aprimoramento constante de seus processos, produtos e serviços.
- Tomada de Decisões baseadas em evidências: (fatos e dados): As decisões devem ser fundamentadas em dados confiáveis e análises objetivas.
- Gestão e Relacionamentos: Valoriza a construção e manutenção de relações sólidas e duradouras com as partes interessadas, como clientes, fornecedores, colaboradores e demais stakeholders promovendo confiança. Além disso, o sistema de gestão da

qualidade proposto pela ISO 9001 prioriza a prevenção de não conformidades em vez da mera detecção, e promove a rastreabilidade, com controle e registro e controle das inconformidades identificadas.

4.2.2 Norma ISO 19650

A Norma ISO 19650[17] estabelece diretrizes para a gestão de informações em Projetos de Construção, com foco na colaboração entre as partes envolvidas, na gestão de dados e na comunicação eficaz. Seu objetivo é otimizar a entrega de empreendimentos no setor da Construção, promovendo eficiência, transparência e padronização no ciclo de vida da Informação, desde a concepção até a operação dos ativos construídos, no Contexto do processo de Modelagem de Informação da Construção (BIM) – uma abordagem integrada para criação, gerenciamento e compartilhamento de dados em projetos de engenharia e arquitetura. A adoção do BIM [18]. (*Building Information Modeling*) possibilita a redução dos custos, melhoria da qualidade do projeto, aumento da eficiência na execução e facilitação da gestão dos ativos ao longo de sua vida útil. Nos Estados Unidos o uso do BIM tem se expandido consideravelmente nos últimos anos, tanto em termos de sua adoção pela indústria, como o nível de maturidade dos processos promovendo impactos positivos, como a melhor coordenação de projetos, comunicação mais eficaz, aumento de produtividade e maior controle de qualidade

No Brasil, Estratégia BIM foi implementada em 2018 pelo Governo Federal por meio dos decretos nº9.377/2018 e nº9.983/2019, com o objetivo de promover o aumento de produtividade e da transparência na construção civil, tanto pública quanto privada, por meio da disseminação do uso do BIM.

4.3 O Método Falconi [19].

O Engenheiro e Professor Vicente Falconi, referência nacional em gestão aperfeiçoou no Brasil o sistema PDCA (Plan, *Do*, *Check*, *Act*) originalmente desenvolvido por William Edwards Deming [2], com

intuito de criar um método científico e sistemático de melhoria contínua. No Método Falconi cada área da organização deve estabelecer seus indicadores – chave de performance (KPIs) alinhados aos objetivos estratégicos. Esses indicadores são desdobrados em metas específicas tanto de individuais quanto coletivas, de modo que que todos compreendam com clareza o que se espera deles. O método se baseia na Definição de metas, determinação dos métodos, educação e treinamento, execução do trabalho, verificação dos efeitos do trabalho executado, atuação no processo em função dos resultados. O processo é estruturado nas seguintes etapas:

- P – Planejamento das ações com base na análise das causas dos problemas e na definição das soluções adequadas para atingir as metas estabelecidas;
- D – Implementar as soluções transferência do conhecimento o conhecimento e apoio gerencial para a execução das ações planejadas;
- C – Monitoramento sistemático das ações, e verificação dos resultados obtidos em relação as metas;
- A – Adoção de ações corretivas, padronização das práticas e elaboração de planos adicionais para garantir a superação dos objetivos.

Os projetos são definidos conforme as necessidades específicas de cada cliente ou organização, com foco na resolução de problemas concretos e no alcance de metas previamente pactuadas. O diferencial do Método Falconi reside na atuação direta e participativa durante a implementação da gestão, buscando garantir que a própria organização desenvolva autonomia na condução da nova gestão. O método valoriza a adaptação ao contexto, garantindo que as soluções propostas sejam efetivas e aplicáveis à realidade operacional da empresa."

Segundo o autor, no livro "O Verdadeiro Poder" [20], três fatores são fundamentais para obtenção de resultados: Liderança, Conhecimento Técnico e Método. [21]

4.4 As abordagens de Harold Kerzner

Harold Kerzner especialista em gerenciamento de projetos propõe uma evolução no conceito de qualidade em projetos, superando a abordagem tradicional centrada na tripla restrição escopo, prazo e custo; para ele a qualidade não é apenas a responsabilidade de um departamento de qualidade, não se limita ao cumprimento de especificações técnicas, mas sim de todos os envolvidos no projeto, desde o patrocinador até os executores e a qualidade está diretamente relacionada à entrega de valor percebido por clientes e todos os outros *stakeholders*. Até os anos 2000 o predominava uma abordagem operacional e técnica: a qualidade do projeto era definida como a conformidade com escopo, prazo e custo (*triple constraints*). O gerente de projetos era visto como executor técnico, com autonomia limitada, e a qualidade medida pela ausência de defeitos e retrabalho.

As ferramentas mais utilizadas incluíam:

- Controle de qualidade (*quality control-QC*) e garantia de qualidade (*quality assurance-QA*);
- Ciclo PDCA (Deming);
- Normas ISO 9000 (muito citadas);
- Controle estatístico de processos (SPC);
- Gestão por processos e documentação extensiva.

O foco estava na entrega do produto conforme as especificações contratuais, como o cliente pediu. Na visão de Kerzner o conceito dominante era "Qualidade é atender às especificações acordadas".

A partir dos anos 2006/2010 até hoje, consolida-se um novo paradigma, a Qualidade como geração de valor sustentável, alinhada aos objetivos estratégicos da organização, esse modelo propõe:

- Foco no cliente e nas partes interessadas: qualidade não é apenas cumprir contrato, mas priorizar benefícios concretos e percebidos;

- Gerentes de projetos são líderes estratégicos e não apenas técnicos;
- Ampliação de competências do Gerenciamento de Projetos com novas habilidades: *Soft skills* (negociação, influência, liderança adaptativa), pensamento sistêmico, gestão de benefícios, e de mudanças organizacionais;
- Qualidade contínua e incremental: com uso dos métodos ágeis como Scrum, Lean, Kaizen, design *thinking* e experiência do usuário (UX);
- Adoção de abordagens híbridas: integração de práticas preditivas, adaptativas e ágeis.
- Forte integração com tecnologias emergentes: *Big data*, *Business Intelligence* e inteligência artificial aplicada a análise preditiva de riscos e qualidade.

O conceito dominante passa a ser:

“Qualidade é gerar valor sustentável, alinhado com os objetivos estratégicos do negócio, por meio de entregas adaptativas e contínuas que satisfaçam clientes e stakeholders. “Na sua visão das mudanças do mundo atual, muitas empresas foram ultrapassadas pelos novos modelos de negócio que surgem todos os anos, sendo que alguns desses mudam a forma como todo um grupo de empresas faz negócios. As empresas prejudicadas, com gestão tradicional e foco limitado gastavam mais tempo se preocupando com os lucros de curto prazo e menos tempo focando no sucesso de longo prazo”. Em sua análise o fato de não haver ameaças competitivas aparentes previstas no momento não significa que elas não existam, ou não estejam à espreita. A Gestão de Projetos até então, foi orientada por práticas derivadas do *US Department Of Defense (DoD)* e na *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, com foco no *Earned Value Measurement System (EVMS)* como ferramenta principal para comando e controle dos projetos. A Gestão era apenas um meio de coordenar a criação de um produto ou

resultado; nesse contexto os gerentes de projeto eram designados apenas para iniciativas operacionais, com pouca ou nenhuma participação na definição estratégica, cuja ação era determinada a gerentes funcionais que detinham a confiança dos executivos. Havia também receio que os gerentes de projetos pudessem começar a tomar decisões reservadas aos níveis mais altos de gestão. Desta forma os executivos criaram o “patrocinador do projeto”. Projetos eram aprovados pela alta administração sem qualquer participação do gerente ou equipe de projetos, mesmo em projetos de milhões de dólares as informações dos negócios não eram partilhadas com o gerente de projetos. Grupos centralizados de planejamento ou o patrocinador do projeto apenas determinavam a execução de um projeto, sem análise do conhecimento técnico da equipe sobre o assunto ou a viabilidade prática dos cronogramas e orçamentos estabelecidos; sem consideração da definição correta do custo, entendendo que a equipe conseguiria desenvolver cronogramas e planos, enfim tudo o necessário para a execução do projeto.

Esta abordagem priorizava a entrega de entregáveis, conforme contrato, mesmo que nenhum valor estratégico fosse alcançado. Esta visão de que um modelo único serve para todos os projetos levou a práticas inflexíveis, centradas nas atividades operacionais, em detrimento da visão estratégica e da geração de valor. Mesmo após as empresas entenderem que era necessário treinamento para os gerentes de projeto, e tendo proliferado diversos treinamentos e certificações para gerentes de projeto (PMs), muitas empresas mantinham o foco de que mesmo após os princípios já aprendidos, as prioridades eram operacionais e táticas, negligenciando o papel estratégico da gestão de projetos como ferramenta de inovação, competitividade e transformação organizacional.

Apesar da evolução técnica e metodológica na gestão de projetos, muitos gerentes de projetos para as transformações que seu papel exigiria no futuro,

permanecendo restritos as atividades operacionais e táticas.

Diante disso Kerzner propõe então, quatro novos princípios fundamentais para o gerenciamento dos projetos:

I - O gerenciamento de projetos passa a ser visto agora como parte integrante do processo de negócios da organização. Espera-se que o gerente de projetos tome decisões de negócios ou seja decisões de natureza estratégica e comercial, além das decisões baseadas nos projetos.

II - O gerenciamento de projetos é tratado como gestão estratégica de projetos, assume caráter estratégico do negócio, alinhando-se aos objetivos de longo prazo da organização. O gerente de projetos deixa de ser um executor e passa a participar da formulação e execução da estratégia organizacional.

III - A visão de que gestão de projetos é como o sistema de entrega de valor tornando-se o meio estruturado para gerar os benefícios de negócios, e o valor comercial desejados. A seleção e priorização dos projetos e com base no potencial de valor sustentável. O foco se desloca para pensamento estratégico e resultados de longo prazo.

IV - A gestão de projetos agora, em função dos três princípios anteriores é reconhecida como uma competência estratégica. Empresas bem gerenciadas realizam periodicamente diagnósticos e para determinar quatro ou cinco competências estratégicas para o futuro, e com recorrência a gestão de projetos está entre as principais.

Kerzner estabeleceu níveis de maturidade de uma organização de acordo com o processo de gerenciamento de projetos, conforme o grau de integração, sofisticação e valor agregado.

- **No nível 1 (Basic PM)** a empresa usa métricas tradicionais, centradas em custo, prazo e escopo, a Gestão de projetos é predominantemente operacional.

- **No nível 2 (Business-Driven PM)**) a organização já adota métricas atualizadas, com o gerente de projeto envolvidos na

tomada de decisões de negócios, portanto são capazes de compreender, mensurar, monitorar outras métricas, tais como: Capacidade de arrecadar fundos, retorno sobre investimento, valor presente líquido, índice de remoção de restrições, fluxo de caixa, período de retorno, quota de mercado e rentabilidade, além de criação de valor para o negócio, acompanhamento das mudanças nas premissas e alinhamento de relatórios com os objetivos estratégicos.

- **No nível 3 (Value-Driven PM)** a organização, à medida que se torna crítica a entrega de valor de negócio, são monitorados os atributos do valor de liderança organizacional: cultura e valores institucionais, compromisso organizacional, governança corporativa, planejamento estratégico, cooperação e colaboração, e gestão do conhecimento. A medida que as organizações fazem a transição de projetos operacionais para projetos estratégicos, espera-se que os gerentes de projeto sejam Parceiros de negócios estratégicos, consultores de confiança, agentes de mudança e facilitadores de transformação organizacional.

- **No nível 4 (Specialized PM)** a organização foco na maximização do desempenho humano e a mensuração dos ativos intangíveis. Os intangíveis agora são vistos como medições de longo prazo. O gerenciamento agora está sendo aplicado as atividades de inovação, o gerente de projetos atua agora como líder de projetos inovadores. As métricas incluem: sustentabilidade, criatividade, capacidade de trabalho em equipe, gestão da inovação, qualificações da força de trabalho, direitos de propriedade intelectual.

- **No Nível 5 (Strategic PM)** a gestão de projetos está plenamente integrada às estratégias de marketing e posicionamento competitivo. Os gerentes de projeto apoiam diretamente as equipes de marketing, com foco em métricas como: alianças estratégicas, reputação corporativa, imagem institucional, satisfação do cliente, fidelidade à marca, valor de boa vontade (*good will*).

Com esta visão evolutiva do gerenciamento dos projetos é que Kerzner consolida o conceito contemporâneo da qualidade e valor em projetos.

Em ambientes organizacionais complexos, com forte integração tecnológica, e a incorporação das novas competências e ênfase em inovação, as abordagens ágeis e híbridas oferecem as equipes de desenvolvimento visibilidade constante, sobre o valor ainda a ser gerado; assim temos o acompanhamento da evolução real do projeto. A qualidade sob essa perspectiva, não se restringe à conformidade técnica, mas envolve: o valor percebido pelos stakeholders, a geração de benefícios sustentáveis e o alinhamento direto com os objetivos estratégicos da Organização.

Kerzner propõe um conjunto abrangente de métricas de qualidade organizadas por categorias, com foco na avaliação contínua de desempenho, valor gerado e maturidade organizacional.

8 Desempenho de Produto	Taxa de Defeitos	entregue. Defeitos identificados por unidade produzida.
9 Desempenho de Produto	Taxa de Aceitação na Primeira Entrega	Percentual de entregas aceitas sem correções.
10 Desempenho financeiro	<i>Earned Value (EV)</i>	Valor agregado que compara progresso real com o planejado.
11 Desempenho financeiro	<i>Return on Investment (ROI)</i>	Retorno sobre o investimento do projeto.
12 Indicadores de Maturidade	Índice de Melhoria Contínua	Avalia a evolução dos processos ao longo do tempo.
13 Indicadores de Maturidade	Capacidade do Processo (Cpk)	Verifica se o processo está dentro dos limites aceitáveis.

Fonte: adaptado de Kerzner [23]

Quadro de Métricas de Qualidade em Projetos

Categoria	Métrica	Descrição / Finalidade
1 Conformidade / Qualidade	Percentual de Conformidade com os Requisitos	Mede quantos requisitos de qualidade foram atendidos.
2 Conformidade / Qualidade	Número de Não Conformidades	Quantidade de desvios identificados em auditorias.
3 Eficiência de Processo	Custo da Qualidade (CoQ)	Custos de prevenção, avaliação e falhas (internas e externas).
4 Eficiência de Processo	Tempo Médio de Correção de Falhas	Tempo médio para resolver defeitos ou problemas.
5 Eficiência de Processo	Índice de Retrabalho	Percentual de trabalho refeito.
6 Satisfação de Stakeholders	Índice de Satisfação do Cliente	Avaliação do cliente sobre o produto ou serviço.
7 Satisfação de Stakeholders	Taxa de Reclamações por Entrega	Número de reclamações por unidade

Kerzner reforça que as métricas devem ser simples, compreendidas por todos os envolvidos e orientadas à melhoria contínua. Além disso, precisam ter valor estratégico, servindo de base para decisões fundamentais em dados reais. O autor publicou centenas de estudos de casos de empresas reais abordando experiências de sucesso e fracasso na implementação da gestão de projetos e qualidade, destacando as lições apreendidas em cada cenário.

4. Dados de Pesquisas, Registros e Casos

4.1 A eficiência começa na contratação de bons projetos

Conforme publicação do Sindicato da Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (SINAENCO de 16/04/2016 [24],

A Eficiência de uma obra está diretamente relacionada à qualidade do projeto contratado projetos; em contextos de crise econômica com orçamentos cada vez mais restritos torna-se essencial evitar

desperdícios desde a fase inicial do empreendimento. E para aqueles que estão planejando construir, a economia é fundamental. As formas de contratação de projetos de arquitetura e engenharia e, consequentemente, suas implicações na qualidade do empreendimento são temas recorrentes entre os profissionais da área. Segundo Lucas Ribeiro Horta [24] presidente do SINAENCO-MG um bom planejamento pode reduzir em até 15% custo total de uma obra. Para ele, um projeto é considerado bom quando fundamentado em conhecimento técnico e experiência. “O projeto executivo é tido como instrumento único e insubstituível para obter obras de qualidade.”

O presidente do SINAENCO [24] ressalta ainda que os curtos prazos para elaboração são um dos grandes problemas, pois comprometem o tempo de maturação do projeto. Mesmo com uma boa execução, um projeto deficiente inevitavelmente gerará problemas ao longo do processo. Ele também critica a prática da contratação do projeto pelo menor preço, que desconsidera o comprometimento com a qualidade e desvaloriza os profissionais mais experientes.

A economia na fase do projeto, quando feita de forma equivocada, tende a gerar custos maiores posteriormente. “Projetos mal elaborados resultam em erros de execução, atrasos e desperdícios, comprometendo recursos e aumentando riscos de falhas técnicas, sendo que estes podem vir a superar o valor economizado a princípio”. “Com um projeto executivo benfeito, a construtora sabe quais serão os custos e como executar a obra, sem necessidade de estimativas ou superfaturamento”, afirma. Horta também aponta a falta de planejamento prévio das obras públicas como um fator crítico. “É notório o pouco esforço que costuma ser dedicado no Brasil às fases de planejamento. Enquanto países, como Alemanha e Japão, dedicam até a metade do tempo total de uma obra à fase de planejamento, no Brasil esse percentual é em média 20%; e muitas obras podem ser iniciadas apenas com um projeto básico, sem detalhamento. Isso contribui para situações

não previstas, acarretando atrasos, exigindo mudanças no cronograma e aumento de custos.

4.2 Antes de uma boa obra existe sempre um bom Projeto.

O setor de Projetos é o primeiro elo da cadeia produtiva de qualquer empreendimento seja público ou privado, todo investimento começa a se materializar nos escritórios de arquitetura e engenharia consultiva, onde são elaborados projetos de diversos portes e naturezas. A Atual crise econômica (Ano 2016) tem provocado grandes dificuldades para a maioria dos setores da economia, em especial em empresas de médio e pequeno porte. Dentre estes Setores o da Construção Civil é um dos mais impactados. Muitas empresas em Pernambuco estão sofrendo os efeitos da crise, agravada por atrasos de recebimentos de serviços, prestados nas três esferas de Governo. A medida que os Projetos são elaborados, desde pequeno porte até grande porte, resultam de um enorme mosaico de projetos multidisciplinares. Assim e fundamental lembrar que Projeto executivo completo, bem elaborado, baseado em estudos prévios, de viabilidade técnica, econômica e ambiental, com levantamentos detalhados justificativas técnicas de soluções adotadas, quantitativos, materiais e equipamentos necessários a construção, os prazos e o custo do empreendimento bem definidos, é comparado por especialistas a uma vacina anticorrupção. O investimento em sua elaboração representa em média apenas 5% do valor da obra, mas contribui significativamente para a economicidade e eficiência. Não é cansativo repetir: O projeto executivo de qualidade e o instrumento único e insubstituível para a obtenção de obras com qualidade, portanto duráveis e com custos compatíveis com os previstos e no prazo estipulado do projeto. A ausência de projetos completos com qualidade e antecedência adequadas tem gerado prejuízos em obras públicas de grande importância. Um exemplo é a Refinaria Abreu e Lima com custo inicial de U\$2,5 bilhões em 2007, saltando para U\$18 Bilhões em 2016, sem conclusão

prevista – situação atribuída, entre outros fatores, a falta de projeto básico completo. Ressalta-se ainda importantes Obras de Mobilidade previstas para a Copa de 2014, e que ainda inconclusas em várias capitais do País.

A contratação de projetos executivos completos, adquiridos elaborados pela melhor solução técnico-financeira e com prazo adequado é a melhor garantia para contratantes públicos e privados. garantias para os contratantes. Sem planejamento e bons projetos não haverá avanços sustentáveis da Infraestrutura Brasileira. [25]

4.3 Auditorias do Tribunal de Contas da União falhas e atrasos de Projetos

4.3.1 Registros de Análises de Contratos de Grande Vulto em 2024

O Tribunal de Contas da União através do Acordão 2507/2024 de 27/11 de 2024 [26] analisou 45 contratos relacionados a de projetos de grande vulto em regime de contratação integrada e identificou diversas falhas, entre elas:

- Atrasos na aceitação de Projetos;
- Início de obras sem aprovação de Projetos executivos completos;
- Ausência de cronogramas detalhados e de critérios de desempenho;
- Falta de procedimentos eficientes de monitoramento e controle de prazos, da análise e aceitação dos Projetos.
- Metas contratuais imprecisas e prazos vagos para análise de Projetos.
- Baixa qualidade dos anteprojetos e projetos apresentados;
- Falta de ação corretiva eficaz para contra empresas com baixo desempenho.
- Processos internos ineficientes no próprio TCU, especialmente na análise e aprovação de projetos, decorrentes de deficiência na gestão e fluxos de trabalho.

4.3.2 Fiscalização do Tribunal de Contas da União em 2024

O TCU atuou na Fiscalização de Diversos Projetos e Programas nas Áreas de Educação, Saúde, Meio Ambiente e Agropecuária, Agricultura, os quais se destacam os aspectos desta abordagem.[24]

Na área da educação, o TCU analisou a sexta etapa do Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024 e identificou fragilidades na definição de metas e estratégias, além de problemas na assistência técnica do Ministério da Educação (MEC) para estados e municípios. A auditoria destacou:

- Falta de clareza na responsabilidade por metas,
- Existência de metas redundantes e ausência de indicadores claros.
- Má coordenação entre os entes federativos e sistemas paralelos de gestão que dificultam o gerenciamento de relatórios.
- Nível médio de execução de 59,2%, abaixo da meta de 80% esperada para 2022 (impactado pela pandemia de covid-19).

No ensino superior, análise indicando a necessidade de formulação de políticas públicas para promoção da equidade na educação, permanência estudantil e empregabilidade. O TCU recomendou ao MEC a criação de um Plano de ação para A Política Nacional da Educação Superior.

Na área da saúde, auditou a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH) gestora de 45 dos 51 hospitais universitários federais, O Acórdão 2582/2024 - Plenário identificou:

- Falhas na contratualização com gestores do Sistema Único de Saúde (SUS);
- Problemas de infraestrutura e falhas na gestão de ensino;
- Baixa integração entre as áreas assistência à saúde e ensino. A EBSERH, vinculada ao Ministério da Educação, é responsável por foco em serviços

médico-hospitalares e apoio à educação e pesquisa;

O TCU recomendou que a empresa:

- Intensifique a colaboração com gestores do SUS e universidades, estabelecendo metas claras para monitorar resultados estratégicos e melhorar a comunicação e cooperação entre as partes envolvidas;
- Será realizado Acompanhamento pela unidade técnica do TCU, a fim de assegurar melhorias contínuas na assistência à saúde e no ensino;
- Falhas na gestão de políticas públicas e na aplicação de recursos destinados ao combate às mudanças climáticas.

Ainda na área da Saúde, o Tribunal de Contas da União (TCU), por meio do Projeto Eficiência na Saúde, identificou 209 riscos potenciais na contratualização de serviços hospitalares no SUS. O Acórdão 1504/2023 - Plenário destacou:

- Falhas na definição das necessidades da população, no perfil dos hospitais, na pactuação de fluxos entre entes federados e na formulação e fiscalização de contratos;
- Riscos que comprometem a eficiência e a qualidade dos serviços de saúde, além de afetarem a sustentabilidade financeira do SUS, que já apresentava um déficit de R\$ 31 bilhões em 2017, com projeções de aumento para R\$ 57,5 bilhões até 2030.

Na área de Meio Ambiente e Agropecuária, o TCU também se dedicou à governança climática no Brasil, apontando:

- Falhas na gestão de políticas públicas e na aplicação de recursos destinados ao combate às mudanças climáticas.

O Acórdão 2201/2024 - Plenário evidenciou:

- A descontinuidade de planos estratégicos como o Plano Clima e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima;
- O descompasso da Política Nacional sobre Mudança do Clima em relação aos compromissos internacionais;

- A necessidade de uma coordenação mais eficaz entre governo federal, estados e sociedade civil;

- A falta de transparência na aplicação de recursos financeiros, inclusive provenientes de fundos internacionais.

Diante disso, o TCU recomendou:

- A criação de um novo Plano Nacional de Mudança do Clima, com sistema de monitoramento e avaliação;
- A atualização da Política Nacional sobre Mudança do Clima;
- Que o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e o Ministério do Planejamento e Orçamento desenvolvam metodologias para marcar os gastos climáticos no orçamento e criem um painel eletrônico de transparência.

Na área da Agricultura, foram identificadas fragilidades nos programas, especialmente no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) e no Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

O Acórdão 2493/2024 - Plenário revelou que, entre 2015 e 2022, o Proagro pagou R\$ 23 bilhões em indenizações, sendo R\$ 12 bilhões provenientes de recursos públicos da União. Entre os principais problemas, destacam-se:

- Inadequação do Proagro;
- Distorção das funções do Tesouro Nacional e do Banco Central;
- Falta de limitação orçamentária, comprometendo a eficácia e a sustentabilidade fiscal do programa.[27]

O TCU recomendou reformas estruturais para alinhar esses instrumentos aos objetivos da política agrícola nacional e aos princípios de boa governança.

4.3.3 Novos Indicadores para Projetos de Infraestrutura.

O Tribunal de Contas da União em sessão plenária de 16/10/2024, aprovou acórdão relacionado ao processo TC 014.989/2024-7, cujo objetivo é desenvolver

indicadores que auxiliem na avaliação da maturidade, do valor de investimento e do prazo de implantação de grandes obras públicas.

Foram desenvolvidos os seguintes indicadores iValor e iPrazo têm como objetivo principal aumentar a precisão na medição de quanto o custo e o tempo de execução de uma obra se desviam do previsto inicialmente.

iValor: mede a diferença entre o valor orçado no início de uma obra e o valor efetivamente gasto durante sua execução

iPrazo: avalia quanto o tempo de entrega da obra foi alterado em relação ao prazo inicial.

Além disso TCU desenvolveu também o iPMP (Indicador de Percepção de Maturidade de Projetos), que avalia o grau de preparação e planejamento dos Projetos de obras públicas. Esse indicador foi expandido para incluir uma análise mais detalhada e agora abrange cinco dimensões: estratégica, econômica, financeira, comercial e gerencial. A expectativa é que a adoção desses indicadores melhore a qualidade do planejamento e da execução de obras públicas, contribuindo para a redução de atrasos e desperdícios de recursos. O Tribunal também recomendou que as metodologias desses indicadores sejam aperfeiçoadas continuamente visando a melhoria da governança em infraestrutura. [28]

Antes de avançarmos para a abordagem específica da governança de projetos, é fundamental destacar que a qualidade dos projetos na administração pública está diretamente vinculada ao grau de maturidade da governança institucional. A ausência de mecanismos claros de governança — como diretrizes estratégicas bem definidas, papéis e responsabilidades institucionalizados, canais eficazes de monitoramento e prestação de contas — compromete não apenas a execução, mas também os resultados e os impactos sociais esperados dos projetos públicos. Projetos mal concebidos, com falhas

de escopo, cronogramas irreais ou orçamentos mal estimados, muitas vezes não são consequência exclusiva de falhas técnicas, mas sim da ausência de uma governança sólida que antecipe riscos, promova a coordenação interinstitucional e assegure alinhamento com os objetivos estratégicos do Estado. Dessa forma, a governança se revela não apenas como um elemento de controle, mas como um determinante da qualidade, da efetividade e da legitimidade dos projetos públicos.

3.4 Governança de Projetos

No artigo de Crawford, L. e Cooke-Davies, T. [29], “Governança de projetos: O papel fundamental do patrocinador executivo”, apresentado no Congresso Global do PMU 2005, encontramos dados relevantes para a questão dos projetos, A pesquisa que será relatada neste artigo não foi direcionada principalmente aos patrocinadores de projetos, embora, ao contrário de muitas outras pesquisas, tenha reconhecido a importância da governança e do patrocínio desde as fases de concepção. A pesquisa foi desenvolvida a partir anteriores relatadas, em 2001, 2002a, 2002b, 2004c. São 168 Registros de dados válidos, e uma grande variedade de indústrias estavam representadas. A composição da amostra é relevante por refletir diversas perspectivas organizacionais. Os entrevistados eram gerentes seniores (12), patrocinadores do projeto ou membros de comitês de governança (87), pessoas responsáveis pelos processos do projeto (19), gerentes de projeto (31) e membros da equipe do projeto (19). (Anexo 1)

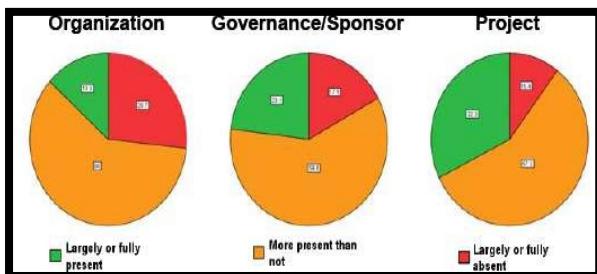
Os dados revelam um quadro crítico: apenas 3% das organizações relataram que seus portfólios de projetos, como um todo, atendem ou superam as expectativas. Ainda que esse índice melhore discretamente no nível de projetos individuais (~20%) e de governança/patrocínio (8%), a conclusão é clara: há um descompasso entre capacidades declaradas e resultados obtidos. (Anexo2)

Anexo 1. Projeto de Pesquisa Conceitual
Fonte: Crawford, Cooke Davis [29]

Anexo 2. Sucesso alcançado em 3 níveis
Fonte: Crawford, Cooke Davis [29]

Na análise das capacidades e sucesso obtido há este reflexo até certo ponto, embora as capacidades pareçam ser maiores em todos os casos do que o sucesso a que conduzem. Apesar de muitas organizações possuírem capacidades mínimas de gerenciamento de projetos, essas não se traduzem diretamente em sucesso. As capacidades organizacionais são mais fracas nos níveis de governança e patrocínio e definitivamente falso no nível organizacional, onde mais de 25% de todos os entrevistados avaliam que as capacidades necessárias estão em grande parte ou totalmente ausentes. (Anexo 3)

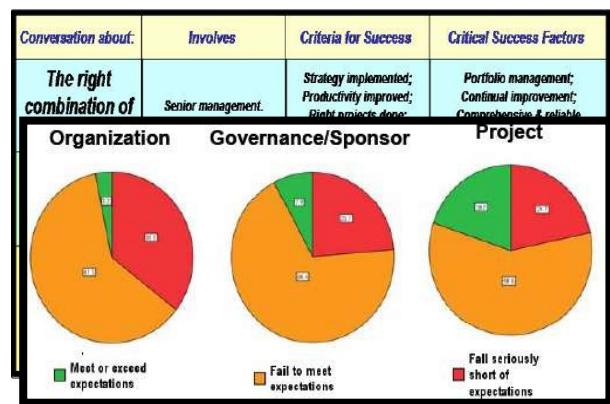
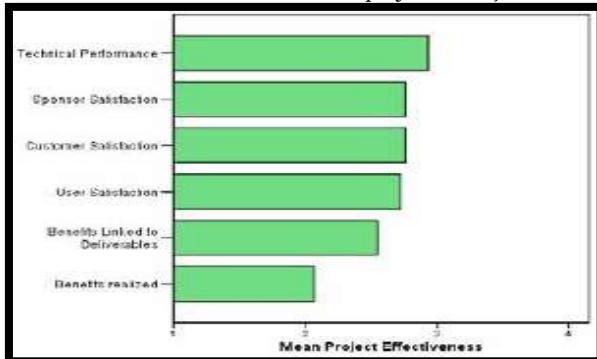
Anexo 3: Capacidades em 3 níveis



Fonte: Crawford, Cooke Davis [29]

No nível organizacional, isso é o máximo que faz sentido realizar análises, com apenas 30 conjuntos de dados. Nos dois níveis mais baixos, no entanto, há algumas conclusões muito interessantes que podem ser tiradas. Os dados mostram que os projetos não são bons em entregar os benefícios para os quais são realizados.

Anexo 4: Graus de sucesso do projeto alcançados.

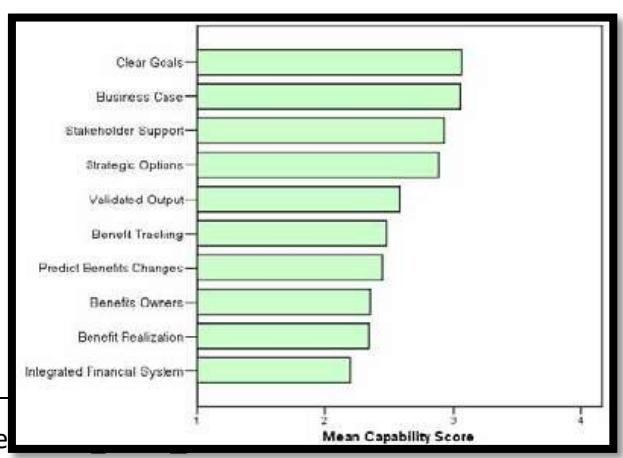


Fonte Crawford, Cooke Davis [29]

Apenas 7% de todos os projetos entregam 100% ou mais dos benefícios, enquanto mais de 67% entregam menos de 75% dos benefícios esperados. E esses números se aplicam apenas aos 75% dos projetos que conseguem fazer uma estimativa, 25% das organizações sequer possuem mecanismos para avaliar com precisão os benefícios entregues. Esses achados sugerem fragilidades sistêmica nos processos de medição de desempenho, sinalizando limitações não apenas na execução, mas na própria governança estratégica dos projetos mesmo assim, os patrocinadores não estão muito insatisfeitos com seus projetos (ver Anexo 4).

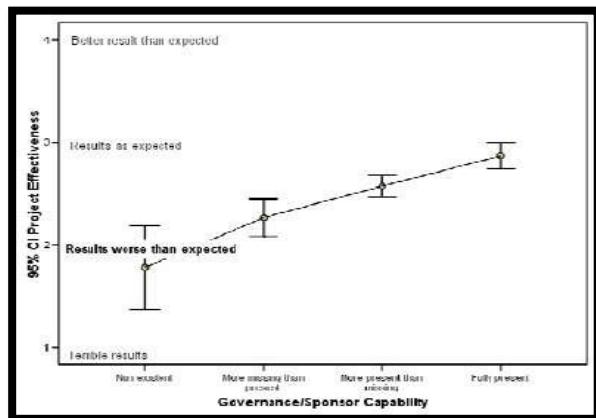
Em termos de capacidades de governança/patrócinadores, há uma variação imensa entre os piores (sistemas financeiros integrados), que estão mais ausentes do que presentes, e os melhores (clareza de objetivos sobre projetos e presença de um caso de negócios), que estão mais presentes do que ausentes. (ver Anexo 5)

Anexo 4: Graus de sucesso do projeto alcançados.



Fonte: Crawford, Cooke Davis [29]

Anexo 5 Capacidade de governança/patrocinadores



Fonte Crawford, Cooke Davis [29]

No geral, das nove capacidades que mais se correlacionam com a melhoria da eficácia (medida pelos benefícios entregues, desempenho técnico alcançado e partes interessadas satisfeitas) e melhoria da eficiência (medida pelo tempo, custo, escopo, qualidade e HSE), nada menos que seis dependem diretamente do patrocinador do projeto. Em termos de eficácia, o patrocinador está mais bem posicionado (1) para garantir que todas as opções estratégicas sejam consideradas antes da aprovação do projeto, (2) para garantir que o projeto receba os recursos necessários e que (3) a equipe do projeto tenha a autoridade necessária para atingir os objetivos do projeto. Em termos de eficiência, o patrocinador desempenha um papel fundamental em (4) garantir a qualidade do business case no qual o projeto é autorizado, em (5) garantir que a responsabilidade pela obtenção dos benefícios recaia sobre as pessoas certas na organização e (6) que os requisitos de desempenho técnico do projeto sejam tais que, se alcançados, o *business case* seja alcançável. Reforçando seu papel como agente estratégico de viabilização e sucesso.

4. Considerações Finais

A análise realizada ao longo deste trabalho mostra que o sucesso de um projeto está diretamente ligado à qualidade em todas as suas fases, desde a concepção até a entrega final. Para alcançar essa qualidade, diversos fatores precisam estar presentes e bem

estruturados, sendo fundamental o envolvimento da alta administração, seja no setor público ou privado. É indispensável que as organizações contem com estruturas compatíveis com o porte e a complexidade dos projetos, e que essas estruturas estejam alinhadas aos objetivos estratégicos e de negócios. A alta gestão deve se manter informada sobre a evolução dos projetos e ser capaz de tomar decisões baseadas em dados, por meio de métricas de desempenho claramente definidas.

Outro ponto essencial é a visão de longo prazo, tanto para a condução de projetos quanto para a adaptação contínua às mudanças do ambiente de negócios. As estratégias organizacionais devem ser regularmente revisadas para acompanhar essas transformações. A qualidade deve ser incorporada desde o início do projeto, independentemente da abordagem adotada — preditiva, ágil ou híbrida. Isso inclui a realização de uma análise preliminar de riscos e o acompanhamento contínuo ao longo do ciclo de vida do projeto.

A profundidade com que a qualidade será implementada deve considerar o porte do projeto: projetos menores podem adotar controles mais simples, enquanto grandes projetos exigem sistemas mais robustos de governança e monitoramento. Importante destacar que a qualidade não é responsabilidade exclusiva da equipe de projetos — ela depende do engajamento de todas as áreas da organização. As lições aprendidas devem ser documentadas e utilizadas para fortalecer o processo de aprendizado organizacional. A comunicação eficaz e o monitoramento constante também são fatores-chave para garantir que o projeto se mantenha no rumo certo.

Por fim, a qualidade deve ser vista não apenas como um requisito técnico, mas como um diferencial estratégico e competitivo. Pequenos detalhes qualitativos podem gerar vantagens no mercado, fortalecer a imagem da organização e contribuir para a sua sustentabilidade no longo prazo. A satisfação do cliente, aliada à eficiência e eficácia na execução, são os elementos que, juntos,

consolidam o verdadeiro sucesso de um projeto

5. Referências:

- [1] PMI. Project Management Institute. *Project Management Body of Knowledge PMBOK*
- [2] DEMING, Willian Edwards. *O pai da gestão da qualidade.* ASQ (American Society for Quality) ([/about-asq/honorary-members/](https://about-asq/honorary-members/) Deming)
- [3] JURAN, Joseph Moses. *O Progresso da Qualidade.* Editora Milwaukee Vol. 41, ed. (abril/2008): 20-25. <https://www.proquest.com/doc.view/214757466?pgotigsite=gscholar&fromopenview=tru&sourcetype=Magazines>
- [4] MONNAPPA, AVANTIKA. *Pioneiros do Gerenciamento de Projetos.* 15/04/2025 <https://www.simplilearn.com/deming-vs-juran-vs-crosby-comparison-article>
- [5] SIX SIGMA. *Crosby is a noted quality professional.* 27/01/2019 [https://6sigma.com/philip-crosby/\[5\]-contributions-to-the-theory-of-process-improvement-and-six-sigma/#:text=Philip](https://6sigma.com/philip-crosby/[5]-contributions-to-the-theory-of-process-improvement-and-six-sigma/#:text=Philip) Acesso em 15/5/25.
- [6] PYSDEK, Thomas Keller, *Six Sigma Handbook*, Mc Graw Hill.Inc Third edition, 2010
- [7] TERRY COOKE-DAVIS. The Real Success Factors on Projects, International Journal of Project Management, 2002, 185-190
- [8] CRAWFORD, Lynn; HELM, J. *Governance and Support in the Sponsoring of Projects and Programs*, Project Management Journal. 2009.
- [9] CRAWFORD, Lynn; POLLACK, Julien. *Hard and soft projects: a framework for analysis.* 2004. International Journal of Project Management, 22(8), 645–653. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026378630400047X>. Acesso 21/5/25
- [10] CRAWFORD, Lynn; DORLE, J. *Quality first.* PM Network, 20(5), 42–47. 2006. <https://www.pmi.org/learning/library/improve-quality-six-sigma-4056>. Acesso em 26/5/25
- [11] MEMORIES Stringer, John. *Theory Management of major projects.* Institute Engineer of Australia, 2011
- [12] OLSEN R. P. *Can Project Management be defined?* Project Management Quarterly. 1971.
- [13] MORRIS PWG; HOUGH G H. *The Anatomy of Major Projects.* Chichester, Wiley. 1987
- [14] MORRIS, W. G. PETER. *Main clauses of projects failures.* The Management of Projects, Thelford R Thomas, London, 1994.
- [15] GUPTA DISHA. *The Learning Curve Theory: Types, Formula, Examples* (2025). <https://whatfix.com/blog/learning-curve/> 23/12/2024
- [16] ABNT. Associação brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 9001. Sistema de Gestão de Qualidade.* 2021.
- [17] ABNT. Associação brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 19650-1. Gestão da informação em projetos de construção utilizando a metodologia BIM (Modelagem da Informação da Construção)* 2022
- [18] BIM *Building Information Modeling. Case Studies.* McGraw-Hill Construction Series BIM, 2015
- [19] FALCONI, Vicente *Método Falconi* <https://abqualidade.org.br/vicente-falconi-o-pdca-focado-em-resultados/> 23/11/2023. Acesso 27/5/25
- [20] FALCONI, Vicente, PDCA focado em resultados. <https://abqualidade.org.br/vicente-falconi-o-pdca-focado-em-resultados/>. 27/05/2015
- [21] FALCONI, Vicente. *O Verdadeiro Poder.* Editora Falconi 2019

- [22] KERZNER, Harold; WARD, J. LeRoy. *The future of project management*, International Institute of Learning. 2024
- [23] KERZNER, Harold. *Project Management: A systems approach to planning, scheduling and controlling*. John Wiley & Sons, Inc. 2017 conformities requisites pag836
- [24] TIESPIRAL-SINAENCO-MG. *Eficiência começa na contratação de bons projetos* <https://sinaenco.com.br/noticias/eficiencia-comeca-na-contratacao-de-bons-projetos>. 07/04/2016. Acesso 28/5/25
- [25] TI ESPIRAL- SINAENCO-PE - Antes de Uma boa Obra existe sempre um bom Projeto, <https://sinaenco.com.br/noticias/antes-de-uma-boa-obra-existe-sempre-um-bom-projeto/>. 22/02/2016. Acesso 28/5/25
- [26] TCU. *Acordão* 2507/24 https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/NUMACORDAO%253A2507%2520ANOACORDAO%253A2024%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0.27/11/24. Acesso 28/5/25
- [27] TCU. *Fiscalização 2024*. SECOM 16/01/2025. <https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/tcu-intensifica-fiscalizacao-de-projetos-nacionais>. Acesso 28/05/25
- [28] TCU. *Acordão processo 014.989/2024-7. Novos Indicadores para Projetos de Infraestrutura.* 16/01/25. Secom – SG/ds/rs imprensa@tcu.gov.br
- [29] CRAWFORD, L., COOK-DAVIS, T. *Governança de projetos: “o papel fundamental do patrocinador*. Artigo Congresso Global PMI (2005)

Sustentabilidade no setor público e o difícil engajamento na construção civil.

Sustainability in the public sector and the difficult engagement in civil construction.

PEREIRA, Mônica Alves¹; PERTEL, Mônica².

monicapereir@gmail.com¹; monicapertel@poli.ufrj.br².

¹Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

²Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
*sustentabilidade
 administração pública
 construção civil
 instrução normativa nº1*

Keyword:
*sustainability
 public administration
 civil construction
 normative instruction no. 1*

Resumo:

Quais as chances de sucesso na implantação dos 17 ODS se o rumo da nossa história continuar na mesma direção que seguimos nos últimos 60 anos? Quais as possibilidades de iniciarmos um novo marco de mudanças na era do antropoceno, em direção a um caminho mais viável para o planeta e principalmente para humanidade? A partir da análise de documentos, leis, reportagens, relatos e vivências ao longo de anos, este artigo visa reunir propostas de ações palpáveis e cotidianas que viabilizem a adoção de medidas sustentáveis no universo do indivíduo comum, longe das grandes convenções, dos grandes palcos e de suas lideranças presas em bolhas teóricas. O foco, no entanto, foi fixado no conjunto de normativas destinadas às melhorias sustentáveis no setor público, universo com largo poder de compra e grande possibilidade de impacto na economia. Foram abordadas as métricas possíveis de implantação de compras no setor de construção civil, de modo a fomentar a entrada de novos fornecedores neste mercado. Informações analisadas revelam que, apesar do advento de tantas leis e normas em torno da causa ambiental, muito pouco é feito no setor público para que ações realmente significativas façam diferença no tecido social e no mercado.

Abstract

What are the chances of successfully implementing the 17 SDGs if our history continues in the same direction we've followed for the past 60 years? What are the possibilities for us to embark on a new milestone of change in the Anthropocene era, toward a more viable path for the planet and, above all, for humanity? Based on an analysis of documents, laws, reports, and experiences over the years, this article aims to bring together proposals for tangible, everyday actions that enable the adoption of sustainable measures in the everyday world, far from major conventions, grand stages, and their leaders trapped in theoretical bubbles. The focus, however, was on the set of regulations aimed at sustainable improvements in the public sector, a sector with significant purchasing power and a significant potential impact on the economy. Possible metrics for implementing procurement in the construction sector were discussed, in order to encourage the entry of new suppliers into this market. The information analyzed reveals that, despite the advent of so many laws and regulations surrounding environmental causes, very little

is being done in the public sector to ensure truly meaningful actions make a difference in the social fabric and the market.

1. Introdução da agenda de sustentabilidade na sociedade

As atividades humanas, principalmente através das emissões de gases de efeito estufa, inequivocamente causaram o aquecimento global, com a temperatura da superfície global atingindo um valor 1,1°C mais alto entre 2011-2020 do que no período de 1850-1900 [1].

Desde a publicação de Primavera Silenciosa (Rachel Carson, 1962) já passamos por diversas conferências do clima onde, através da cooperação entre países, busca-se solução para frear os números das previsões catastróficas acerca do aquecimento do planeta. Destes encontros destaca-se o Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, ponto de partida da Agenda 2030, com seus 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) e 169 metas de desenvolvimento sustentável.

Neste artigo será dada ênfase à ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, e à Meta 12.7 – Promover práticas de compras públicas sustentáveis. Cabe observar que as principais leis da esfera pública para compras e serviços sustentáveis abrangem diversas outras metas e objetivos da Agenda 2030.

2. A legislação brasileira e a agenda de sustentabilidade

Tomando como base primordial o Art. 225 da Constituição Federal sobre o direito de todos ao meio ambiente, neste artigo será dada ênfase ao trecho mais caro nos últimos tempos “o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O setor público, por sua abrangência, características e dimensões, representa uma grande parcela do mercado de consumo de produtos e serviços. Sua necessidade de aquisição de bens e serviços é recorrente e constante, contribuindo para que novos

fornecedores surjam e que antigos se mantenham ativos no mercado. As compras públicas representam aproximadamente 9% do PIB brasileiro [2], e conforme cresce a população, cresce também este setor e seus serviços. A saber, o PIB brasileiro no primeiro trimestre de 2025 foi de R\$ 3 trilhões [3]. Portanto, para a agenda das práticas sustentáveis, o setor público representa uma grande oportunidade de penetração e mudança de paradigmas.

Servidores públicos não são meros legisladores isolados e limitados em suas funções de Estado. Ao contrário disso, têm papel fundamental no engajamento de pessoas e no fomento à implantação de novas técnicas, materiais e serviços, além de ter em suas mãos a possibilidade de moldar todo um grupo de leis que num longo prazo pode ter um efeito definitivo na implantação da Agenda 2030 em todas as esferas sociais, não somente na pública.

O investimento em pesquisa é confundido com o protagonismo do setor privado, mas em grandes modelos econômicos, inclusive o modelo brasileiro, as maiores e melhores conquistas de conhecimento partem do setor público, com parcerias entre universidades, centros de pesquisa, empresas de economia mista, fundações, autarquias entre outros. 95% da ciência brasileira é realizada nas instituições de ensino superior [4].

Atualmente no Brasil temos diversas leis, instruções normativas, códigos, cartilhas, relatórios, entre outros documentos de grande relevância e notoriedade, todos visando garantir a implementação de regras em prol da preservação do meio ambiente, da inclusão social e de uma maior confiabilidade e eficiência na governança corporativa. Os compromissos assumidos até hoje nas conferências do clima, empurraram a legislação brasileira na direção do

cumprimento dos 17 ODS da Agenda 2030, gerando modificações e adaptações em todo o arcabouço normativo.

Há muitos anos o Brasil já estabelece leis em prol do meio ambiente. São exemplos a criação do Código de Águas, Decreto 24.643 de 1934, onde se estabeleceram regras para o uso dos recursos hídricos, incluindo o controle de uso pela agricultura, indústria, abastecimento público e até mesmo das hidrelétricas, e o Código Florestal de 1934, Decreto 23.793, onde foram categorizadas as áreas florestais, e regulamentando regras de uso, exploração e conservação. Desde então podemos destacar: o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012 que revoga a Lei nº 4.771/1965), a Lei da Fauna (Lei nº 5.197/1967), o Código da Pesca (Decreto-Lei nº 221/1967), a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH - Lei Nº 9.433/1997), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Lei Nº 9.985/2000), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei Nº 12.305/2010), e a Lei da Mata Atlântica (Lei Nº 11.428/2006).

3. Abordagem da Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010

Deste conjunto legal supracitado, destaca-se a Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010, que dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras, como base de estudo para este artigo [5].

Dentro de suas regras, esta instrução enriquece o arcabouço normativo, sobretudo nas menções às alternativas sustentáveis a serem incorporadas aos contratos de compras públicas. Contudo, ao longo dos últimos anos, apesar dos esforços na criação de leis, normas e afins, introduzir materiais alternativos no processo de aquisições públicas tem se mostrado deveras complexo. Não somente pela dificuldade em encontrar fornecedores de

larga escala e materiais compatíveis, mas em decorrência principalmente dos servidores responsáveis pela elaboração dos contratos, pois deles depende a mudança de paradigma no momento de escolha dos seus produtos e serviços.

Defender novas especificações requer cuidadosa pesquisa e conhecimento dos meandros das leis que podem suportar tal processo, além de uma dose de coragem, comum em toda mudança.

Os Princípios da Administração Pública em si limitam as escolhas dos especificadores, tornando necessário ter uma quantidade extra de conhecimento, criatividade e persistência para que se possa construir defesas consistentes que sejam exitosas em seus processos.

Um caminho possível para a construção desta defesa pode ser fundamentado em princípios como: o desenvolvimento nacional sustentável, o incentivo à inovação, o ciclo de vida do objeto como vantajoso para a Administração Pública, o princípio do formalismo moderado, defender a economicidade de longo prazo, e fazer uso do conceito de Margem de Preferência.

4. Propostas de aplicação da Instrução Normativa nas compras sustentáveis no âmbito da construção civil

O Cap. II, Art. 4º versa sobre a redução do consumo de energia. Objetivando reduzir o consumo nas suas edificações, propõe-se buscar alternativas no mercado dando preferência para produtos com certificações e selos ambientais, descartando aqueles fabricados por empresas que tenham causado danos ao meio ambiente, sem que se tenha cumprido com a contrapartida prevista em lei. Também se propõe, quando ainda nas etapas de projeto de arquitetura e/ou engenharia, aproveitar o máximo possível da luz natural do imóvel.

O Cap. II, Art. 4º, inc. II trata da automação da iluminação do prédio. Sugere-se, quando ainda na etapa de projetos de arquitetura e/ou engenharia, buscar especificar automações que contemplem autonomia de acionamento de luz nos ambientes da edificação, aproveitando luz natural e, havendo possibilidade, incluir sistema de iluminação inteligente interligado à automação predial. Também, sendo possível, a automação predial ideal abrange sistemas mais complexos, como climatização, iluminação geral, segurança, sistemas de bombas e motores, entre outros, buscando a economia de energia.

No Cap. II, Art. 4º, inc. III sugere-se o uso de lâmpadas fluorescentes, porém, entre os anos de 2010 e 2020 as lâmpadas LED começaram a se tornar mais populares, oferecendo maior economia de energia, maior vida útil, e com custo mais acessível, vindo a se revelar como uma alternativa melhor do que a sugerida na norma. As lâmpadas LED geram uma economia de até 33% em relação às fluorescentes e duram cerca de quatro vezes mais [6]. Os LEDs se tornarão onipresentes até 2050 [7].

O Cap. II, Art. 4º, inc. IV versa sobre o uso da energia solar. A partir da Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL, quando se tornou possível a compensação de créditos de energia, e a partir da criação do Programa Nacional de Apoio à Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), lançado em 2015, os sistemas fotovoltaicos tornaram-se mais acessíveis e viáveis, atraindo mais empresas fabricantes, e mais consumidores interessados. A fim de se moldar de forma pioneira no assunto sustentabilidade, sugere-se ao setor público adotar o uso de sistema fotovoltaico em seus imóveis tanto quanto possível, podendo ser instaladas em telhados ou coberturas de estacionamentos, fazendo-se valer do sistema de compensação das concessionárias locais a fim de reduzir consumo e a conta de luz [18].

A matriz elétrica brasileira é 84% renovável, e a matriz energética (que inclui

combustíveis) já é 45% renovável. Nos últimos cinco anos, nosso país multiplicou a geração das energias eólica e solar, que hoje já superam a geração de energia elétrica a partir de gás natural (térmicas ou termoelétrica) [8]. A luz é o recurso mais abundante da terra [7].

O Cap. II, Art. 4º, inc. VI versa sobre sistema de reuso de água e de tratamento de efluentes. Buscando o melhor aproveitamento do recurso hídrico disponível sugere-se, quando da etapa de elaboração de projetos de arquitetura e/ou engenharia, projetar os sistemas de esgotamento sanitário contemplando armazenamento e tratamento de efluentes, a fim de que sejam reutilizados em atividades compatíveis com o tratamento dispensado.

Falar sobre o consumo e desperdício hídrico é um capítulo importante na adoção de medidas sustentáveis, sobretudo evitando desperdícios da água tratada. Algumas substituições simples e de longo prazo nos edifícios das instituições públicas podem ajudar. Fazer reparos em torneiras com goteiras pode economizar até 16 litros por dia, ou 1.380 litros por mês. Em torneiras com muita vazão, instalar um arejador ou mesmo um redutor de vazão pode ajudar numa economia de até 50% no consumo [9]. A substituição de uma válvula de descarga de caixa acoplada por um sistema de dois botões (*Dualflux*) chega a proporcionar uma redução de até 60% no consumo do aparelho (CATÁLOGO DECA, 2025). Portanto, não se trata de trocar todas as peças já instaladas de uma só vez, mas substituições de peças quebradas durante a rotina de manutenção predial periódica, pode significar muito a longo prazo.

O Cap. II, Art. 4º, inc. VI trata do aproveitamento da água de chuva. Como alternativa para aproveitar o recurso natural disponível, quando em etapa de elaboração de projetos de arquitetura e/ou engenharia sugere-se buscar projetar os sistemas de drenagem de águas pluviais contemplando armazenamento e tratamento destes efluentes,

a fim de que sejam reutilizados em atividades compatíveis com o tratamento dispensado.

Cap. II, Art. 4º, inc. VIII – refere-se à utilização de materiais que sejam reciclados. Propõe-se buscar nos fornecedores de construção civil substitutos para itens básicos e de uso constante, como blocos de vedação, telhas, lã termoacústica, formas para moldagem de estrutura, blocos de pavimentação, entre outros.

Atualmente, fora do âmbito da construção civil, já é comum a adoção de papéis e copos de fontes recicladas nas aquisições públicas, e em alguns poucos órgãos existem ecopontos de reciclagem. Porém é preciso muito mais para um setor que consome tanto, e tem tanto poder de influenciar paradigmas.

Cap. II, Art. 4º, inc. VIII – disserta sobre a utilização de materiais que sejam reutilizados. Atualmente os órgãos públicos já possuem o processo de recondicionamento, reparo e guarda de peças nas oficinas dos setores de manutenção e patrimônio (móvels, eletrodomésticos, eletrônicos, máquinas de ar-condicionado, equipamentos de no break, bombas hidráulicas, entre outros). Aos setores de construção e reforma sugere-se praticar e incentivar aos seus prestadores de serviço itens que possam ser reutilizados no seu processo construtivo, como é o caso de formas de modelagem de estrutura feitas em material plástico reutilizável.

Cap. II, Art. 4º, inc. IX – aborda a obrigatoriedade de comprovação de origem da madeira. Propõe-se exigir em todas as suas aquisições a comprovação do Documento de Origem Florestal (DOF), documento instituído pela Portaria nº 253, de 18 de agosto de 2006, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), e não efetuando compras em fornecedores que não façam o mesmo.

Cap. II, §2º Projeto de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC). Em trabalho conjunto com os setores de engenharia e arquitetura, propõe-se mapear os

materiais descartados em canteiros com vistas a contratar empresas especializadas em coleta e reciclagem de materiais de construção civil, como agregados provindos de demolições, restos de forma de concretagem, plásticos e papelão utilizados em embalagens e proteções, artigos metálicos, vidros, madeira entre outros.

O Cap. II, §5º discorre sobre a exigência de comprovação da adoção de práticas de desfazimento sustentável ou reciclagem, conforme preconiza a ISO 1400. Propõe-se exigir nos Termos de Referência (TR) o cumprimento das boas práticas citadas.

O Cap. III, Art. 5º, inc. I fala sobre exigir bens constituídos, no todo ou em parte, por material reciclado, atóxico, biodegradável. Propõe-se exigir nos Termos de Referência (TR) o cumprimento das exigências citadas.

O Cap. III, Art. 5º, inc. II refere-se à observância às certificações do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO). Propõe-se exigir nos Termos de Referência (TR) o cumprimento das exigências citadas.

O INMETRO, além do controle sobre as conformidades e certificações que envolvem segurança e qualidade dos produtos e serviços, atua na criação de selos sustentáveis, como a criação do Selo Verde Brasil, as discussões para a criação das Normas Voluntárias de Sustentabilidade, e a atuação nas discussões para a criação da ISO 26000 (diretrizes sobre responsabilidade social, 2010).

O Cap. III, Art. 5º, inc. III discorre sobre a utilização de materiais recicláveis em embalagens. Propõe-se exigir nos seus Termos de Referência (TR) o cumprimento das exigências citadas.

O Cap. III, Art. 5º, inc. IV orienta a não utilização de produtos que contenham substâncias perigosas em concentração acima da recomendada na diretiva *RoHS* (*Restriction of Certain Hazardous Substances*), tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), cádmio (Cd), bifenil-polibromados (PBBs),

éteres difenil-polibromados (PBDEs). Propõe-se exigir nos seus Termos de Referência (TR) o cumprimento das exigências citadas.

A Restrição de Substâncias Perigosas, originária da União Europeia, dispõe acerca das limitações de uso de substâncias perigosas na fabricação de eletroeletrônicos. Apesar de sua origem, o conjunto de restrições é utilizado como base para regulamentações brasileiras.

O Cap. III, Art. 6º, inc. V discorre sobre treinamento de empregados objetivando redução de consumo de energia elétrica, de consumo de água e redução de produção de resíduos sólidos. A respeito desde inciso propõe-se que, além das contratadas, também os servidores e funcionários terceirizados dos setores públicos devem passar por um valoroso período de aculturamento ambiental sustentável. Sugere-se dispor dos Núcleos de Sustentabilidade para engajamento neste propósito com afinco.

Ao longo do tempo constata-se que muitos setores não alcançam engajamento suficiente para mudar a mentalidade própria e de seus colaboradores. Se os funcionários das casas públicas não são capazes de pensar de forma sustentável, tampouco serão capazes de efetuar uma boa fiscalização de seus fornecedores, tampouco serão capazes de em seus TRs dar preferência à defesa das aquisições sustentáveis.

O Cap. III, Art. 6º, inc. VIII trata da destinação adequada de pilhas e baterias. Os Núcleos de Sustentabilidade dos órgãos públicos têm por princípio a implantação de medidas simples cotidianas que podem trazer mudanças ambientais positivas. Uma delas é a parceria com cooperativas para a criação de Eco Pontos, com coleta de lixo para reciclagem, incorporando, para além da coleta de papel, papelão e plásticos, também o recolhimento de pilhas, baterias, esponjas de louça, óleo usado, livros para doação, entre outros. A fim de melhor aproveitar estes locais, sugere-se a todos os órgãos oferecer a possibilidade de uso para a comunidade local,

e o aculturamento de seus colaboradores, para que estendam os bons hábitos para suas casas e comunidades.

O Cap. III, Art. 6º, inc. VI trata da realização de separação dos resíduos recicláveis descartados. Propõe-se investir, através dos seus Núcleos de Sustentabilidade, no aculturamento da população, o que inclui servidores e terceirizados, além da comunidade local.

5. A questão da gestão de resíduos sólidos na sociedade

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) busca melhorar a gestão de todo e qualquer descarte, traçando metas sustentáveis que buscam o fim dos lixões, e a transformação do lixo descartado em material para reciclagem, compostagem, biodigestão e recuperação energética. Os resíduos, quanto a sua periculosidade, classificam-se em: Classe I (perigosos – alguns hospitalares, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, tintas, solventes etc.), Classe II (não perigosos) Classe IIA (não perigosos não inertes - papel, papelão, plástico, borracha etc.) e Classe IIB (não perigosos e inertes - rochas, tijolos, concreto, areia etc.). Quanto a sua origem classificam-se como: domésticos, comerciais, industriais, de serviços de saúde, de construção civil etc. Quanto às características: orgânicos, recicláveis, especiais, rejeitos. Quanto à sua gestão, os resíduos são classificados: resíduos sólidos urbanos (RSU), resíduos sólidos públicos (RPU), resíduos sólidos domiciliares e comerciais similares (RDO), resíduos de construção e demolição (RCD), também chamados de resíduos da construção civil (RCC), resíduos de serviços de saúde (RSS), resíduos de podas de árvores (RPO) e resíduos industriais (RI).

Segundo dados do IBGE com base no Censo de 2022, cada indivíduo gera em média 380kg de resíduo sólido urbano (RSU) por ano, o que equivaleria a 77.076.428 toneladas/ano. Em contrapartida, dados do SNIS informam que dos 90,4% da totalidade

populacional atendida pela coleta de resíduos, somente 14,7% possui coleta seletiva, e ainda acrescenta que a taxa de recuperação de materiais recicláveis, em relação à quantidade total coletada, é da ordem de 2,37%, somente. Os índices de reciclagem no Brasil são assustadoramente baixos, comparado ao que se faz de propaganda pelas empresas que se autointitulam sustentáveis. Os materiais potencialmente recicláveis produzidos e identificados pela indústria não chegam ao destino devido, as usinas de reciclagem. A má gestão do lixo é um problema grave para a nossa sociedade, tornando-nos um dos maiores produtores de lixo não tratado do mundo.

Os descartes orgânicos acumulados em grande quantidade e reunidos em destinos irregulares, são responsáveis por danos climáticos, contaminação do solo, pela proliferação de doenças e mau cheiro. São uma das principais fontes de emissão de metano na atmosfera, e frequentemente são despejados em lixões, aterros irregulares, aterros sanitários, e quando não, são despejados clandestinamente sem tratamento adequado, vindo a parar em mares, rios e lagos. Apesar de serem classificados como destinos adequados, os aterros sanitários são a terceira maior fonte antropogênica mundial de metano [10,16,17].

6. Os constantes problemas com a cadeira produtiva

A busca pela adoção de fornecedores e prestadores de serviço sustentáveis exige dedicação, investigação e muita persistência.

Para que o mercado invista em pesquisa e desenvolvimento de produtos sustentáveis, é necessário que o setor público, com todo o seu poder de mudança, auxilie para que este ramo seja mais atraente financeiramente. O ESG (*Environmental Social Governance*) normalmente é visto pelas empresas como sinônimo de aumento de custo, e na maior parte do tempo realmente é. Investir em pesquisa e desenvolvimento exige

planejamento e recursos financeiros. Não bastasse a resistência cultural, toda empresa é pressionada a dar lucro alto e em curto prazo. Essa é a meta constante e irreversível. Competir com produtos já consolidados no mercado é quase impossível para um pequeno produtor de itens reciclados no mercado de construção civil, por exemplo.

O mercado carece de fornecedores com real engajamento e responsabilidade ambiental. As ferramentas de controle de verificação infelizmente não são equivalentes a uma fiscalização efetiva em si. As certificadoras e as empresas de auditoria não são responsabilizadas pelos casos de crimes ambientais que ocultam em seus clientes. E os órgãos governamentais fiscalizadores sofrem com a falta de profissionais qualificados ou mesmo suficientemente empenhados na causa ambiental.

Trezentos e quarenta empresas madeireiras foram denunciadas por cometer crimes ambientais e ainda assim possuírem selos de sustentabilidade mantidos, muitas vezes com o aval das próprias empresas de auditoria ou certificação [11]. A investigação é do Consórcio Internacional de Jornalistas Investigativos (ICIJ) e mais 39 veículos jornalísticos parceiros, e revela que entre as empresas infratoras encontram-se listados 50 países, entre eles Japão e Canadá, e 60 brasileiras multadas pelo IBAMA.

Seis empresas foram denunciadas ao Conselho Nacional de Autorregulamentação Publicitária (Conar) por anúncio de sustentabilidade enganosa de alguns de seus produtos. A denúncia foi feita pela organização Proteste Associação de Consumidores, que ressaltaram falsos apelos ecológicos nos produtos, com indução do consumidor a erro de interpretação [12].

O Código de Defesa do Consumidor (CDC), em seu Art. 37, estabelece a proibição de toda publicidade enganosa ou abusiva (Art. 37 da Lei nº 8.078 | Código de Defesa do Consumidor, de 11 de setembro de 1990). Contudo, apesar da punição legal prevista, são incontáveis as propagandas oportunistas

que pegam carona na onda da sustentabilidade para ganhar mercado enganando o consumidor, sem que haja uma solução definitiva e eficaz pelas vias legais.

Buscando maior efetividade na punição dos infratores, o Instituto de Defesa de Consumidores (IDEC) se prepara para apresentar uma proposta de decreto à Secretaria Nacional do Consumidor (Senacon) que prevê punição rigorosa para os autores da chamada “propaganda verde”, também exigindo maior transparência nas informações sobre os impactos ambientais provocados pelo produto em suas embalagens. Visando fortalecer a sua causa, atualmente o instituto está com um Manifesto disponibilizado em suas redes digitais para que seja assinado por apoiadores.

Em seu relatório *Greenwashing no Brasil: Um estudo sobre as alegações ambientais nos produtos Edição 2024*, a *Market Analysis* relata que dos mais de 2 mil produtos analisados, 85% possuem propagandas verdes falsas, superficiais ou enganosas, e somente 15% possuem a certificação ambiental que afirmam ter nas embalagens ou propagandas. Este número era de 83% em 2014, ou seja, praticamente nada evoluiu positivamente em 10 anos, apesar das leis vigentes. É urgente que as bases de dados possam tornar públicos os nomes das empresas denunciadas. É urgente que a sociedade aprenda a boicotar a cadeia de fornecedores envolvidos em crimes ambientais [13].

É preciso enxergar o aumento de denúncias como uma evolução, e avaliar o aumento de casos como consequência do letramento da sociedade em julgar como sua obrigação o ato de oferecer denúncia frente às irregularidades. No caso das denúncias de trabalho análogo à escravidão, uma lista atualizada no ano de 2024 expõe um crescimento considerável em relação ao ano de [14,15]. A lista atualizada no ano da reportagem somou 654 empregadores, e destes, uma, nada surpreendente maioria localizada na zona rural, fazendo-nos

imaginar que pessoas, em algumas localidades, ainda vivem numa situação muito particular de sistema de poder que remete ao coronelismo. O próximo passo ideal para garantir o sucesso das denúncias é garantir que os consumidores, de posse dessas denúncias, aderissem o hábito ao boicote, como já falado, como ferramenta de punição aos envolvidos em tais práticas ilegais.

7. As dificuldades com a implementação da legislação vigente

Em alguns casos a legislação brasileira voltada aos princípios sustentáveis não apresenta ferramentas suficientes para que sejam viabilizadas as aquisições dos setores públicos. Princípios como economicidade e competitividade muitas vezes vão de encontro ao princípio do desenvolvimento nacional sustentável. Para os setores que trabalham com construção civil, encontrar materiais que substituam os comumente utilizados torna-se uma batalha frequentemente perdida.

A fabricação de materiais alternativos que concorram com os materiais vendidos em escala ainda é muito incipiente. Investir em pesquisa e produção ainda é um desafio desencorajador. O círculo vicioso entre haver pouca procura e, em consequência desse fator, haver poucos investidores e fabricantes, precisa ser resolvido não somente na criação de leis, mas no suporte financeiro e fiscal aos fornecedores e compradores.

É preciso que o poder público tome para si o problema com maior engajamento e efetividade, que entenda que está em suas mãos criar mecanismos reais e palpáveis de fomento ao consumo de materiais reciclados. Lançar mão de: recursos como lançar mão de subsídios aos fornecedores, para que seja possível produzir com um valor que concorra em pé de igualdade no mercado; proporcionar isenções e descontos aos consumidores que optarem por estes materiais em suas obras; enfim, debruçar estudos e esforços no intuito de entender que, desde que as mais importantes leis de fomento às contratações

sustentáveis foram criadas, desde que se tornaram vigentes, pouco foi feito de significativo para que o mercado de produtos reciclados e sustentáveis ganhassem espaço e importância nas aquisições, sejam elas públicas ou particulares.

Na instrução aqui estudada nos deparamos com situações desfavoráveis, que ao permitir a flexibilização, corrobora com o que frequentemente ocorre, a normalização da não adoção dos recursos sustentáveis, como se pode exemplificar no Cap. II, § 3º, onde usa-se a frase “sempre que existir a oferta de agregados reciclados” a fim de dar maior liberdade de escolha ao especificador. Também no Cap. III, Art. 6º, ao usar o texto “quando couber”, propõe-se o mesmo artifício.

O Decreto nº 11.890 dispõe que produtos manufaturados nacionais e os serviços nacionais resultantes de desenvolvimento e inovação tecnológica realizados no País poderão ter margem de preferência adicional de até dez por cento, que, acumulada à margem de preferência normal, não poderá ultrapassar vinte por cento (Cap. II, § 1º). A medida regulamenta os limites a fim de combater fraudes e abusos financeiros, porém, sem o apoio necessário, o mercado tem encontrado dificuldade em equalizar compras com as poucas opções que possui.

Por fim, será abordada a cultura do *Retrofit*. O *Retrofitting*, termo em inglês utilizado para descrever o processo de atualização de edifícios, tem por objetivo obter eficiência energética no ambiente construído, monitorando quanto calor e frio escapam ou penetram do edifício, quais sistemas internos refrescam ou aquecem os seus ocupantes e de que modo ele é iluminado [7]. Este é o conceito sustentável para este processo amplo de reforma, que também tem por objetivo a modernização e até mesmo mudança de uso numa edificação. Ainda é pouco comum no setor público encontrarmos grandes e significativas obras de *retrofit*, talvez por ser custoso. Na cidade do Rio de Janeiro, o programa de governo Reviver

Centro busca equacionar a grande vacância de salas comerciais, ou edifícios vazios, versus a necessidade de revitalização e ocupação de preenchimento da região com moradias. Ainda encontra dificuldades e resistência, mas caminha rumo ao seu propósito.

8. ODS como ferramenta de gestão

O sistema público, por construção, já possui metodologias próprias, muitas das quais bebem das fontes das ferramentas de gestão convencionadas, como é o caso do conjunto de domínios norteados pelo PMI (*Project Management Institute*), porém, sem deixar de lado suas próprias regras e hierarquias.

No bojo da construção de leis e normas comumente nos deparamos com regras que se aproximam de conceitos como: análise de riscos socioambientais, metodologias evolutivas para governança corporativa e ferramentas de implantação de sustentabilidade corporativa. Os três campos da sustentabilidade, ambiental, econômica e sociopolítica são largamente explorados na construção normativa vigente.

Dos 8 domínios atualmente desenvolvidos nas ferramentas de gestão, um em especial se destaca na esfera pública quando o assunto é defender o custo-benefício na aquisição de produtos sustentáveis: a Abordagem do Desenvolvimento do Ciclo de Vida do objeto.

Utilizando como base a construção civil, aqui neste artigo já foi discutido o quanto substituir um item é difícil em função de valor e disponibilidade no mercado.

Ainda dentro da gestão, Planejamento e Partes Interessadas são ferramentas definitivas para entendermos a importância da esfera pública nas mudanças de parâmetro do mercado de consumo. A concepção de leis prevendo princípios sustentáveis, como a Instrução Normativa nº 01 abordada neste artigo, promove parâmetros importantes de mudança, porém, ainda que sem a

compreensão exata das dificuldades de implantação pelas partes interessadas. De servidores especificadores até chegar nos fabricantes e fornecedores, o conjunto de leis se torna inerte e incapaz de fazer a diferença a que se propõe, quando não trabalha a capacitação e engajamento destas partes.

9. Outros mecanismos relevantes na aplicação de contratações e práticas sustentáveis no setor público

A nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (14.333/2021), antiga e conhecida Lei 8.666/1993, abrange as regras para aquisições do setor público, porém incorporando parâmetros de sustentabilidade ao seu conjunto de regras. A lei, entre outras características e funções, norteia as diretrizes para elaboração dos Termos de Referência para as licitações públicas [20,21].

Das instruções constantes, aquelas que são destacadas como de especial relevância para este artigo, são: Tít. I, Cap. II, Art. 5º, que trata os princípios de economicidade e desenvolvimento nacional sustentável; Tít. I, Cap. III, Art. 6º, inc. XXIII, alínea c, que trata da análise de Ciclo de Vida do Objeto; Tít. I, Cap. III, Art. 6º, inc. XXIV, alínea e Tít. I, Cap. III, Art. 6º, inc. XXV, que tratam das informações sobre o impacto ambiental do produto, seu adequado tratamento e a execução de estudos socioambientais; Tít. II, Cap. I, Art. 11º, inc. IV que discorre sobre a necessidade de incentivo à inovação e desenvolvimento nacional sustentável; Tít. II, Cap. I, Art. 18º, inc. XII que fala sobre adoção de requisitos de baixo consumo de energia, logística reversa e reciclagem de itens; Art. 42, inc. III que fala sobre a necessidade de prova de qualidade através da apresentação de certificações e documentos similares, buscando cumprir com os princípios de legalidade, eficiência e segurança jurídica; e por último, o Art. 45, inc. II que trata da exigência de execução adequada do manejo e destinação de resíduos sólidos, e a compensação ambiental.

O Decreto nº 11.890 orienta a elaboração da Margem de Preferência, que permite a defesa de aquisição para bens reciclados, recicláveis ou biodegradáveis e bens não enquadrados como tal; e que permite assegurar preferência à contratação de produtos manufaturados nacionais, de serviços nacionais ou de bens reciclados, recicláveis ou biodegradáveis. O decreto também institui a Comissão Interministerial de Contratações Públicas para o Desenvolvimento Sustentável (CICS). A Resolução SEGES/MGI/CICS Nº 1 DE 02/07/2024 busca padronizar os produtos manufaturados contidos na Margem, mas ainda com abrangência muito insignificante frente à quantidade de produtos que precisam ser catalogados.

A Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) foi criada em 1999 como um programa do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima que incentiva práticas sustentáveis, visando revisar os padrões de produção e consumo no âmbito público. Dentre seus cinco eixos temáticos está a promoção de licitações sustentáveis.

O ICMS Ecológico foi criado a partir da Lei Estadual nº 5.100 (04/10/2007), e trata-se de um mecanismo tributário de âmbito municipal para incentivar a preservação ambiental. As ações de preservação são recompensadas através do repasse de recursos para os municípios que comprovadamente atuarem na preservação de recursos hídricos, na proteção de unidades de conservação ambiental, melhorias de saneamento básico, entre outras medidas [19].

O iESGo (Índice de Governança, Sustentabilidade e Inovação) é um instrumento de pesquisa criado para avaliar a governança, sustentabilidade e a gestão nas organizações públicas federais, substituindo o iGG (Índice de Governança e Gestão Públicas) e alinhado aos ODS. Por este instrumento as organizações respondem a um questionário auto avaliativo, onde os resultados, uma vez analisados pelo Tribunal

de Contas da União (TCU), buscam melhoria contínua na gestão pública como um todo.

O Guia Nacional de Contratações Sustentáveis da AGU (Advocacia Geral da União) é mais uma ferramenta essencial na busca de boas práticas. Neste documento admite-se, sem vislumbrar solução, que no Art. 34, §1º a justificativa de compra através da análise do ciclo de vida e impacto ambiental do objeto carece de regulamentação, tornando seu uso frágil na execução dos Termos de Referência para compras (Lei 14.133/2021).

Como referência definitiva para a mudança de mentalidade e comportamento nas compras públicas, o Parecer n. 00001/2021/CNS/CGU/AGU elaborado pela Câmara de Sustentabilidade discorre sobre a obrigatoriedade de os órgãos e entidades da gestão pública adotar critérios e práticas de sustentabilidade socioambiental e de acessibilidade nas contratações públicas.

10. Considerações finais

À medida que são produzidas regras no intuito de organizar o ambiente de sustentabilidade no país, mais se percebe que, assim como estas são feitas por pessoas, implantá-las também requer pessoas. Que legislem, que executem, que fiscalizem, porém mais importante do que todas as ações, precisa-se de pessoas que ensinem. Precisa-se de pessoas que eduquem, que capacitem, que ajudem a implantar a mudança, mas que isso seja feito de forma simples, sem academicismos, de forma constante e efetiva. Precisa ser feito com urgência, e precisa ser feito em massa. Quando somente uma elite intelectual, quando somente uma bolha social é aculturada nas questões ambientais e climáticas, esse grupo é vencido miseravelmente dia após dia. É vencido pelos donos do capital que não vislumbram nada além do lucro infinito, mas também é vencido pela ignorância de quem mais sofrerá com as consequências dos extremos climáticos, a massa pobre, a base da pirâmide, que não se

informa e não é informada. É preciso educar de verdade nas escolas, nas universidades, nas empresas públicas e privadas, e por que não, nos templos religiosos. É preciso ter mais medo do fim, do que da invasão da ética ambiental em todos os poros da sociedade. É preciso que a sociedade esteja repleta de “eco-chatos”.

Desde a primeira reunião para tratar sobre os danos ao meio ambiente, centenas de regulamentações foram criadas, várias convenções sobre clima foram realizadas, dezenas de tratados propuseram ou mesmo impuseram regras, milhões foram gastos com esses eventos. E desde então, sem sucesso em quase todas as medidas tomadas, nosso maior desafio ainda é convencer a humanidade a proteger o único planeta que temos.

“Mudar o rumo da humanidade é, antes de tudo, um imperativo moral” (Noam Chomsky).

Referências

- [1] IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), 2023: Sumário para Formuladores de Políticas. Em: Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima [Equipe Principal de Redação, H Lee e J. Romero (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
- [2] CONLICITAÇÃO. Consorcio Nacional de Licitação Hqz LTDA. Instituto Licitar. 2024. O que esperar para as licitações em 2025. Disponível em: <https://conlicitacao.com.br/o-que-esperar-para-as-licitacoes-em-2025/>. Acesso em: jul. 2025.
- [3] IBGE. Atlas escolar IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual: taxa de analfabetismo

- das pessoas de 15 anos ou mais de idade, por sexo e grupo de idade. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, (2019). tab. 7113. Disponível em: <https://atlassescolar.ibge.gov.br/brasil/3074-saneamento-ambiental.html>. Acesso em: jul. 2025.
- [4] CAPES, GOVERNO FEDERAL. Ciência precisa de investimentos públicos e privados, destaca CAPES. 2024. Atualizado em 25/03/2024 12h37. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/ciencia-precisa-de-investimentos-publicos-e-privados-destaca-capes>. Acesso em: jul. 2025.
- [5] BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-no-01-de-19-de-janeiro-de-2010>. Acesso em: jul. 2025.
- [6] NEOENERGIA. Lâmpadas LED: como escolher o melhor modelo, vantagens e benefícios. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/lampadas-led-como-escolher-o-melhor-modelo-vantagens-e-beneficios>. Acesso em: jul. 2025.
- [7] HAWKEN, Paul. Drawdown, 100 iniciativas poderosas para resolver a crise climática. Edição brasileira: 2018. Tradução: Fernando Gomes do Nascimento. Editora Manole, 2018.
- [8] PETROBRÁS. Guia Completo Sobre Transição Energética. Disponível em: [https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/transicao-energetica/o-que-e-qual-a-importancia-principais-beneficios-e-mais?gad_source=1&gad_campaignid=20943803028&gbraid=0AAAAAqvyyogNB4AwgNuzvfvf.N5trgD4Dlk&gclid=Cj0KCQjwgvnCBhCqARIsADBLZoLeUd80jJESaYVRkXz_14D7g1R0Z2_zr1hJoy6hgVjD3AQ3EJjcHUwaAkm0EALw_wcB](https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/transicao-energetica/tudo-sobre-transicao-energetica-o-que-e-qual-a-importancia-principais-beneficios-e-mais?gad_source=1&gad_campaignid=20943803028&gbraid=0AAAAAqvyyogNB4AwgNuzvfvf.N5trgD4Dlk&gclid=Cj0KCQjwgvnCBhCqARIsADBLZoLeUd80jJESaYVRkXz_14D7g1R0Z2_zr1hJoy6hgVjD3AQ3EJjcHUwaAkm0EALw_wcB). Acesso em: jul. 2025.
- [9] DAEV S.A. Uso do arejador ou do redutor de vazão pode gerar economia de mais de 50% de água na torneira da sua casa. 2021. Disponível em: <https://www.daev.org.br/noticias/materias/uso-do-arejador-ou-do-redutor-de-vazao-pode-gerar-economia-de-mais-de-50-de-agua-na-torneira-da-sua-casa>. Acesso em: jul. 2025.
- [10] STROPARO, Eribelton César; VAN TIENEN, Yankha Myllena da Silva; GUERI, Matheus Victor Diniz; SCHIRMER, Waldir Nagel. Oxidação passiva de metano em camada de cobertura de aterros sanitários: uma revisão. Dissertação (2º Congresso Sul-Americanano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade). 2019. 5 f. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/XI-039.pdf>. Acesso em: jul. 2025.
- [11] ICIJ (Consórcio Internacional de Jornalistas Investigativos). Pública. Mais de 340 empresas com certificado de sustentabilidade são acusadas de crimes ambientais. 2023. Disponível em: <https://apublica.org/2023/03/mais-de-340-empresas-com-certificado-de-sustentabilidade-sao-acusadas-de-crimes-ambientais/>. Acesso em: jul. 2025.
- [12] UNISINOS, Instituto Humanitas. 12 marcas suspeitas de falso apelo ecológico na embalagem, segundo o Proteste. 2016. Disponível em: <https://ihu.unisinos.br/78-noticias/552688-12-marcas-suspeitas-de-falso-apelo-ecologico-na-embalagem-segundo-o-proteste>. Acesso em: jul. 2025.

- [13] MARKET ANALYSUS. Greenwashing afeta 8 em cada 10 produtos vendidos no Brasil, e o uso de apelos ambientais pelas empresas torna-se mais estratégico e menos óbvio. 2015. Disponível em: https://marketanalysis.com.br/wp-content/uploads/2015/06/Greenwashing-no-Brasil_20151.pdf
- [14] G1, GLOBO.COM. “Lista suja” do trabalho escravo inclui 248 empregadores e bate novo recorde, veja os nomes. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/trabalho-e-carreira/noticia/2024/04/05/governo-atualiza-lista-suja-do-trabalho-escravo-com-248-novos-empregadores.ghtml>. Acesso em: jul. 2025.
- [15] OLIVEIRA, Rodrigo. Nexo. Colapso climático. Organização propõe decreto para coibir “mentira verde” no Brasil. Disponível em: <https://ojoioeotrigo.com.br/2025/02/organizacao-propoe-decreto-para-coibir-mentira-verde-no-brasil/>. Acesso em: jul. 2025.
- [16] ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2023. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: jul. 2025.
- [17] MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. *Diagnóstico Temático - Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (dez/2023)*. Disponível em: [diagnostico-tematico-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-visao-geral-ano-de-referencia-2022.pdf](https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decreto/2024/decreto-11890-22-janeiro-2024-795276-publicacaooriginal-170913-pe.html). Acesso em: jul. 2025.
- [18] LIGHT. Revista de Eficiência Energética da Light, agosto 2015, nº6. 2015. Disponível em: <https://www.light.com.br/Lists/RevistaSaberPED/Attachments/5/Revista%20Efici%C3%A9ncia%20Energ%C3%A9tica%20Ano%206.pdf>. Acesso em: jul. 2025.
- [19] CEPERJ. ICMS Ecológico Estimativa PLOA 2025. Disponível em: https://www.rj.gov.br/ceperj/sites/default/files/arquivos-paginas/ICMS%20Ecol%C3%A9gico%20Estimativa%20PLOA%202025-27_11_2024.pdf. Acesso em: jul. 2025.
- [20] BRASIL. Lei nº 14.333, de 1º de abril de 2021. Estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14133.htm. Acesso em: jul. 2025.
- [21] BRASIL. Decreto nº 11.890, de 22 de janeiro de 2024. Regulamenta o art. 26 da Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, para dispor sobre a aplicação da margem de preferência no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, e institui a Comissão Interministerial de Contratações Públicas para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decreto/2024/decreto-11890-22-janeiro-2024-795276-publicacaooriginal-170913-pe.html>. Acesso em: jul. 2025.



Gestão de Projetos de linha de transmissão de energia elétrica no Brasil. Estudo de caso do projeto São Francisco

Management of Electric Power Transmission Line Projects in Brazil. San Francisco Project Case Study

FERNANDES, Bruno¹; MURTA, Aurélio²;
engbfernandes@outlook.com.br¹; aureliomurta@id.uff.br²;

¹Bacharel em Engenharia Civil, UNESA, Rio de Janeiro.

²Prof. Dr. em Engenharia de Transportes, PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Gestão de projetos
Linha de transmissão
Estudo de caso
Retirada estratégica

Keyword:
Project Management
Transmission Line
Case Study
Strategic Exit

Resumo:

Este artigo tem como objetivo analisar as práticas de gestão aplicadas a linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão no Brasil usando como referência o projeto Sterlite São Francisco e discute as práticas aplicadas de planejamento, controle, governança e gestão de riscos. Analisa-se como técnicas híbridas (PMBOK®, ISO 21500, Agile, Monte Carlo, CCPM) implementadas para garantir prazos e qualidade, e como desafios financeiros, regulatórios e estratégicos culminaram na decisão da Sterlite Power de desinvestimento no Brasil por meio da venda de seus ativos. O estudo combina análise documental e revisão teórica para oferecer lições aprendidas relevantes para gestores de projetos de infraestrutura em ambientes regulados e evidencia que o desinvestimento é uma excelente alternativa estratégica para evitar a falência da Companhia.

Abstract

This article aims to evaluate the management practices applied to high-voltage electric transmission lines in Brazil, using the Sterlite São Francisco project as a reference. It examines planning, control, governance, and risk management methodologies, analyzing how hybrid techniques (PMBOK®, ISO 21500, Agile, Monte Carlo, CCPM) were employed to ensure schedule adherence and quality. It also explores how financial, regulatory, and strategic challenges led Sterlite Power to divest from Brazil by selling its assets. The study combines document analysis and theoretical review to deliver actionable lessons for infrastructure project managers operating in regulated environments and demonstrates that strategic divestment can be an effective alternative to avert corporate insolvency.

1. Introdução

O setor de transmissão de energia elétrica no Brasil é estratégico para garantir a segurança energética e a expansão socioeconômica e matriz renovável.

Desde o novo marco regulatório do setor elétrico em 2016 [1], a ANEEL tem concedido dezenas de leilões de novos lotes de linhas de transmissão a operadores públicos e privados, em concessões de 30 anos e receita anual permitida (RAP) pré-definidas.

A Sterlite Power, *holding* do setor elétrico indiano, entrou de maneira bem agressiva no setor elétrico brasileiro com a aquisição de 6 lotes do seu primeiro certame em 2017, marcado como maior deságio médio já registrado de 55% [2].

O Projeto Sterlite São Francisco foi um marco para a indiana Sterlite Power no Brasil, sua aquisição foi realizada no leilão ANEEL 002/2018 (lote 7) e marcou o encerramento de suas operações no país antes mesmo do término do projeto São Francisco.

Situado na região nordeste o projeto teve seu contrato de concessão 18/2018 assinado em setembro do mesmo ano, garantindo exploração do ativo por 30 anos com RAP pré-definida de R\$ 52,510 milhões. Deságio de 60.59% [3].

O projeto arrematado pela Companhia consiste na exploração do empreendimento composto pelas seguintes instalações de transmissão e transformação de energia elétrica nos estados do Sergipe e Bahia.

Trecho Norte - linha de transmissão em corrente alternada em 500kV, entre as subestações de Porto Sergipe e Olindina, em circuito simples, com extensão aproximada de 180km.

Trecho Sul - linha de transmissão em corrente alternada em 500kV, entre as subestações de Olindina e Sapeaçu, em circuito simples, com extensão aproximada de 207km;

Trecho Oeste - linha de transmissão em corrente alternada em 230kV, entre as subestações de Morro do Chapéu II e Irecê, em circuito duplo, com extensão aproximada de 67km;

Bays em subestações - entradas de linha, interligações de barramentos, compensações, instalação vinculadas e demais instalações necessárias às funções de medição, supervisão, proteção, comando, controle, telecomunicação, administração e apoio.

Investimento inicial cotado em R\$772,6 milhões e expectativa de geração de 1545

empregos diretos e indiretos durante a fase de construção [3].

Este artigo tem como objetivo o Projeto Sterlite São Francisco analisando como boas práticas de gestão de projetos aplicadas e quais fatores estratégicos e financeiros motivaram a decisão de retirada estratégica da *holding* do mercado nacional. Na minha visão como engenheiro de qualidade responsável pela fiscalização do projeto, evidenciar quais lições aprendidas podem apoiar os novos projetos no setor e como a retirada da *holding* do senário nacional impactou outras concessões.

Este estudo busca responder: (1) Quais práticas de gestão foram críticas no Projeto São Francisco? (2) Como fatores macroeconômicos influenciaram a decisão de desinvestimento?

2. Fundamentação Teórica

Para sustentar teoricamente a análise do Projeto Sterlite São Francisco, esta fundamentação articula quatro pilares principais: modelos de gestão de projetos, complexidade, viés de otimismo e governança estratégica.

Projetos de infraestrutura de grande porte exigem que a gestão lide com múltiplas camadas de complexidade, riscos e exigências. O PMBOK® Guide [4] estrutura processos em grupos como Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Encerramento, integrando áreas de conhecimento como Escopo, Prazo, Custo, Qualidade e Stakeholders.

Geraldi, Vidgen e Al-Hakim [5] definem complexidade como a “*interplay between multiple, interdependent elements*” que não se resume à soma de partes. Eles argumentam que, em empreendimentos de infraestrutura, tais elementos incluem tecnologia, processos regulatórios e stakeholders, criando dinâmicas adaptativas que exigem governança responsável e *loops de feedback* rápido.

A ISO 21500 – Gerenciamento de projetos, programa e portfólio [6] alinhada as normativas específicas como a ABNT NBR 5422/2024 – Projetos de Linhas Aéreas [7], reforçam boas práticas universais em gerenciamento de projetos, recomendando uma abordagem estruturada e baseada em processos. Projetos complexos, técnicas ágeis e híbridas ganham relevância para lidar com incertezas, adaptando cronogramas e planos em tempo real [8].

Segundo Kerzner, a governança de projetos é essencial para garantir que as decisões tomadas ao longo do ciclo de vida estejam alinhadas com os objetivos estratégicos da organização, assegurando conformidade, transparência e responsabilidade em ambientes complexos e regulados, mas também enfatiza que a governança de projetos deve assegurar que decisões operacionais se alinhem à estratégia organizacional, por meio de comitês de portfólio, políticas de aprovação e mecanismos de compliance. A opção pela venda de ativos da Sterlite Power no Brasil ilustra uma decisão de portfólio: realocar capital para mercados com maior retorno ajustado ao risco, conforme teoria de portfólio de projetos [9].

Ferramentas como Simulação de Monte Carlo e *Critical Chain Project Management* (CCPM) permitem gerenciar incertezas de prazo e custo, dimensionando *buffers* estratégicos. A literatura também destaca a importância da análise de *stakeholders*, comunicação transparente e governança socioambiental em projetos que envolvem comunidades e exigências ambientais rigorosas.

3. Metodologia

Este estudo adota a estratégia de estudo de caso único conforme metodologia de Yin [10], com abordagem qualitativa e exploratória. A coleta de dados inclui:

Análise documental: contrato de concessão ANEEL (Leilão 002/2018, lote 7, Contrato de Concessão 18/2018), relatório

financeiro (2023), materiais institucionais e próprios.

Fontes secundárias: notícias especializadas (Valor Econômico, Estadão, Business Standard) sobre desinvestimentos e mercado de transmissão.

Revisão de literatura: manuais PMBOK®, ISO 21500, artigos sobre gestão de projetos de infraestrutura.

Para reduzir vieses, triangulou-se informação documental com fontes de mídia e literatura acadêmica. Conflitos de dados foram discutidos em sessões de *peer review* interno antes da redação final.

Baseamo-nos no framework de Yin, que recomenda o estudo de caso único quando o evento a ser investigado é contemporâneo, complexo e emerge em contexto real de vida. O Projeto Sterlite São Francisco enquadra-se como “caso extremo” pela sua escala inédita no Brasil e pelo desfecho estratégico da Sterlite Power.

Reconhece-se que o uso de estudo de caso único não permite generalização estatística, mas oferece entendimento profundo e contextualizado. Recomenda-se estudos comparativos futuros entre diferentes concessionárias ou projetos de transmissão no Brasil para ampliar a validade externa.

4. Descrição do Caso: Projeto Sterlite São Francisco

O Projeto Sterlite São Francisco emergiu como um dos maiores investimentos privados em transmissão de energia no Nordeste brasileiro. Conquistado no Leilão ANEEL nº 002/2018 (Lote 7), o contrato de concessão nº 18/2018, assinado em setembro de 2018, conferiu à Sterlite Power o direito de explorar por 30 anos um sistema de linhas de transmissão de alta tensão interligando Sergipe e Bahia, com Receita Anual Permitida (RAP) inicial de R\$ 52,51 milhões, corrigida pelo IPCA, e um deságio recorde de 60,59 % em relação ao teto do edital.

Componentes e Engenharia:

Trecho Norte (500 kV); 180 km em circuito simples, ligando a subestação de Porto Sergipe à subestação de Olindina.

Trecho Sul (500 kV); 207 km em circuito simples, conectando Olindina a Sapeaçu.

Trecho Oeste (230 kV); 67 km em circuito duplo, entre Morro do Chapéu II e Irecê.

Subestações e bays: Instalações de medição, proteção, telecomando e demais equipamentos de supervisão em nove bays distribuídos nas três subestações.

Prazo contratual: até 60 meses para energização completa.

Investimento inicial estimado: R\$ 772,6 milhões em CAPEX, financiados por recursos próprios e linhas de crédito junto ao FDNE (via SUDENE), BNDES e adiantamentos de RAP.

Empregos: expectativa de 1.545 postos de trabalho diretos e cerca de 4.000 indiretos no pico das obras.

Logística de acesso; implantação de canteiros central e auxiliares, criação de rotas de acesso por rodovias vicinais e hidrovias para transporte de torre e cabos.

Fundiário e ambiental: negociação de mais de 350 acordos de servidão, concessão de licenças ambientais (LP, LI e LO) junto ao IBAMA, monitoramento e relocação de fauna nativa e compensações de áreas de preservação permanente.

Segurança e Saúde: protocolos de trabalho em altura (NR-35), Plano de Ação de Emergência (PAE) e Programas de Gerenciamento de Riscos (PGR) e de Saúde Ocupacional (PCMSO).

Apesar de avançar 70% da obra até meados de 2023, a empresa enfrentou atrasos sistêmicos no fornecimento de torres e cabos, agravados por variações cambiais.

Desmobilização parcial de equipes por falta de recursos de caixa, seguida de furtos recorrentes de cabos. 25 ocorrências registradas e duas torres derrubadas, gerando

novas paralisações e reforçando riscos de segurança.

Em abril de 2025, a Sterlite concluiu a transferência do controle dos trechos Norte e Sul ao *Canada Pension Plan Investment Board* (CPPIB), com energização subsequente em outubro de 2024 (04/10 no trecho norte e 26/10 no trecho sul).

O caso expõe como condições externas: volatilidade cambial, custos de capital e rigidez regulatória. Podem inviabilizar cronogramas rigorosos, mesmo quando se empregam práticas avançadas de gestão. Demonstra também que a monetização parcial por meio de desinvestimento pode viabilizar a conclusão de trechos críticos por novos investidores, preservando a confiabilidade do Sistema Interligado Nacional e evitando o colapso financeiro do prestador original.

Este complemento aprofunda a compreensão do contexto técnico, logístico e estratégico do Projeto Sterlite São Francisco, reforçando sua relevância como referência de estudo sobre gestão de megaprojetos de infraestrutura em ambientes regulados.

Como o maior projeto da história da Companhia em solo brasileiro decretou sua desistência de operar no Brasil?

Com uma política agressiva de aquisições de concessões para construção e venda dos ativos a fim de financiar novos projetos, o que não foi suficiente para o projeto com as dimensões de Projeto São Francisco. Assim, a companhia buscou sem sucesso, financiadores externos como a SUDENE e o BNDES [11].

No processo de desaceleração da construção, trechos inteiros considerados concluídos ficaram expostos ao vandalismo que ocorreram em demasia por toda a extensão do trecho sul. Foram registrados 25 furtos de cabos condutores, peças de torres e acessórios.

Figura 01 – furto de cabo condutor na fase B, na zona rural do município de Santa Bárbara, na Bahia.



Fonte: o autor.

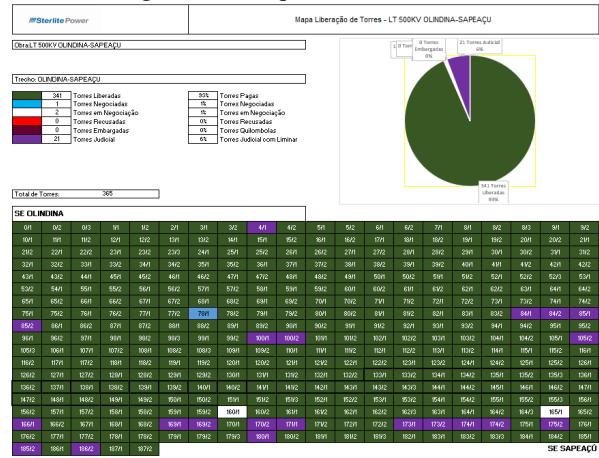
5. Análise e Discussão

A análise de caso único do Projeto Sterlite São Francisco evidencia como a adoção de metodologias híbridas de gestão (PMBOK®, ISO 21500, Agile, CCPM) contribuiu para a governança técnica e mitigação de riscos operacionais. Ferramentas como simulação Monte Carlo permitiram estimar cenários de custos e prazos com maior precisão, enquanto o mapeamento de *stakeholders* foi crucial para licenciamento ambiental e engajamento comunitário.

As condicionantes ambientais para o licenciamento do projeto foram pesadas, onde no Programa Básico Ambiental (PBA) foram relacionadas a obrigatoriedade de equipe composta por veterinário e biólogo em todas as frentes de serviço destinadas a abertura de acessos e supressão vegetal, destinar percentual de vagas às comunidades locais, capacitação destes colaboradores, sinalização de advertência nas vias próximas as comunidades, ações de mitigação ou proibição do transito de veículos e equipamentos nas comunidades, entre outras.

Apesar disso, fatores macroeconômicos e estratégicos extrapolaram o controle gerencial local. O custo elevado de capital no Brasil, a volatilidade cambial, os processos regulatórios complexos e a necessidade de liquidez para novos investimentos pressionaram o fluxo de caixa e reduziram a atratividade dos ativos.

Figura 03 – mapeamento fundiário.



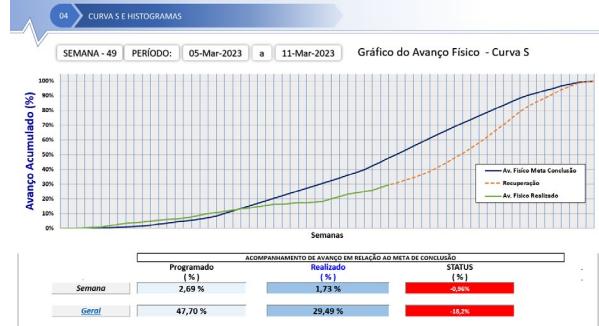
Fonte: o autor.

A venda de três ativos em 2020 (Arcoville, Novo Estado e Pampa) por USD100 mi exemplifica a estratégia de levantar capital para financiar projetos remanescentes e a reduzir exposição ao mercado brasileiro [12].

A liquidação de ativos e concessões não executadas foi uma resposta racional ao desalinhamento entre execução técnica local e objetivos corporativos globais.

Mas diante do atraso sistêmico enfrentado pelo Projeto Sterlite São Francisco devido à falta de recursos financeiros, especialmente entre o segundo semestre de 2022 e meados de 2023, com dificuldade na obtenção de financiadores para o projeto.

Figura 02 – curva S evidenciando a desaceleração do projeto por falta de recursos.



Fonte: o autor.

No exercício de 2023, a Sterlite reportou custos financeiros superiores a 50% em comparação ao ano anterior, resultado direto do endividamento atrelado a dívidas de curto

e longo prazo, o que impediu a margem de manobra financeira para novos investimentos.

Em linha com teorias de portfólio de projetos, a empresa optou por realocar recursos para mercados com melhor relação risco-retorno, sobretudo na Índia, onde as condições macroeconômicas eram mais favoráveis.

A abordagem metodológica segue a lógica de “*recovery strategy*” descrita por recomendar ações corretivas baseadas em avaliação de desempenho, compressão de cronograma e replanejamento orientado a resultados. Para tanto, foram utilizadas ferramentas como reagendamento por caminho crítico, *crashing* (intensificação de recursos em atividades críticas), além do replanejamento iterativo em ciclos curtos, inspirado em metodologias ágeis aplicadas a megaprojetos [13].

Assim, a Sterlite Power optou por uma estratégia de desinvestimento, vendendo seus projetos e ativos remanescentes no Brasil para financiar operações em mercados prioritários como a Índia [14]. Ficando a cargo da nova Cppib [15] a injeção de capital para conclusão parcial do projeto que ocorreu apenas em outubro de 2023 com a energização dos trechos norte e sul, mas até a conclusão do presente artigo, não havia informações oficiais da conclusão do trecho oeste de 230kV.

Esse movimento evidencia que, em projetos de infraestrutura regulada, é preciso integrar análise de risco operacional com visão estratégica de portfólio, considerando variáveis macroeconômicas e políticas setoriais. Segundo Geraldi, Vidgen e Al-Hakim:

A complexidade em projetos emerge das interações dinâmicas entre múltiplos elementos interdependentes — como tecnologias, processos e stakeholders — e não pode ser reduzida a uma simples soma de partes, exigindo abordagens adaptativas de gestão [5].

Os resultados reforçam que, mesmo com adoção de melhores práticas de gestão de

projetos, fatores macroeconômicos, cambiais e regulatórios podem inviabilizar estratégias de longo prazo. A falta de incentivos fiscais e a burocracia para acesso ao crédito do principal banco financiador do desenvolvimento macroeconômico do país, o BNDES sacramentaram a decisão de desinvestimento no mercado brasileiro.

As altas taxas de juros no Brasil aumentou significativamente o custo de financiamento em bancos privados de projetos de transmissão, corroendo a atratividade econômica dos fluxos de Receita Anual Permitida (RAP) de longo prazo [14].

A oscilação do real frente ao dólar elevou o custo de importação de equipamentos e insumos, pressionando o orçamento original e aumentando o risco de estouros de custo [14].

Processos de licenciamento ambiental prolongados e exigências socioambientais rigorosas (resgate de fauna e flora nativa, audiências públicas, políticas sociais de capacitação da população local) retardaram a execução e elevaram os custos operacionais [16].

6. Considerações Finais

O estudo de caso único do Projeto Sterlite São Francisco ilustra a importância de metodologias estruturadas de gestão de projetos em empreendimentos complexos em ambientes regulados. Técnicas híbridas, combinando PMBOK®, ISO 21500, métodos ágeis e ferramentas quantitativas como Monte Carlo e CCPM, demonstraram a capacidade de planejar, controlar e mitigar riscos técnicos, logísticos, fundiários e ambientais.

No entanto, a falta de investimentos adicionais para a conclusão do empreendimento tornou o cronograma impraticável e sacramentou o encerramento das operações da Sterlite Power no Brasil. Esse desfecho evidencia que fatores macroeconômicos, regulatórios e estratégicos globais podem se sobrepor aos esforços locais de gestão, tornando ineficazes, por si só, as melhores práticas técnicas. A descontinuação

das operações e a venda dos ativos da empresa no Brasil ilustram, na prática, a aplicação das teorias de portfólio de projetos, nas quais decisões de desinvestimento são justificadas pela necessidade de realocar capital para iniciativas com maior retorno ajustado ao risco e alinhamento estratégico.

Adicionalmente, a trajetória do Projeto São Francisco demonstra que a governança de projetos, mesmo ancorada em metodologias consolidadas, possui limites quando confrontada com a instabilidade econômica, variações cambiais, morosidade regulatória e lacunas de financiamento. O caso evidencia que o sucesso de megaprojetos de infraestrutura em países emergentes exige, além da competência técnica, maturidade organizacional e uma profunda compreensão do ambiente institucional.

Para o setor de transmissão de energia elétrica no Brasil, a experiência reforça a necessidade de políticas públicas que reduzam o custo do capital, incentivem parcerias de longo prazo e simplifiquem os processos de licenciamento e regulação. Além disso, recomenda-se que empresas estrangeiras adotem estratégias de entrada baseadas em análises de risco-país, estrutura de financiamento resiliente e mecanismos adaptativos de governança local.

Por fim, este estudo contribui metodologicamente e analiticamente ao reforçar a importância de se observar a gestão de projetos sob a ótica do portfólio estratégico, especialmente em setores regulados e sujeitos à volatilidade macroeconômica. Projetos como o Sterlite São Francisco não fracassam apenas no campo, mas na ausência de alinhamento entre a execução técnica e a estratégia global da organização. Para futuras pesquisas, sugere-se investigar, de forma comparativa, casos de saída de outros players internacionais do Brasil, correlacionando tais decisões ao grau de maturidade dos Escritórios de Projetos (PMOs) e à eficácia dos modelos de gestão de portfólio utilizados.

O estudo de caso único do Projeto Sterlite São Francisco ilustra a importância de

metodologias estruturadas de gestão de projetos em empreendimentos complexos em ambientes regulados. Técnicas híbridas, combinando PMBOK®, ISO 21500, métodos ágeis e ferramentas quantitativas como Monte Carlo e CCPM, demonstraram a capacidade de planejar, controlar e mitigar riscos técnicos e ambientais.

No entanto, a falta de investimentos para conclusão do Projeto São Francisco tornou o cronograma impraticável e sacramentou o encerramento das operações da Sterlite Power no Brasil, evidenciando que fatores macroeconômicos e estratégicos globais podem se sobrepor aos esforços locais de gestão. A descontinuação de operações e venda de ativos no Projeto Sterlite São Francisco ilustra a aplicação prática das teorias de portfólio de projetos, em que decisões de desinvestimento são justificadas pela necessidade de realocar recursos para iniciativas com maior alinhamento estratégico e retorno ajustado ao risco.

Para o setor de transmissão no Brasil, reforça a necessidade de políticas públicas que reduzam o custo do capital e simplifiquem processos regulatórios, além de estratégias corporativas mais robustas na análise de viabilidade de longo prazo. A experiência oferece lições valiosas para empresas, governos e profissionais de projetos que buscam alavancar investimentos em infraestrutura de forma sustentável.

Além das contribuições metodológicas e analíticas, este estudo reforça a importância de se observar a gestão de projetos sob a ótica do portfólio estratégico, especialmente em setores regulados e com forte influência macroeconômica. Projetos como o São Francisco não fracassam em campo, mas sim no descompasso entre execução técnica e estratégia global. Para futuras pesquisas, sugere-se investigar comparativamente casos de saída de outras operadoras estrangeiras do Brasil e a maturidade dos PMOs em decisões de investimento de longo prazo.

7. Referências

- [1] SOUZA NETO, Manoel Moreira de. *Nota Técnica – Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico*. Brasília: Unidos pelo Brasil, abr. 2022. Disponível em: https://unidospelobrasil.com.br/wp-content/uploads/2022/04/NT_Novo-Marco-Regulatorio-do-Setor-Eletrico.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025.
- [2] O GLOBO. *Empresa indiana fica com seis dos 20 lotes do leilão da Aneel*. O Globo, São Paulo, 28 jun. 2018. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/petroleo-e-energia/empresa-indiana-fica-com-seis-dos-20-lotes-do-leilao-da-aneel-22831623>. Acesso em: 28 jun. 2025.
- [3] SÃO FRANCISCO TRANSMISSÃO DE ENERGIA S.A. *Balanço Patrimonial e Demonstrações Financeiras em 31 de dezembro de 2023 e 2022*. Disponível em: https://estadaori.estadao.com.br/wp-content/uploads/2024/04/sao-francisco-transmissao-de-energia-sa-balanco-2024-04-28_13-18-01.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.
- [4] PMI. Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. 6th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.
- [5] GERALDI, David; VIDGEN, Richard; AL-HAKIM, Leif. *On the interplay between project complexity and project management*. International Journal of Project Management, v. 29, n. 6, p. 622–636, 2011.
- [6] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 21500 – Diretrizes sobre gerenciamento de projetos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- [7] ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. *NBR 5422:2024 – Projetos de Linhas Aéreas*. Rio de Janeiro: 2024.
- [8] REMINGTON, Keith; POLLACK, Jonathan. *Managing Complex Projects – A New Model*. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.
- [9] KERZNER, Harold. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 12. ed. Hoboken: Wiley, p. 412, 2017.
- [10] YIN, Robert K. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. 6th ed. Thousand Oaks: Sage, p. 34, 2018.
- [11] JORNAL DO DIA SE. *Sudene libera R\$ 98,2 milhões do FDNE para empresa de transmissão de energia*. Jornal do Dia SE, 03 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://jornaldodiase.com.br/209551-2/>. Acesso em: 28 jun. 2025.
- [12] BUSINESS STANDARD. *Sterlite Power concludes sale of 3 power transmission projects in Brazil for USD 100 million*. Business Standard, New Delhi, 23 Mar. 2020. Disponível em: https://www.business-standard.com/article/pti-stories/sterlite-power-concludes-sale-of-3-power-transmission-projects-in-brazil-for-usd-100-million-120032300703_1.html. Acesso em: 07 jul. 2025.
- [13] CONFORTO, Edivandro Carlos; REINHARDT, Marly Monteiro de Carvalho; AMARAL, Daniel Capaldo. *Ten years of SCRUM use in Brazilian companies: An empirical study*. Journal of Systems and Software. v. 117, p. 149–161, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.03.039>. Acesso em: 12 jul. 2025.
- [14] VALOR ECONÔMICO. *Sterlite planeja vender ativos para bancar novos projetos*. Valor Econômico, São Paulo, 10 maio 2019. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/05/10/sterlite-planeja-vender-ativos-para-bancar-novos-projetos.ghtml>. Acesso em: 3 jul. 2025.
- [15] CPPIB. Canada Pension Plan Investment Board. *CPPIB announces acquisition of Sterlite Power assets in Brazil*. Press release, Toronto, 15 Apr. 2025.

Disponível em:
<https://www.cppinvestments.com/news/cppib-acquires-sterlite-power-assets-brazil>.

Acesso em: 06 jul. 2025.

[16]ESTADÃO. *Sterlite Brazil anuncia resultados do ano de 2023*. Estadão, São Paulo, 29 abr. 2024. Disponível em: <https://estadaori.estadao.com.br/2024/04/29/sterlite-brazil-anuncia-resultados-do-ano-de-2023/>

Acesso em: 07 jul. 2025.

Uso de fotogrametria para escaneamento de edificações com fachadas obstruídas para modelagem BIM AS-IS

Use of photogrammetry scanning for obstructed facades buildings to AS-IS BIM modeling purposes

GONÇALVES, Sarah¹; REIS, João Vitor²; ALVES, Arthur³; FERNANDES, Ana Maciel⁴
sarah.diniz@ufu.br¹; joao.vitorreis@ufu.br²; arthuralemos@gmail.com³; anamaciel@ufu.br⁴

¹Engenharia Civil, FECIV/UFU, Uberlândia/MG - Brasil

²Mestre em Construção Civil, UFU, Uberlândia/MG - Brasil

³Agronomia, ICIAG/UFU, Uberlândia/MG – Brasil

⁴Doutora em Construção Civil, UFU, Uberlândia/MG – Brasil

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Fotogrametria

BIM as is

Escaneamento de edificações

Drone

Keyword:

Photogrammetry

As is BIM modeling

Building scanning

Drone

Resumo:

O uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM) para representação de edificações existentes, especialmente por meio da modelagem as is, tem sido apontada como fundamental para atividades de operação, manutenção e retrofit. Contudo, a criação desses modelos enfrenta desafios significativos, sobretudo em edificações com fachadas obstruídas, onde métodos tradicionais de medição são imprecisos ou inviáveis. Neste contexto, a fotogrametria surge como alternativa acessível e de baixo custo para a geração de nuvens de pontos tridimensionais, mesmo em condições adversas. Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da fotogrametria, com drones, para o escaneamento de edificações com fachadas parcialmente obstruídas, visando sua posterior modelagem BIM as is. A metodologia adotada foi o estudo de caso aplicado aos blocos 1Y e 5E da Universidade Federal de Uberlândia, a partir de cinco planos de voo distintos e processamento das imagens na plataforma WEBODM. Os resultados indicam que, mesmo diante de obstruções visuais significativas, é possível obter nuvens de pontos com nível de detalhe adequado para modelagem geométrica da envoltória das edificações. Conclui-se que a fotogrametria é uma técnica viável para escaneamento de edificações com fachadas parcialmente obstruídas, sendo uma solução promissora para ampliar o uso do BIM em edificações existentes.

Abstract

The use of Building Information Modeling (BIM) for representing existing buildings, especially through as-is modeling, has been identified as fundamental for operation, maintenance, and retrofit activities. However, the creation of such models faces significant challenges, particularly in buildings with obstructed facades, where traditional measurement methods are inaccurate or unfeasible. In this context, photogrammetry emerges as an accessible and low-cost alternative for generating three-dimensional point clouds, even under adverse conditions. This study aimed to evaluate the feasibility of photogrammetry, using drones, for scanning buildings with partially obstructed facades, targeting their subsequent BIM as-is modeling. The methodology adopted was a case study applied to

blocks 1Y and 5E of the Federal University of Uberlândia, based on five distinct flight plans and image processing with the WEBODM platform. The results indicate that, even with significant visual obstructions, it is possible to obtain point clouds with a suitable level of detail for geometric modeling of building envelopes. It is concluded that photogrammetry is a viable technique for scanning buildings with partially obstructed façades, representing a promising solution to expand the use of BIM in existing buildings.

1. Introdução

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) tem se consolidado como uma importante ferramenta no ciclo de vida das edificações, desde o projeto até a fase de operação e manutenção. Segundo Eastman *et al.* [1], o BIM representa uma abordagem baseada em modelos tridimensionais inteligentes, que permite a criação, organização e uso de informações integradas durante todo o ciclo de vida de um empreendimento. No entanto, grande parte das construções no Brasil carecem de documentação técnica atualizada, tornando desafiadora a criação de modelos as is — modelos que representam fielmente o estado atual da edificação. Esse desafio é particularmente acentuado em edificações com fachadas obstruídas por vegetação ou construções vizinhas, que dificultam a aplicação de métodos tradicionais de levantamento, como trenas, medidores a laser ou até mesmo escaneamento com laser scanner.

A literatura tem apontado a crescente necessidade de soluções acessíveis e eficientes para a obtenção de modelos BIM de edificações existentes, especialmente no contexto de retrofit, manutenção e gestão patrimonial [2];[3]. Neste contexto a fotogrametria tem ganhado destaque como alternativa de baixo custo, utilizando imagens capturadas por drones para geração de nuvens de pontos tridimensionais. Essa técnica tem se mostrado promissora por sua portabilidade, facilidade de uso e capacidade de registrar áreas de difícil acesso [4]. Estudos mais recentes reforçam a aplicação de fotogrametria aliada a modelagem as is em contextos urbanos e edificações com

obstáculos físicos, utilizando VANTs (veículo aéreo não tripulado) e sensores visuais para superar limitações técnicas [5];[6].

Novas metodologias incorporadas à indústria AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações) incentivam e possibilitam o desenvolvimento da manutenção preventiva, e entre as novas tendências de gestão, surge a metodologia BIM-FM (Building Information Modeling – Facilities and management), que busca gerir o funcionamento das edificações por meio da integração de pessoas, espaços, processos e tecnologias para o desenvolvimento bem-sucedido das atividades de operação e manutenção ao longo de todo o ciclo de vida da edificação [3].

Para a aplicação dessa metodologia, é essencial possuir um modelo da edificação que represente seu estado atual. Schönfelder [7] conceitua em seu estudo que, após a conclusão da construção, há a transição do modelo as built (como construído) para o modelo as is (como está), que deve ser atualizado durante todo o ciclo de vida da edificação. Esse modelo é uma versão atualizada do modelo as built, incrementada sempre que ocorrerem modificações na edificação em operação, representando sua versão mais atual.

O modelo as is é especialmente adequado para operação e manutenção [2], no entanto, ter um modelo que represente o estado atual de uma edificação é frequentemente um processo desafiador, demorado e sujeito a erros, principalmente quando realizado com o uso de ferramentas de medição tradicionais como medidores de distância a laser, câmeras digitais e fitas métricas [8];[9]. Em resposta a

demandas por métodos eficientes e confiáveis para a criação de modelos BIM assim, novas tecnologias vêm sendo estudadas para o processo de escaneamento de uma edificação.

Dentre as possibilidades dessas novas tecnologias, a fotogrametria tem-se destacado como uma solução portátil de baixo custo e menor exigência de habilidade dos usuários, em comparação a outros métodos de escaneamento. Realizado a partir de levantamento fotográfico, com qualquer equipamento que capture imagens com capacidade de identificação de pontos de referência comuns em duas ou mais fotografias, adicionado ao cálculo de posições, orientações e distorções da câmera, e reconstrução de informações tridimensionais. O resultado desse processo é uma nuvem de pontos criada a partir da construção de uma malha 3D, que pode ser exportada para ambientes de modelagem BIM e utilizada como referência para modelagem manual ou para gerar malhas e outras geometrias. As informações espaciais capturadas são precisas em milímetros e refletem alto nível de detalhe devido à alta resolução de pontos [10]. Barazzetti [11] reforça que a parametrização de modelos BIM a partir de nuvens de pontos fotogramétricas exige técnicas robustas de reconstrução e calibração, principalmente quando há interferência visual e irregularidades geométricas.

Apesar de poder ser realizado por qualquer equipamento de registro fotográfico, para Rizo-Maestre *et al* [4] a utilização de veículos aéreos não tripulados para fotogrametria tem sido impulsionada por três características: a melhoria dos equipamentos que atualmente possuem mais estabilidade, maior qualidade de captura e facilidade de configuração de planos de voo; resultados de processamento com maior qualidade proveniente das melhorias dos equipamentos; e valor acessível para aquisição. Constanza [3] acrescenta a possibilidade de registro de áreas de difícil acesso, porém, para o processamento de boa qualidade, é importante garantir bons registros fotográficos e atentar-

se às condições ambientais do local. Complementarmente, López *et al.* [12] destacam que o emprego da fotogrametria em ambientes patrimoniais e urbanos requer cuidados específicos com a geometria e a textura, visando a precisão da modelagem assim.

De acordo com Armesto *et al.* [13], deve-se garantir iluminação adequada do objeto a ser fotografado, evitando sombras, reflexos, superexposição e outras condições que possam atrapalhar os registros, sendo importante a garantia de sobreposição de pelo menos 50% entre as imagens para a criação de pares estéreos, formados pela sequenciação de registros fotográficos com pequenos deslocamentos, assim como desviar de obstáculos como vegetação, veículos, móveis e pessoas. Para Klein [10], muitos dos desafios ambientais enfrentados pelos levantamentos fotogramétricos podem ser reduzidos ou eliminados por meio de um planejamento adequado de voo, priorizando registros durante um curto período de tempo, de forma a minimizar a variação ambiental, adicionar marcadores visuais, alterar a angulação de captura e planejar diferentes formas de voo e captura.

O uso da fotogrametria em contextos com fachadas parcialmente obstruídas ainda demanda investigação, especialmente quanto à qualidade das nuvens de pontos geradas e à viabilidade prática da modelagem BIM a partir desses dados. A maioria dos estudos existentes trata de ambientes controlados ou livres de interferências visuais [10];[9], havendo uma lacuna sobre sua aplicação em cenários reais com obstáculos naturais ou urbanos.

Desta forma, este estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso da fotogrametria, por meio de drones, para a geração de nuvens de pontos de edificações com fachadas obstruídas, visando sua posterior modelagem BIM assim. Para isto, foi conduzido um estudo de caso nos blocos 1Y e 5E do Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), cujas fachadas

apresentam obstruções por árvores de grande porte. A pesquisa adota a abordagem metodológica de estudo de caso, conforme diretrizes de Yin [14], com aplicação de múltiplos planos de voo e análise comparativa da qualidade das nuvens geradas.

2. Metodologia

Esta pesquisa adotou o método de estudo de caso como abordagem metodológica, por se tratar de uma investigação empírica que busca compreender um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real [13]. A escolha do estudo de caso como abordagem metodológica justifica-se pela necessidade de explorar, em profundidade, uma situação específica onde o fenômeno da obstrução de fachadas interfere diretamente na eficiência do processo de escaneamento e modelagem. Segundo Yin [13], estudos de caso são apropriados quando se pretende responder a questões do tipo “como” e “por que”, além de permitir a observação direta do contexto.

Este estudo foi estruturado em cinco etapas principais, conforme fluxograma da Figura 01.

Figura 01 – Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autores.

As etapas do fluxograma apresentado são definidas:

1. Definição do objeto de estudo: escolha do Bloco 1Y da UFU, com base em sua acessibilidade e nas características físicas desafiadoras (fachadas obstruídas);
2. Planejamento da coleta de dados: desenvolvimento de planos de voo utilizando a plataforma Drone Harmony,

com variação de altura, ângulo e tipo de trajetória;

3. Execução dos voos com drone e processamento de imagens: foram realizados cinco voos, com diferentes estratégias para capturar imagens representativas da envoltória da edificação, após esse processo, foi realizado o processamento de imagens a partir do software WEBODM, responsável pela geração das nuvens de pontos tridimensionais;
4. Análise dos resultados: avaliação da qualidade das nuvens geradas e verificação da viabilidade da modelagem BIM a partir dos dados obtidos.

2.1 Definição do objeto de estudo

O objeto de estudo foi o Bloco 1Y do Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), edificação que apresenta fachadas parcialmente obstruídas por vegetação densa, ilustrado na Figura 02, o que representa um desafio prático para levantamentos fotogramétricos e modelagem BIM *as is*. A seleção do objeto de estudo ocorreu por facilidade de acesso e relevância técnica, visto que a edificação não possui documentação atualizada, sendo representativa de um problema recorrente em instituições públicas e edificações antigas. O estudo visou avaliar a viabilidade da aplicação da fotogrametria com drones para gerar nuvens de pontos tridimensionais, mesmo diante das limitações impostas pelos obstáculos visuais.

Figura 02 – Fachada do Bloco 1Y.



Fonte: Autores.

2.2 Planejamento de coleta de dados

Na sequência iniciou-se a criação dos planos de voo no ponto principal de análise, realizados na plataforma Drone Harmony, para na sequência realizar os voos com o drone. Após esse processo, as fotografias captadas foram processadas na plataforma WEBODM, para gerar a nuvem de pontos. Em um ambiente externo com obstruções é esperado que um único voo não seja suficiente para captar todos os detalhes da envoltória, assim, após verificação da nuvem de pontos processadas, novos voos são propostos para a correção e melhoria nos resultados. O fluxo desta coleta de dados é apresentado na Figura 03.

Figura 03 – Fluxograma do plano de voo.



Fonte: Autores.

2.2.1 Drone

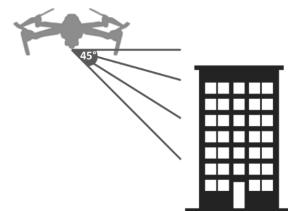
Para este estudo foi utilizado o drone modelo DJI Mavic Mini 2. Os planos de voos foram realizados na plataforma *online* Drone Harmony, que possui interface amigável e intuitiva, onde foram configuradas a área de captura, altura do voo, tipo de rota e ângulo de captura, explicados na sequência, aonde o aplicativo retorna automaticamente com um plano de voo.

- Área de Captura: a interface do Drone Harmony possui visualização de satélite do Google Maps, utilizado para criar um polígono em torno da área de voo;
- Altura do voo: é configurada para evitar colisão do equipamento com obstáculos e garantir boa qualidade de captura em relação a tempo de voo e quantidades de imagens;
- Rota do voo: foi utilizado voos em modo orbital, onde o drone voa em trajetos circulares sobre a área de interesse; e em modo horizontal, onde se tem uma visão

paralela da edificação facilitando a visão detalhada de cada fachada.

- Ângulo de captura: é o ângulo que a câmera acoplada ao drone fica durante o voo. Na Figura 04 é possível visualizar um esquema que demonstra os ângulos de captura.

Figura 04 – Ângulo de captura de câmera.



Fonte: Autores.

Como análise comparativa, foi realizado um voo de referência utilizando o plano de voo orbital com câmera angulada a -45° da fachada posterior do bloco 1Y no campus Santa Mônica, visto que essa é pouca obstruída; a fim de demonstrar a relevância dos obstáculos para o processamento e a qualidade do mapeamento.

2.3 Execução dos voos com drone e processamento de imagem

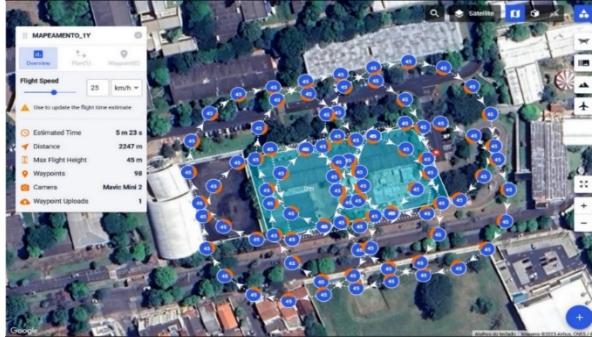
2.3.1 Primeiro voo

Para verificar o método da fotogrametria e escolher os *softwares* de processamentos das imagens, foi realizado o primeiro voo passando por todas as fachadas da edificação no modo orbital com angulação de -45° e altura de voo de 45 metros, onde o drone voa em trajetos circulares sobre a área de interesse. O voo orbital associado a angulação da câmera permite boa captura de imagens das fachadas e sobreposição de fotos adequada. Visto que a localização possuía muitas árvores grandes, foi necessária maior altura de voo para segurança do equipamento.

Ao final das configurações foi possível visualizar o resumo do plano de voo (Figura 05) gerado na plataforma, com estimativa de 5 minutos de voo para registro de 98 fotografias. Esses resultados foram considerados adequados pois tempos longos

de voo exigem trocas de baterias e muitos arquivos de fotos geram delongado processamento de imagens. Quanto maior a altura de voo maior será a área de captura com menor quantidade de fotografias, porém perde-se qualidade das imagens, por isso a análise das configurações de voo dentro da plataforma Drone Harmony é essencial.

Figura 05 – Resumo do plano de voo para registro fotografias para fotogrametria.



Fonte: Autores.

O plano de voo foi carregado no drone e então realizado o sobrevoo sobre o bloco, sendo possível acompanhar o registro das fotografias em tempo real (Figura 06). Cada fotografia teve sua localização geográfica registrada por meio do GPS (*Global Positioning System*) nativo do equipamento.

Figura 06 – Monitoramento de voo e registro de fotografias.

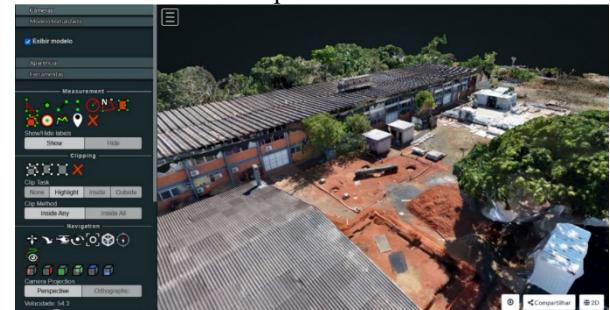


Fonte: Autores.

Para o processamento das imagens foi utilizada a plataforma WEBODM que gerou a nuvem de pontos, a qual pode ser visualizada

na Figura 07 juntamente com a interface da plataforma WEBODM.

Figura 07 – Interface da Plataforma WEBODM e nuvem de pontos do 1º voo.



Fonte: Autores.

2.3.2 Segundo e terceiro voo

Levando em consideração que a formação da nuvem de pontos ocorre com a junção de informação das imagens, novos planos de voos foram sugeridos, a fim de adquirir imagens mais representativas da estrutura, evitando obstáculos como as árvores e o telhado. Desse modo, a modelagem *as is* seria mais fidedigna pois a envoltória da edificação estaria com todas as informações necessárias. Foram adotados os planos de voo apresentados na Tabela 1.

Tabela 01 – Segundo e terceiro plano de voo para sobreposição.

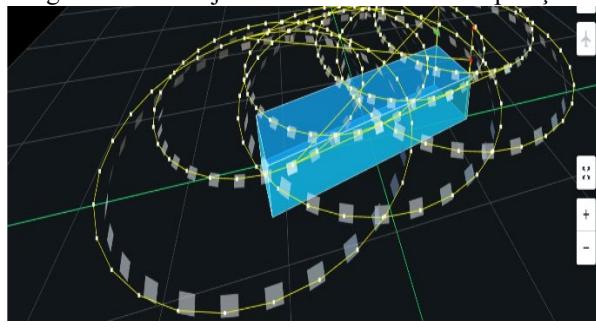
Nº do voo	Ângulo da Câmera	Altitude	Rota do voo	Quant. de Imagens
2	-30°	30 metros	Orbital (raio de 60 metros)	30 fotos por orbita
3	-45°	20 metros	Orbital (raio de 40 metros)	30 fotos por orbita

Fonte: Autores.

O segundo e terceiro planos de voo foram adotados em sobreposição, um com câmera angulada a -30°, raio orbital de 60 metros, altitude de voo de 30 metros com 30 fotos por orbita, o segundo com angulação de câmera de -45°, raio orbital de 40 metros e altitude de voo de 20 metros com 30 fotos por orbita. Na

Figura 08 é possível visualizar a interface da plataforma Drone Harmony com os planos de voos.

Figura 08 – Planejamento de voo com sobreposição.

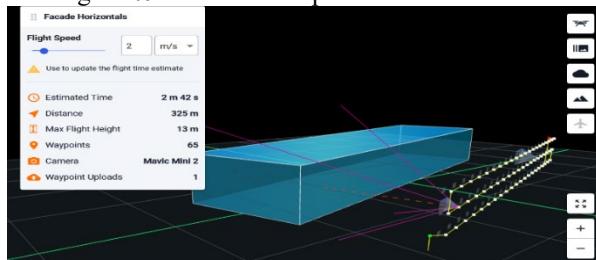


Fonte: Autores.

2.3.3 Quarto voo

Uma nova estratégia de aquisição de imagens foi testada, utilizando a ferramenta de mapeamento de fachadas em voo horizontal do *software* DroneHarmony. Para isso foi adotado um voo com início de mapeamento a 1 metro de altura do solo, altitude delta vertical de 5 metros, altitude delta horizontal de 5 metros e distância da estrutura de 25 metros, a fim de evitar a colisão do equipamento com os obstáculos. A nova estratégia visou adquirir imagens apenas da fachada desejada, com imagens paralelas a estrutura a fim de evitar o sombreamento causado pelo telhado e copas das árvores. Desse modo, fez-se necessário a captura horizontal de cada fachada e o plano desses voos pode ser visualizado na Figura 09.

Figura 09 - Plano de mapeamento em fachada.



Fonte: Autores.

2.3.4 Quarto voo

Tendo em vista os obstáculos observados nos voos anteriores, foi adotado uma nova

abordagem referente a captura das imagens para geração da nuvem de pontos. Seguindo recomendações dos softwares de processamento, para o quinto voo foi utilizada captura de vídeo para geração do modelo 3D. O drone foi controlado manualmente sem seguir um plano previamente determinado, tentado acompanhar ao máximo a fachada frontal da estrutura (mais prejudicada pelas árvores). Assim, o software de processamento extrai frames do vídeo em um intervalo pré-determinado nos parâmetros de processamento.

Para superar as limitações impostas pelos hardwares à disposição para processamento dos arquivos de vídeo, foi utilizado a plataforma Google Clouds, para criação de uma máquina virtual, com definições de hardware e sistema operacional definidos no momento de sua criação, a saber, 68gb de memória ram, 1TB de memória interna em SSD, 8 cores de processamento Intel, superando as recomendações básicas de hardware oferecidas pelo desenvolvedor do WebODM.

3. Análise e discussão dos resultados

Neste estudo foram realizados cinco voos com drone a fim de conseguir uma nuvem de pontos da envoltória de uma edificação existente com fachada parcialmente obstruída que fosse fidedigna o suficiente para construção de um modelo *as is* desta.

O primeiro voo, com plano orbital e câmera inclinada a -45°, resultou em uma nuvem de pontos com boa representação da fachada posterior, pouco obstruída, com processamento das imagens resultando em uma boa modelagem e visualização, principalmente na região posterior do Bloco 1Y, apesar da sombra na fachada no momento de registro das fotografias, e do Bloco 5E (localizado ao fundo do Bloco 1Y), por não haver interferências visuais. A fachada frontal e as laterais do Bloco 1Y foram afetadas significativamente devido a presença de árvores, tendo como resultado regiões com

furos e distorções. Os melhores resultados foram para os telhados. Desse modo, as fachadas frontal e laterais apresentaram falhas significativas, como lacunas e distorções, causadas pelas copas das árvores — o que corrobora com Armesto *et al.*[13], que destacam a influência de interferências visuais na perda de dados durante o processamento fotogramétrico. O resultado da nuvem de pontos pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 - Resultado da Nuvem de Pontos do primeiro voo.



(a) Visão geral da Nuvem de Pontos



(b) Região sem processamento devido obstrução das árvores

Fonte: Autores.

O segundo e terceiro voos foram baseados em mais de um plano de voo com angulações e alturas diferentes sugerida pelo manual de mapeamento desenvolvido pelo software WebDOM. O resultado do processamento atingiu maior número de pontos reconstruídos, a fachada frontal apresentou melhor resultado comparativamente ao primeiro voo, no entanto, as árvores localizadas no canteiro em frente ao bloco ainda apresentaram um desafio a ser superado. Assim, a qualidade da nuvem teve considerável melhoria ao aumentar a sobreposição das imagens, principalmente na região frontal. Essa estratégia está alinhada com as recomendações de Constanza *et al.*[3], que enfatizam a importância da variação de parâmetros para mitigar os efeitos da

obstrução. O resultado da sobreposição desses voos é apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Nuvem de pontos gerada após segundo e terceiro voo.

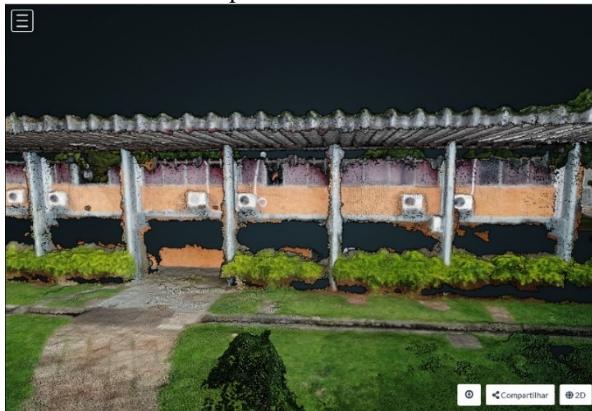


Fonte: Autores.

O quarto voo foi baseado em um mapeamento horizontal de fachadas, sendo cada fachada fotografada separadamente. Apesar de apresentar resultado mais satisfatório em relação ao detalhamento quando comparado a voos orbitais, o plano de fachada também apresenta dificuldades em áreas com obstáculos, devido a necessidade de maior distância da área mapeada, uma vez que os obstáculos não permitiram um voo em paralelo com a edificação a fim de capturar os detalhes desejados, o que reduziu a precisão em regiões críticas e dificultou o alinhamento das imagens — uma limitação já apontada por Klein *et al.*[10] em levantamentos urbanos com vegetação assimétrica. Ainda, o trajeto traçado pelo drone implica na necessidade do isolamento do tráfego para realização da tarefa, aumentando a carga operacional empregada no mapeamento.

Assim, pode ser uma opção quando os obstáculos estiverem paralelos uns aos outros, no entanto, no caso estudado, a assimetria no posicionamento das árvores que bloqueiam a fachada exigiu um mapeamento capaz de se adaptar ao terreno. Além disso, o processamento de diferentes planos de voo para integração em uma única nuvem de pontos fez com que a qualidade do processamento não fosse tão boa quanto o almejado, devido às limitações impostas pelo software. O resultado da nuvem de pontos pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Nuvem de pontos gerada a partir do quarto plano de voo.



Fonte: Autores.

O quinto voo utilizando captura de vídeo e controle manual apresentou resultados satisfatórios, uma vez que o uso de vídeo permite que o operador se preocupe exclusivamente com os obstáculos, sem a necessidade de capturar as fotos com sobreposições que permitam o processamento. Apesar de processamento mais lento e a necessidade de *hardware* mais potente, para a captura em ambientes obstruídos é uma vantagem a ser explorada. Os resultados apresentaram maior alcance de detalhes, tendo sido possível visualizar o interior da edificação e alguns pontos específicos da estrutura. A sobreposição alcançada foi satisfatória tendo em vista a extração seletiva de imagens pelo *software*, sendo necessária atenção a velocidade de voo, evitando voos rápidos ou com muitas interrupções, a fim de garantir a extração concisa de imagens para o processamento. Como indicado por Jung *et al.* [9], para aplicações que exigem precisão milimétrica e georreferenciamento, a ausência de GCPs (*Ground Control Points*) pode limitar o uso técnico da nuvem de pontos gerada. O resultado do quinto voo pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 - Nuvem de pontos gerada a partir do quinto plano de voo.



(a) visão da nuvem de pontos da fachada frontal



(b) visão interna da fachada frontal

Fonte: Autores.

A partir dos resultados, comparativamente ao voo de referência da fachada posterior, percebe-se que áreas não obstruídas apresentam resultados satisfatórios do mapeamento, com modelo texturizado corrigindo possíveis imperfeições da nuvem de pontos, apresentando falhas apenas em áreas vazias, como apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Visão da fachada posterior sem obstáculos.

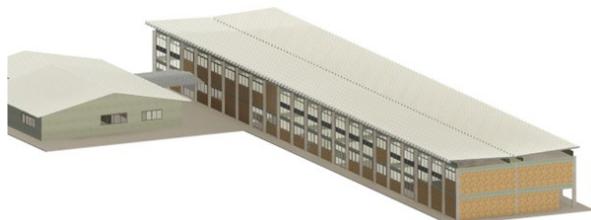


Fonte: Autores.

A precisão das nuvens de pontos permitiu a reconstrução tridimensional da geometria externa da edificação, fornecendo base para o desenvolvimento de projetos e análises dentro

do ambiente BIM. O resultado da modelagem *as is* pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 - Modelagem *as is* a partir da nuvem de pontos.



Fonte: Autores.

A fotogrametria também foi útil para a visualização de telhados e fachadas em áreas livres de vegetação densa. Mesmo que falhas tenham sido observadas, foi possível identificar detalhes e modelos construtivos importantes, tais como características dos telhados e materiais das fachadas. Um detalhe construtivo do telhado construído no modelo *as is* a partir dos resultados da nuvem de pontos pode ser visualizado na Figura 16.

Figura 16 - Modelagem *as is* da calha central do telhado.



Fonte: Autores.

Comparando os diferentes voos, observou-se que a presença de obstáculos compromete significativamente a geração de nuvens de pontos contínuas e detalhadas. No entanto, com ajustes nos parâmetros de voo (altitude, ângulo de câmera e tipo de trajetória) e uso de estratégias complementares (como vídeo), é possível obter modelos suficientemente precisos para aplicações práticas de manutenção, *retrofit* e gestão. Trabalhos recentes, como os de Alba

et al. (2020) e Masiero *et al.* (2019), demonstram abordagens complementares que também combinam fotogrametria com estratégias adaptativas de voo para contornar interferências, confirmando a relevância da metodologia adotada neste estudo.

Estudos como os de Volk *et al.* [15] e Bortoluzzi *et al.* [2] confirmam que a modelagem BIM *as is* em ambientes reais enfrenta desafios operacionais e tecnológicos, sendo a fotogrametria uma solução viável desde que adaptada ao contexto da edificação. Os resultados aqui obtidos confirmam essa viabilidade, desde que sejam adotadas medidas para mitigar a perda de dados, como voos múltiplos, captação em horários adequados e uso de plataformas com capacidade de processamento adequada.

4. Considerações finais

O objetivo deste estudo foi verificar se a fotogrametria pode ser uma técnica acessível, de baixo custo e fácil manuseio para capturar nuvens de pontos para modelagem BIM *as is* de edificações existentes, especialmente em casos de fachadas parcialmente obstruídas. Para isso foi desenvolvido um estudo de caso para o Bloco 1Y e 5E do Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia (Brasil), blocos cuja envoltória é marcada pela presença de árvores de grande porte, tendo sido necessária a aplicação de cinco planos de voo, sendo o segundo e terceiro sobrepostos. Pode-se concluir, com este estudo, que para modelagem BIM de fachadas de edificações existentes com baixa complexidade de detalhes o uso da fotogrametria isolada mesmo com bloqueios é viável.

As nuvens de pontos geradas a partir deste estudo se apresentaram como adequadas para a construção do modelo BIM *as is* das edificações. No entanto, o processo de aquisição final das imagens foi impactado pela presença da vegetação no entorno da edificação, o que dificultou a mobilidade do drone e causou sombreamento nas nuvens de

pontos geradas. Essas interferências resultaram em algumas lacunas na qualidade das imagens capturadas, afetando a precisão final do modelo fotogramétrico. Ainda, verificou-se a necessidade de softwares e equipamentos capazes de realizar os processamentos das imagens para a construção da nuvem de pontos, sendo um dos desafios enfrentados, pois é preciso conhecimento técnico especializado e hardwares de alto desempenho.

Conclui-se que a fotogrametria é uma tecnologia acessível a diferentes públicos, visto que os equipamentos utilizados são de baixo custo e facilmente disponíveis para compra. Esses dispositivos podem ser empregados tanto para finalidades técnicas, como para a construção de modelos BIM *as is* de edificações, quanto para atividades recreativas, como a captura de fotos e vídeos. A simplicidade do processo de captura e a disponibilidade dos equipamentos tornam a fotogrametria uma ferramenta democrática e acessível a profissionais de diversas áreas.

Para um estudo envolvendo o uso de drones é importante avaliar, previamente, o nível de detalhe e a finalidade do uso da fotogrametria. No contexto desta pesquisa, as técnicas adotadas atenderam às necessidades de visualização do telhado e das fachadas da edificação, permitindo a verificação de medidas e detalhes. Contudo, para estudos que exigem nível elevado de detalhe, como aqueles voltados para construções históricas (HBIM), a utilização de tecnologias combinadas, como o laser scanner se torna mais interessante para alcançar resultados mais satisfatórios.

Sugere-se que futuras pesquisas explorar a combinação de tecnologias, como o uso de fotogrametria aliada ao laser scanner. A fusão dessas duas técnicas pode gerar nuvens de pontos mais detalhadas e precisas, em áreas de difícil acesso ou com vegetação densa, onde a fotogrametria tradicional apresenta limitações.

5. Agradecimentos

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e a Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) pelo ensino de qualidade. E à Fapemig pelo apoio financeiro.

6. Referências

- [1] EASTMAN, C. *et al. Manual de BIM*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.
- [2] BORTOLUZZI, B. *et al. Automating the creation of building information models for existing buildings*. Automation in Construction, v. 105, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102838>
- [3] CONSTANZA, J. B. *et al. Implementation of Facility Management for Port Infrastructure through the use of UAVs, Photogrammetry and BIM*. Sensors, v. 21, n. 19, p. 6686, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21196686>.
- [4] RIZO-MAESTRE, C. *et al. UAV + BIM: Incorporation of photogrammetric techniques in architectural projects with Building Information Modeling versus classical work processes*. Remote Sensing, v. 12, n. 14, p. 2329, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12142329>
- [5] ALBA, M.; FREGONESE, L.; SCAIONI, M. *3D modelling of complex building structures using close-range photogrammetry and UAV*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XLIII-B2, p. 9–16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-9-2020>.
- [6] MASIERO, A.; VETTORE, A.; LINGUA, A. *Indoor and outdoor UAV photogrammetry for 3D building reconstruction*. Remote Sensing, v. 11, n. 9, p. 1051, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11091051>.

- [7] SCHONFELDER, P.; AZIZ, A.; FALTIN, B.; KÖNIG, M. *Automating the retrospective generation of as is BIM models using machine learning*. Automation in Construction, v. 152, e104937, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104937>.
- [8] PAVÓN, R. M.; ARCOS ALVAREZ, A. A.; ALBERTI, M. G. *BIM-based educational and facility management of large university venues*. Applied Sciences, v. 10, n. 22, p. 1–28, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10227976>.
- [9] JUNG, J. *et al.* *Productive modeling for development of as built BIM of existing indoor structures*. Automation in Construction, v. 42, p. 68–77, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.021>.
- [10] KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. *Image-based verification of as built documentation of operational buildings*. Automation in Construction, v. 21, n. 1, p. 161–171, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.05.023>.
- [11] BARAZZETTI, L. *Parametric as built modeling from point clouds and images*. Automation in Construction, v. 90, p. 79–93, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.005>.
- [12] LÓPEZ, F. J.; LERONES, P. M.; GÓMEZ-GARCÍA-BERMEJO, J. *A review of heritage building information modeling (HBIM)*. Multimodal Technologies and Interaction, v. 2, n. 2, p. 21, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/mti2020021>.
- [13] ARMESTO, J.; ARIAS, P.; ROCA, J.; LORENZO, J. *Monitoring and assessing structural damage in historic buildings*. The Photogrammetric Record, v. 23, p. 36–50, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1477-9730.2008.00466.x>.
- [14] YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 20
- [15] VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings-Literature review and future needs*. Automation in Construction, v. 38, p. 109–127, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>.



Análise de Fluxos Físicos na Construção Civil – Um Estudo em Obras Verticais

Analysis of Physical Flows in Civil Construction – A Study in Vertical Construction Projects

DIAS, Nayara Vollmer¹; AZEVEDO, Bruno Freitas de²
nayara.vollmer@gmail.com¹; bruno.azevedo@poli.ufrj.br².

¹Mestranda do Programa de Gestão de Sistemas de Engenharia, Universidade Católica de Petrópolis, RJ, Brasil.

²Doutorando do Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Fluxos Físicos;
Gestão da Construção Civil;
Construção Enxuta.

Keywords:
Physical Flows;
Construction Management;
Lean Construction.

Resumo:

O modelo de gerenciamento adotado por construtoras hoje no Brasil, negligencia os fluxos de todos os processos ao dar ênfase nas conversões. Esse modelo assume a perspectiva de que toda a obra pode ser dividida em partes menores e que a melhoria do todo pode ser alcançada pela melhoria de cada uma das partes. A teoria da Construção Enxuta, considera que todos os processos são compostos por conversões, inspeções, transporte e esperas e propõe que os fluxos devem estar transparentes para que sejam gerenciados da melhor maneira possível e para que as perdas sejam eliminadas. O trabalho tem como objetivo propor diretrizes para elaboração e gestão dos fluxos de materiais e mão de obra em canteiros de obras verticais para o ganho da qualidade da construção, de forma integrada ao processo de planejamento e controle da produção da construção civil, tendo como base a nova filosofia da produção. Essas diretrizes foram obtidas através do estudo das variáveis encontradas dentro dos fluxos físicos. A implementação da gestão dos fluxos físicos pode ser um primeiro passo para a introdução de uma cultura de melhoria contínua na construção, possibilitando a evolução do planejamento e da gestão da qualidade.

Abstract

The management model adopted by construction companies in Brazil today neglects the flows of all processes by emphasizing conversions. This model assumes that the entire project can be divided into smaller parts and that improvement of the whole can be achieved by improving each of the parts. Lean Construction theory considers that all processes are composed of conversions, inspections, transportation, and waiting, and proposes that these flows must be transparent for optimal management and to eliminate losses. This work aims to propose guidelines for the development and management of material and labor flows on vertical construction sites to improve construction quality, integrated with the construction production planning and control process, based on the new production philosophy. These guidelines were obtained through the study of variables found within physical flows. Implementing physical flow management can be a first step toward introducing a culture of continuous improvement in construction, enabling the evolution of planning and quality management..

1. Introdução

O planejamento da construção civil, é um dos principais aspectos de gerenciamento, envolvendo todas as fases dentro da construção, dentre elas o orçamento, compras e notadamente, a gestão de pessoas. É um processo de tomada de decisões que se entrelaçam e visam o alcance do objetivo final, o empreendimento. Portanto, são ações tomadas no presente que resultam em implicações futuras.

Planejar consiste em um conjunto de práticas, técnicas e conceitos disponíveis para o desenvolvimento e o alcance de todas as metas estabelecidas no início do projeto. O alvo principal de um bom gerenciamento é o de se obter o melhor desempenho e qualidade, dentro do prazo determinado e do custo estimado.

A construção civil, no decorrer dos anos, tem desenvolvido suas atividades em um modelo de administração da produção que dá ênfase às atividades de conversão. Esse modelo tem negligenciado diversos fatores de extrema importância dentro do contexto, dentre eles a desconsideração das inter-relações entre as tarefas e as suas devidas interdependências. A falta de análise entre as atividades provoca grandes perdas, inclusive podendo comprometer a qualidade da construção, porquanto não é de todo satisfatório alcançar objetivos como o custo e o prazo e não atingir metas principais, como a qualidade e a durabilidade do projeto final.

Nesse modelo de conversão, o procedimento é formado por entradas que são processadas e que se transformam em um produto [1]. Os produtos, dentro da construção civil, são considerados como sendo o conjunto de serviços e insumos que são convertidos em um produto final.

A produção é apenas vista como a conversão de insumos em produtos, e cada processo pode ser dividido em partes menores e cada uma dessas partes poderão ser melhor gerenciáveis. Avaliando o processo em partes menores e buscando melhorias dentro dessas atividades, obtém-se o raciocínio do alcance

da melhoria do todo. Porém, conforme já dito anteriormente, dentro desse estudo todo o tipo de interferência causado entre uma parte e outra é desconsiderada, gerando falhas, desperdícios de materiais e a perda na qualidade final.

Lamentavelmente, não são poucas as obras que são executadas sem qualquer tipo de planejamento, valendo-se o engenheiro apenas de sua capacidade de administrar assuntos concomitantemente com o desenrolar da obra [2].

Depois de anos executando obras da mesma maneira, cultivam-se paradigmas que hoje fazem parte do pensamento da maioria dos gestores no canteiro de obras. Os engenheiros se preocupam apenas em atender prazos, sem se importar com a qualidade e o custo daquilo que se está executando. Porém, a construção civil tem sido um dos ramos produtivos que mais vem sofrendo alterações substanciais nos últimos anos. Com a intensificação da competitividade, a globalização dos mercados, a demanda por bens mais modernos, a velocidade com que surgem novas tecnologias, o aumento do grau de exigência dos clientes e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, as empresas se deram conta de que investir em controle e gestão de processo é inevitável [2].

A necessidade de uma teoria que explicasse de forma mais adequada as práticas da construção civil, foi um tema abordado de diferentes formas e por diversos autores. Sendo, por fim, apresentado ao setor a possibilidade da aplicação de uma nova filosofia de produção, denominada de Produção Enxuta [1]. Essa filosofia surgiu e se desenvolveu nas indústrias de manufaturas devido à grande competição dentro do mercado. Da mesma maneira, a construção civil vem em busca de novos formatos de gerenciamento e administração da sua produção.

O material não só passa pelo seu processamento ou conversão (alterações no material) como também por inspeções, transportes e esperas, que constituem as

chamadas atividades de fluxo de produção [1].

Os fluxos de produção, também denominados de fluxos físicos, consistem no planejamento para alocação de materiais e equipamentos que devem ser posicionados de tal maneira que a produção se torne mais enxuta, ou seja, uma produção que visa as reduções de perdas de grandes proporções, sendo elas de materiais, tempo e de custo.

Muito embora essa filosofia necessite uma adaptação para a construção civil, as peculiaridades da construção não impedem e tão pouco reduzem a importância da aplicação da Construção Enxuta. Se apenas uma parte dos ganhos obtidos na indústria manufatureira fosse obtido para a construção civil, já seria um grande incentivo para a sua utilização [3].

Apesar da importância dessa nova filosofia de produção, ainda existem muitas dificuldades que impedem que ela seja difundida. Autores apontam diferentes motivos pelo qual o modelo de produção tem sido absorvido de maneira lenta, são elas [4]:

- a. Resposta tardia das instituições acadêmicas;
- b. Falta de competição internacional nesta indústria;
- c. As aplicações já realizadas ocorrem na indústria de manufatura e a generalização para a construção civil não é uma tarefa fácil;
- d. A qualidade da indústria da construção civil é deixada em segundo plano.

Se deve utilizar o que cada teoria apresenta de melhor, tanto a convencional (conversão) como a da Produção Enxuta. Na visão das conversões é extremamente importante definir as tarefas e a sua execução de maneira eficiente e na visão dos fluxos, a questão mais importante é a eliminação de prejuízos dentro dessas atividades [5].

Dentro da construção civil, por conta da falta da organização dos canteiros, os materiais são desperdiçados e uma parcela do tempo é inutilizada pelos trabalhadores devido à esperas e deslocamentos na busca

por materiais, ferramentas, equipamentos e informações não disponíveis [6, 7].

A minimização das incertezas no fluxo de decisões e informações necessárias ao planejamento é tão importante quanto minimizar a incerteza no fluxo de recursos necessários à produção [8].

Atualmente, mais do que nunca, planejar é garantir de certa maneira o sucesso do projeto. Quanto mais ferramentas de planejamento e controle forem utilizadas, dentro do cotidiano da construção civil, mais serão edificados empreendimentos com custos mais otimizados, maior qualidade, menores perdas e maior será a eliminação de tarefas que não agregam valor ao produto final. Esse trabalho tem como objetivo o mapeamento dos fluxos físicos de atividades críticas dentro de obras verticais

2. Metodologia

As diretrizes que são estabelecidas pelo processo de Planejamento e Controle da Produção têm grande influência na proteção da produção, pois podem reduzir as incertezas nos fluxos e melhorar a produtividade das equipes. Portanto, a implantação de diretrizes deve procurar impedir a geração de planos que causem perdas e problemas à produção [9].

Este trabalho consiste no desenvolvimento dos fluxos físicos para análise das variáveis envolvidas nos processos. O estudo dessas variáveis são parâmetros para mudanças de posicionamentos de materiais e/ou equipamentos, garantindo a melhoria da produtividade da equipe e a diminuição nos desperdícios de insumos. Os fluxos que abastecem a produção consistem no estudo de projetos, documentos e especificações para o canteiro, no fornecimento de mão de obra, materiais, ferramentas e equipamentos necessários para o desenvolvimento dos processos construtivos. A incerteza atrelada a esses elementos ocasionam variações de produção, através da geração de esperas,

paralisações e ocorrências de atividades que não agregam valor aos fluxos.

Todavia, deve-se ressaltar que nem todos os tipos de problemas e de perdas podem ser identificados pelo diagrama de fluxo e pelo mapofluxograma [10] e além disso destaca-se que a utilização de dispositivos visuais no canteiro é essencial para o desenvolvimento dos fluxos. A utilização dessa prática pode reduzir as ocorrências de congestionamentos devido a materiais, ferramentas e equipamentos que se encontram distribuídos de forma desorganizada no canteiro. Além de auxiliar na tomada de decisão com base em dados e fatos [11].

Os fluxos analisados dentro dessa pesquisa, foram feitos para serem aplicados em obras verticais, como este é apenas um modelo, cabe ressaltar que em cada obra é necessário a montagem dos fluxos de acordo com os processos de execução internos e, também, conforme layout disponível de posicionamento de canteiro.

Para que o projeto de canteiro seja o mais apropriado possível, é necessário que o mesmo se desenvolva segundo uma metodologia pré-estabelecida. Um método para subsidiar a definição de arranjo físico dos elementos do canteiro, considerando uma lista de critérios, sendo eles: acessibilidade, facilidade para a movimentação de materiais e de pessoas, interferência entre os fluxos, confiabilidade dos equipamentos, qualidade da estocagem, segurança patrimonial, segurança da mão de obra, flexibilidade, interação entre a administração e a produção, motivação do operário e, finalmente, o custo [12].

A análise que foi feita para a montagem dos fluxos físicos leva em conta uma logística voltada para a redução de perdas e de atividades que não agregam valor. Os procedimentos de execução utilizados foram os que comumente são realizados, porém, como foi dito no parágrafo anterior, cada construção possui uma necessidade e, portanto, fluxos diferentes.

Para o desenvolvimento desse trabalho, foi necessário escolher as tarefas que seriam estudadas, para isso selecionou-se os caminhos críticos de uma obra verticalizada, dessa maneira a pesquisa seria ainda mais abrangente e eficaz para a propagação de um modelo.

Atividades críticas são sequências de serviços que geram o tempo mais longo e que definem o prazo total [2]. Já o caminho crítico é o que une essas atividades críticas. Ou seja, o caminho crítico é o caminho mais longo durante o projeto, nele qualquer atraso está extremamente vinculado a extensão do prazo final e caso seja necessária a diminuição do prazo da construção, deve-se começar a redução de tempo dessas atividades em questão.

Apesar da estrutura e das fundações serem tarefas que compõem caminhos críticos nas construções, não foram abordadas neste trabalho. Isso se deve ao fato de serem tarefas extremamente específicas e condicionantes a cada obra.

O diagrama de processo foi a ferramenta escolhida por ser a mais genérica e mais visual, dentre as demais existentes. Existem diversas convenções de símbolos que são utilizados para elaboração de diagramas de processo, neste trabalho os símbolos foram adaptados da bibliografia [13, 14, 15] que tratam da análise de processos para a elaboração de diagramas de fluxos e mapofluxogramas.

A Figura 1 representado a seguir, demonstra a convenção simbólica adotada neste trabalho.

Figura 1 – Símbolos adaptados para a elaboração de diagramas de fluxo

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Inspeção - Análise do material de forma qualitativa e quantitativa, de acordo com o padrão de aceitação pré-definido
	Transporte - Movimentação na localização dos materiais
	Estoque - O material encontra-se parado aguardando a necessidade para ser utilizado
	Processamento ou Conversão - Alteração da forma ou substância do material

Fonte: Autores

Para montagem dos fluxos físicos neste trabalho, foi necessária a criação de procedimentos de execução baseados naquilo que é executado comumente nas obras.

Vale ressaltar que nos processos dos fluxos mostrados neste trabalho, a parte de logística de canteiro foi destacada, por se tratar de praticamente outro processo, sendo representados nos fluxos físicos grifadas por um retângulo com contorno na cor preta.

3. Resultados e Discussões

Nesta seção serão apresentados os fluxos construídos baseados na metodologia descrita anteriormente para cada etapa determinada.

3.1 Alvenaria

Para o início do processo de assentamento da alvenaria, existem algumas condições e requisitos que deverão ser cumpridas, dentre eles:

- a. A marcação da alvenaria já deverá ter sido executada;
- b. Deve estar presente um eletricista para acompanhamento das instalações elétricas durante a elevação;
- c. As tubulações de hidráulica e esgoto que forem embutidas devem ser acompanhadas e devidamente conferidas;

Além desses itens, é necessário a argamassa de assentamento, para a realização desta, sendo utilizado areia, cal hidratada, cimento e água. Caso seja conveniente, para a execução do traço, podem ser adicionados aditivos químicos (essa situação não está sendo considerada no trabalho). Para que a argamassa de assentamento seja feita, também se faz necessário o cumprimento de alguns requisitos mínimos, são eles:

- a. Todos os equipamentos e as ferramentas necessárias à execução da tarefa, devem estar disponíveis na obra;
- b. O local para a produção da argamassa deve estar definido em conformidade com o projeto de canteiro e/ou com o planejamento da obra;

c. O sistema de abastecimento de água deve estar executado e em perfeita operação;

d. Os equipamentos devem estar montados para possibilitar a otimização da logística de abastecimento de insumos e da distribuição das argamassas que serão produzidas;

e. Se possível, efetuar uma programação diária de produção definindo a quantidade e o seu local de utilização;

f. Os operadores dos equipamentos devem estar treinados e aptos para a execução das atividades.

Para a produção de argamassa, a quantidade de areia, cal hidratada e cimento devem ser definidas de acordo com a necessidade da obra, o traço a ser adotado também segue particularidades que não foram abordados durante essa pesquisa.

Primeiramente, os materiais necessários são transportados da área de estoque para a área de dosagem, através de um equipamento de transporte horizontal (carrinho de mão, por exemplo). Na área destinada a dosagem, os materiais são medidos na padiola e logo após, são colocados na betoneira para que o processamento seja feito. A ordem do lançamento dos insumos na betoneira, é feito de acordo com os processos executivos de cada obra.

Após o processamento dos materiais é necessário despejar a argamassa em um equipamento de transporte, transportar até o seu local de aplicação e estocar em local apropriado até o momento de utilização.

Com os requisitos necessários devidamente concluídos e a argamassa pronta e estocada, os blocos devem ser transportados da área de estoque até o pavimento destinado para a utilização. Assim, a elevação de alvenaria já poderá ser executada.

Para que o assentamento de alvenaria seja realizado, existem outros processos envolvidos como, por exemplo o de verificação de nível e a marcação, porém o que é pretendido no trabalho é verificar as lacunas das atividades que não agregam valor. Portanto, leva-se em consideração que essas

atividades estão incluídas na mão de obra do assentamento da alvenaria de maneira geral.

O APÊNDICE A mostra o diagrama de fluxo feito para a atividade de assentamento de alvenaria conforme o procedimento executivo.

3.2 Chapisco Interno e Externo

O chapisco é a primeira argamassa aplicada à base e a que fica em contato direto com a alvenaria. A sua função é deixar a parede com maior rugosidade para criar pontes de aderência com os próximos revestimentos e acabamentos. Existem diversos tipos de chapisco, alguns até mesmo industrializados. Para a análise do trabalho, considera-se o chapisco tradicional, com a argamassa feita na obra, o que normalmente representa maior economia.

Assim como a argamassa de assentamento de alvenaria, a produção da argamassa para o chapisco também segue requisitos e condições mínimas para que seja produzida, sendo elas:

- a. Todos os equipamentos e as ferramentas necessárias à execução da tarefa, devem estar disponíveis na obra;
- b. O local para a produção da argamassa deve estar definido em conformidade com o projeto de canteiro e/ou com o planejamento da obra;
- c. O sistema de abastecimento de água deve estar executado e em perfeita operação;
- d. Os equipamentos devem estar montados para possibilitar a otimização da logística de abastecimento de insumos e da distribuição das argamassas que serão produzidas;
- e. Se possível, efetuar uma programação diária de produção definindo a quantidade e o seu local de utilização;
- f. Os operadores dos equipamentos devem estar treinados e aptos para a execução das atividades.

Os materiais para a produção da argamassa de chapisco devem ser transportados da área de estoque e baias para

a área de dosagem, após isso, segue-se o mesmo procedimento de execução para a argamassa de assentamento de alvenaria, o material será medido na padiola e, logo após, será colocado na betoneira.

Após os materiais serem processados e a produção for finalizada, a argamassa deve ser despejada em um equipamento de transporte e levada até o seu local de uso.

Esse procedimento refere-se ao chapisco interno e externo, as divergências são no transporte, pois no chapisco interno é necessário a movimentação até o seu pavimento de utilização, e no chapisco externo essa atividade do fluxo fica suprimida, ou seja, inexistente. No chapisco interno, também se tem uma particularidade que não é encontrada no externo, a estocagem do material no pavimento requerido. Além desses pontos, a produção e a realização da atividade é exatamente a mesma.

Para aplicação da argamassa em estruturas é necessária a remoção de qualquer elemento que esteja fixado no concreto, inclusive talhadeiras. É extremamente importante lavar a estrutura para a devida remoção de desmoldantes e poeiras.

O APÊNDICE B representa o diagrama de fluxo correspondente ao chapisco interno e o APÊNDICE C representa o diagrama de fluxo correspondente ao chapisco externo.

3.3 Emboço Interno e Externo

O emboço é a etapa intermediária do acabamento. Ele tem a função de tornar a superfície da parede mais nivelada para receber o acabamento final. O emboço também tem a função relacionada à impermeabilização, impedindo a penetração de água e de agente nocivos.

O emboço é também uma argamassa, porém tem mais pontos convergentes com a argamassa de assentamento de alvenaria, isso se deve ao fato de os materiais serem os mesmos: areia, cal hidratada, cimento e água. Nessa argamassa também podem ser utilizados aditivos químicos (não estão sendo

considerados dentro deste trabalho), dependendo do procedimento de cada obra.

Assim como todas as tarefas dentro da construção, existem condicionantes para o início da execução das atividades, no caso do emboço, são elas:

- a. Todos os equipamentos e as ferramentas necessárias à execução da tarefa, devem estar disponíveis na obra;
- b. O local para a produção da argamassa deve estar definido em conformidade com o projeto de canteiro e/ou com o planejamento da obra;
- c. O sistema de abastecimento de água deve estar executado e em perfeita operação;
- d. Os equipamentos devem estar montados para possibilitar a otimização da logística de abastecimento de insumos e da distribuição das argamassas que são produzidas;
- e. Se possível, efetuar uma programação diária de produção definindo a quantidade e o seu local de utilização;
- f. Os operadores dos equipamentos devem estar treinados e aptos para a execução das atividades.

O emboço é feito da mesma maneira que o chapisco e a argamassa de assentamento de alvenaria.

Os materiais para a produção da argamassa de emboço devem ser transportados da área de estoque e baias para a área de dosagem, após isso, segue-se o mesmo procedimento de produção de argamassas, já mencionado anteriormente, da argamassa de assentamento de alvenaria e o chapisco (interno e externo), o material será medido na padiola e, logo após, será colocado na betoneira.

Após os materiais serem processados e a produção finalizada, a argamassa deverá ser despejada em um equipamento de transporte e levada até o seu local de uso.

Esse procedimento refere-se ao emboço interno e externo, as divergências são no

transporte, como ocorre na execução do chapisco.

O APÊNDICE D representa o diagrama de fluxo correspondente ao emboço interno, já o APÊNDICE E representa o diagrama de fluxo correspondente ao emboço externo.

3.4 Gesso Estuque

O gesso estuque possui propriedades como endurecimento rápido, isolamento térmico e acústico, plasticidade da massa fresca e lisura da superfície endurecida, este tipo de revestimento dispensa a utilização das argamassas de chapisco, emboço ou reboco. Pode ser diretamente aplicado sobre a superfície de paredes internas executadas com blocos.

Assim como todos os serviços a serem executados dentro da construção civil, é necessário atender alguns requisitos para o início da tarefa, dentre eles:

- a. A alvenaria deve estar concluída, sem a ocorrência de rebarbas ou fissuras. Sendo constatada a presença de fissuras, estas devem ser previamente tratadas;
- b. Os tetos e paredes devem estar nivelados, aprumados e planos;
- c. Os encontros entre as paredes e o teto devem estar perfeitamente aprumados ou nivelados;
- d. As instalações elétricas devem estar fixadas, tais como eletrodutos e pontos de luz. As caixas devem estar protegidas de forma a evitar o seu total preenchimento de gesso.

Logo após todas as condições necessárias serem conferidas e estarem de acordo com os requisitos, é preciso produzir o gesso que será aplicado nas alvenarias internas em questão. Diferentemente das argamassas de assentamento de alvenaria, chapisco interno e externo e emboço interno e externo, o gesso deverá ser produzido no seu próprio pavimento de aplicação, isso fará com que não ocorram quaisquer imprevistos que comprometam a qualidade do produto, tendo em vista que o gesso é um material com um

tempo de pega menor em comparação aos demais tipos de argamassas.

Caso o estoque seja considerado no térreo, o fluxo envolve o transporte dos materiais até o pavimento de utilização. Também poderá ser considerado estoque no próprio pavimento, o que ocasionará no transporte apenas horizontalmente até a sua área de aplicação, quanto a isso, ficará a critério de cada obra na tomada de decisão e de verificação de espaço disponível dentro da construção.

Após o transporte e estoque dos materiais até o local definido para a área de preparo, os materiais são colocados em um recipiente e misturados até a obtenção de uma massa homogênea. Logo depois, a massa é transportada até a sua área de aplicação dentro do pavimento e o estuque é devidamente aplicado nas alvenarias.

O APÊNDICE F, representa o diagrama de fluxo do processo de gesso estuque, elaborado conforme o procedimento demonstrado anteriormente.

3.5 Pintura Interna

A pintura é considerada como a fase final dos acabamentos, esta atividade ocorre após a finalização da aplicação das devidas argamassas escolhidas, respeitando o seu tempo de cura e tratando possíveis patologias que possam vir a surgir.

Assim como os demais fluxos físicos na construção civil, é necessário atender às condições mínimas para o início dos serviços, neste caso, são elas:

a. Os revestimentos de paredes e tetos devem estar concluídos com uma antecedência mínima 30 dias;

b. Os revestimentos de piso também devem estar concluídos, bem como rodapés e alisares, exceto quando o revestimento for piso laminado, rodapés de piso laminado, carpetes, rodapés e alisares com o conceito de “prontos”, que serão executados após a pintura para que não ocorram prejuízos e coloquem em risco a qualidade do material.

Após o cumprimento dos requisitos mínimos de iniciação da tarefa em questão, é necessário transportar os materiais necessários: selador, massa corrida e a tinta, para o pavimento de aplicação. Posteriormente após o transporte dos materiais e o estoque dos insumos na sua área de aplicação, o procedimento executivo é inicializado e varia de obra para obra, tendo em vista que a execução de uma tarefa depende muito das condicionantes locais.

Antes da aplicação de qualquer produto na alvenaria, é necessário realizar a retirada de imperfeições presentes e o pó da superfície das paredes e/ou teto. Após a retirada, é necessário aplicar uma demão de selador acrílico sobre a superfície. Em seguida, aplicar aproximadamente duas demãos cruzadas de massa corrida PVA, é necessário considerar o lixamento entre as demãos e a massa, sempre removendo o pó proveniente do lixamento da superfície.

Após a aplicação da massa corrida sob a superfície, é válido ressaltar a necessidade de verificação de possíveis imperfeições para dar retoques com a massa corrida PVA, também é necessário lixar todos os retoques que forem dados. Concluir o processo com mais duas demãos de tinta, podendo esta ser de látex, acrílica ou PVA

No APÊNDICE G, temos o diagrama de fluxo do processo de pintura interna.

3.6 Pintura Externa

A pintura é a fase final dos acabamentos, esta atividade ocorre após a finalização da aplicação das devidas argamassas escolhidas, respeitando o seu tempo de cura e tratando possíveis patologias que possam vir a surgir.

Assim como os demais fluxos físicos na construção civil, é necessário atender às condições mínimas para o início dos serviços, neste caso, são elas:

a. Os revestimentos devem estar concluídos com antecedência mínima de 30 dias;

b. Os equipamentos de pintura de fachada, como por exemplo, andaimes e fachadeiros,

devem estar montados e prontos para serem utilizados.

Após o cumprimento dos requisitos mínimos de iniciação da tarefa em questão, é necessário transportar os materiais necessários: selador, massa acrílica e a tinta, para o transporte vertical aonde ficarão dispostos para aplicação na fachada. Posteriormente após o transporte dos materiais e o estoque dos insumos na sua área de aplicação, o procedimento executivo é inicializado e varia de obra para obra, tendo em vista que a execução de uma tarefa depende muito das condicionantes locais.

Primeiramente, é necessário lixar a superfície e depois retirar a poeira proveniente do lixamento. Após isso, é necessário aplicar uma demão de selador acrílico. Com o selador sob a superfície, aplicar aproximadamente três demãos de massa acrílica, é muito importante que entre uma demão e outra, ocorra o lixamento da superfície para que o nivelamento fique perfeito. Depois da aplicação da massa acrílica, é necessário aplicar de três a quatro demãos de tinta.

No APÊNDICE H, temos o diagrama de fluxo do processo de pintura externa.

4. Considerações finais

Nas seções anteriores foram apresentados os fluxos físicos elaborados durante este trabalho. Os procedimentos executivos adotados foram baseados nas experiências dos autores, podendo sofrer alterações dependendo das condicionantes locais e climáticas do empreendimento.

É válido ressaltar que o modelo criado para análise e devida gestão dos fluxos físicos, foram feitos através de avaliações em obras verticais, identificando os caminhos da sequência de atividades críticas e que comprometem o planejamento final.

Os fluxos físicos podem ser feitos não tão somente para as atividades críticas, como para todas as atividades que fazem parte da construção civil de forma geral, a escolha da elaboração dos fluxos físicos das atividades

que sequenciam o caminho crítico, foi apenas uma delimitação para o objeto de estudo deste trabalho.

As análises desses fluxos possibilitam diferentes estudos e verificações de distintas variáveis que comprometem a melhor produtividade da equipe envolvida. Através da sua gestão, é possível identificar os melhores equipamentos a serem utilizados, os procedimentos mais eficazes de acordo com a disposição dos materiais e insumos e, também, é possível melhorar o grau de incerteza sobre a construção civil.

Com o desenvolvimento do trabalho, foi possível perceber facilmente que o setor de planejamento e controle de obras, no Brasil, ainda é um assunto muito pouco explorado.

Constatou-se que a utilização e aplicação dos fluxos físicos dentro e obras verticalizadas, geram ganhos enormes, tanto para a produtividade quanto para a qualidade do produto final. Foi comprovado o potencial das ferramentas utilizadas, tanto a elaboração dos fluxos como a aplicação da metodologia do estudo das variáveis destes fluxos, não só o seu potencial como também a transparência para indicar os pontos onde possíveis melhorias poderiam ser implementadas.

Verificou-se que a gestão dos fluxos físicos deve ser realizada de forma com que as decisões sejam observadas em diferentes níveis. Desde a fase de projeto, podem ser definidos elementos que poderão facilitar ou dificultar o desenvolvimento dos fluxos. É válido salientar que cada empreendimento possui particularidades nos seus fluxos, entretanto este estudo colabora com o pensamento crítico a respeito do assunto e representa ponto de partida para estudos futuros.

As diretrizes propostas para a gestão dos fluxos físicos em obras verticais, foram elaboradas visando a redução, ou até mesmo, a eliminação, de perdas que ocorrem no fluxo de produção, baseado no conceito da Construção Enxuta. Dessa forma, o estudo aprofundado dos fluxos de cada obra busca otimizar as atividades que não agregam valor,

melhorando a produtividade dos empreendimentos e melhorando resultados do setor.

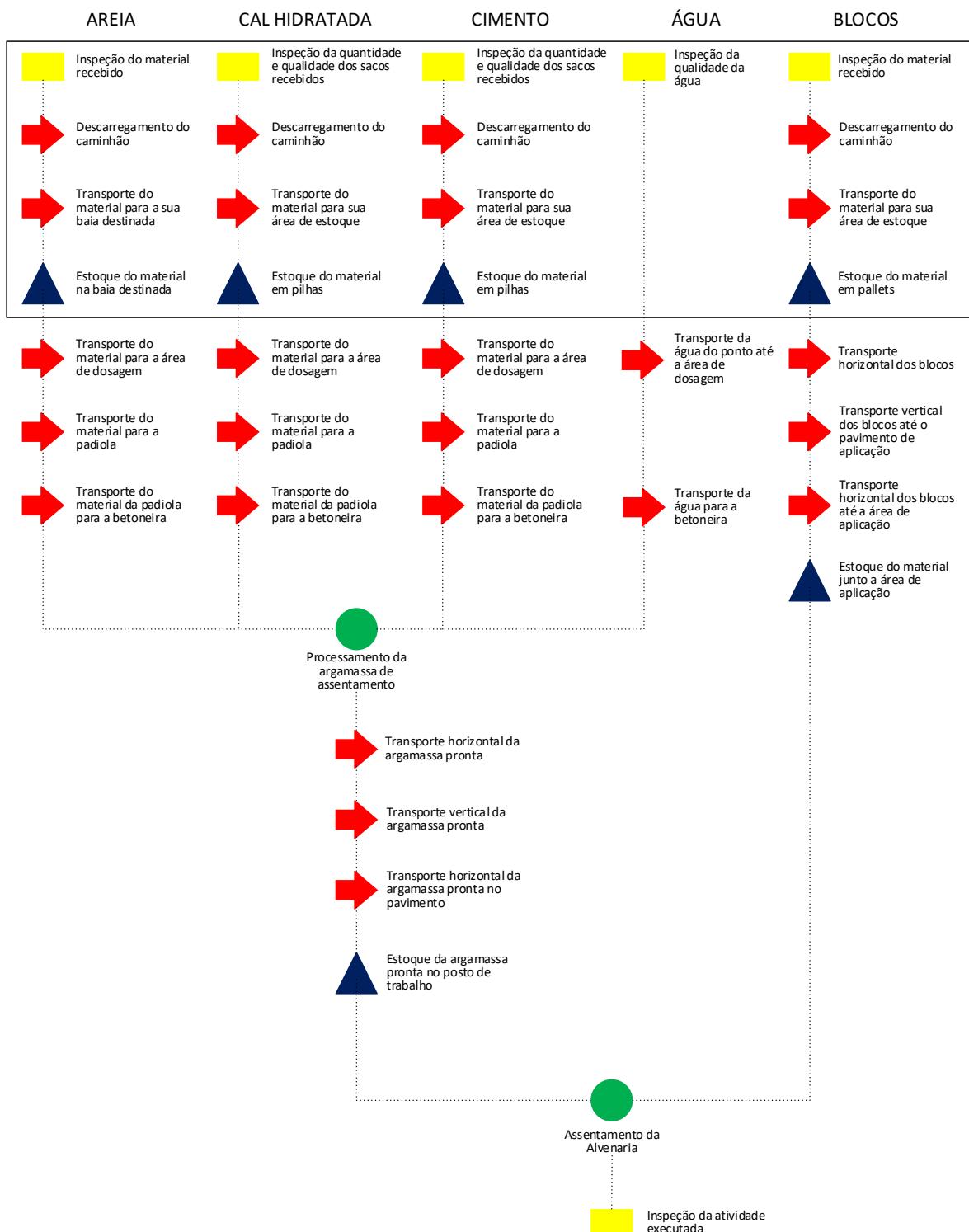
5. Referências

- [1] KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA: CIFE, 1992, p.75.
- [2] MATTOS, Aldo Dórea. *Planejamento e controle de obras*. Oficina de Textos, 2019.
- [3] ALÁRCON, L.F. *The importance of research to develop lean construction*. In: Seminário Internacional sobre Lean Construction, 2, 1997. São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo/ Logical Systems. Outubro, 1997.
- [4] KOSKELA, L. *Lean Production in Construction*. In: ALÁRCON, L. (Ed.) Lean Construction. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997, p.1-9.
- [5] KOSKELA, L.; *Management of production in construction: a theoretical view*. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 7, 1999, Berkeley, CA. University of California, 1999, p. 241-252.
- [6] SANTOS, A. *Método de Intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: Um estudo de caso*. Porto Alegre, 1995. p.150. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [7] SOIBELMAN, L. *As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle*. Porto Alegre, 1993, p.127 Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [8] BALLARD, G.; HOWELL, G. *Shielding Production: An essential step in production control*. Jurnal of Construction Engineering and Management, v.124, n.1, p.11-17, Jan-Fev., 1998.
- [9] BALLARD, G.; HOWELL, G. *Implementing Lean Construction: Stabilizing work flow*. In: ALÁRCON, L. (Ed.). Lean Construction. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997. p. 101-110.
- [10] LEE, S.H; DIEKMANN, J.E; SONGER, A.D; BROWN, H. *Identifying waste: applications of construction process analysis*. In: Annual Conference Of The International Group for Lean Construction, 7, 1999, Berkeley, CA. University of California, 1999.
- [11] ALVES, T. *Diretrizes para a Gestão de Fluxos Físicos em Canteiro de Obras: Proposta Baseada em um Estudo de Caso*. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- [12] MAIA, A.C.; SOUZA, U.E.L. *Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios: Fase Criativa*. Boletim Técnico EPUSP/PCC. 2003.
- [13] ISHIWATA, J. *IE for the shop floor: productivity through process analysis*. Portland: Productivity Press, 1991.
- [14] DIAS, M.A.P. *Administração de Materiais: Uma abordagem logística*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- [15] SHINGO, S. *Sistemas de Produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

6. Anexos e Apêndices

APÊNDICE A

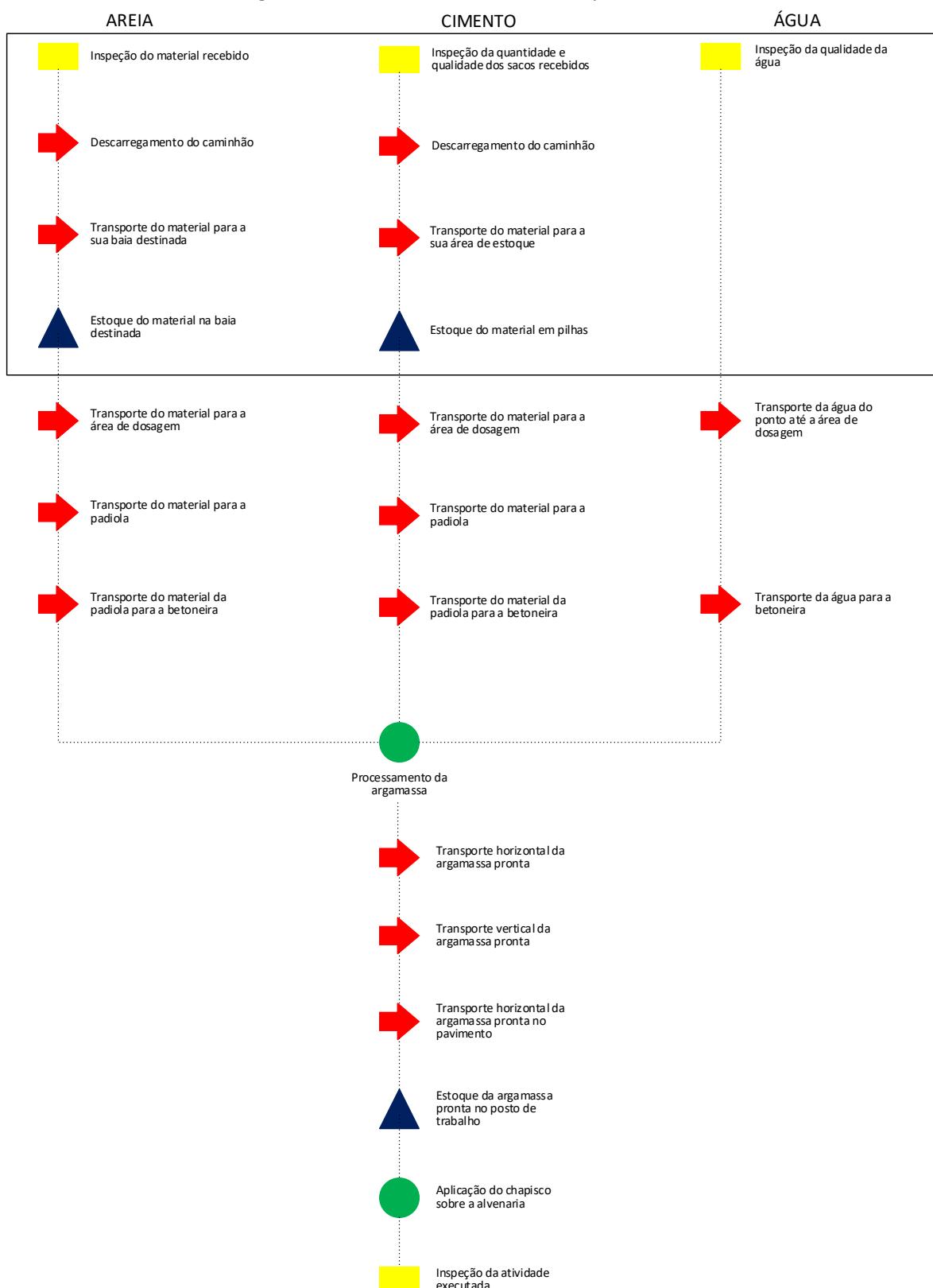
Diagrama de Fluxo do Processo de Assentamento de Alvenaria



Fonte: Autores

APÊNDICE B

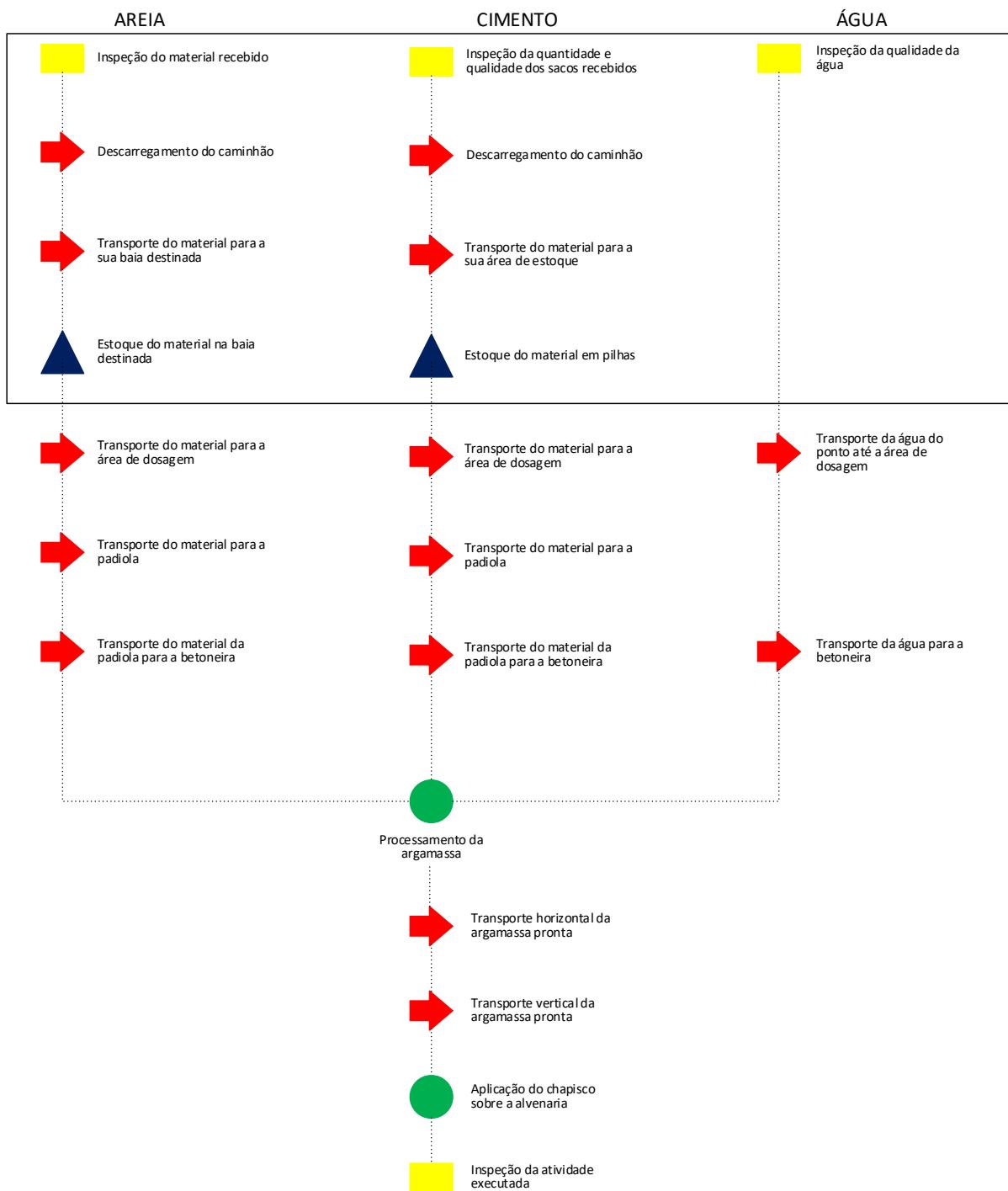
Diagrama de Fluxo do Processo de Chapisco Interno



Fonte: Autores

APÊNDICE C

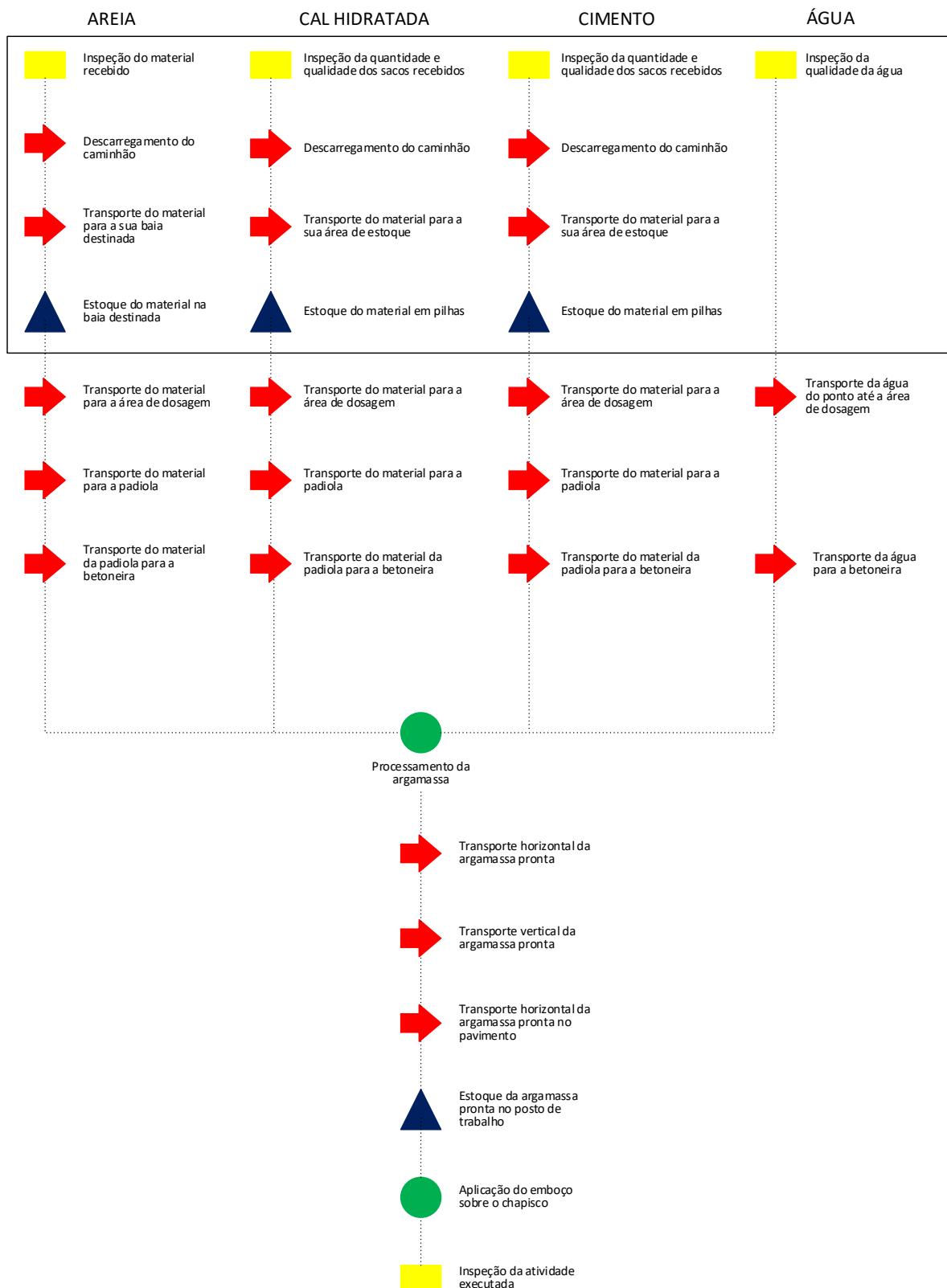
Diagrama de Fluxo do Processo de Chapisco Externo



Fonte: Autores

APÊNDICE D

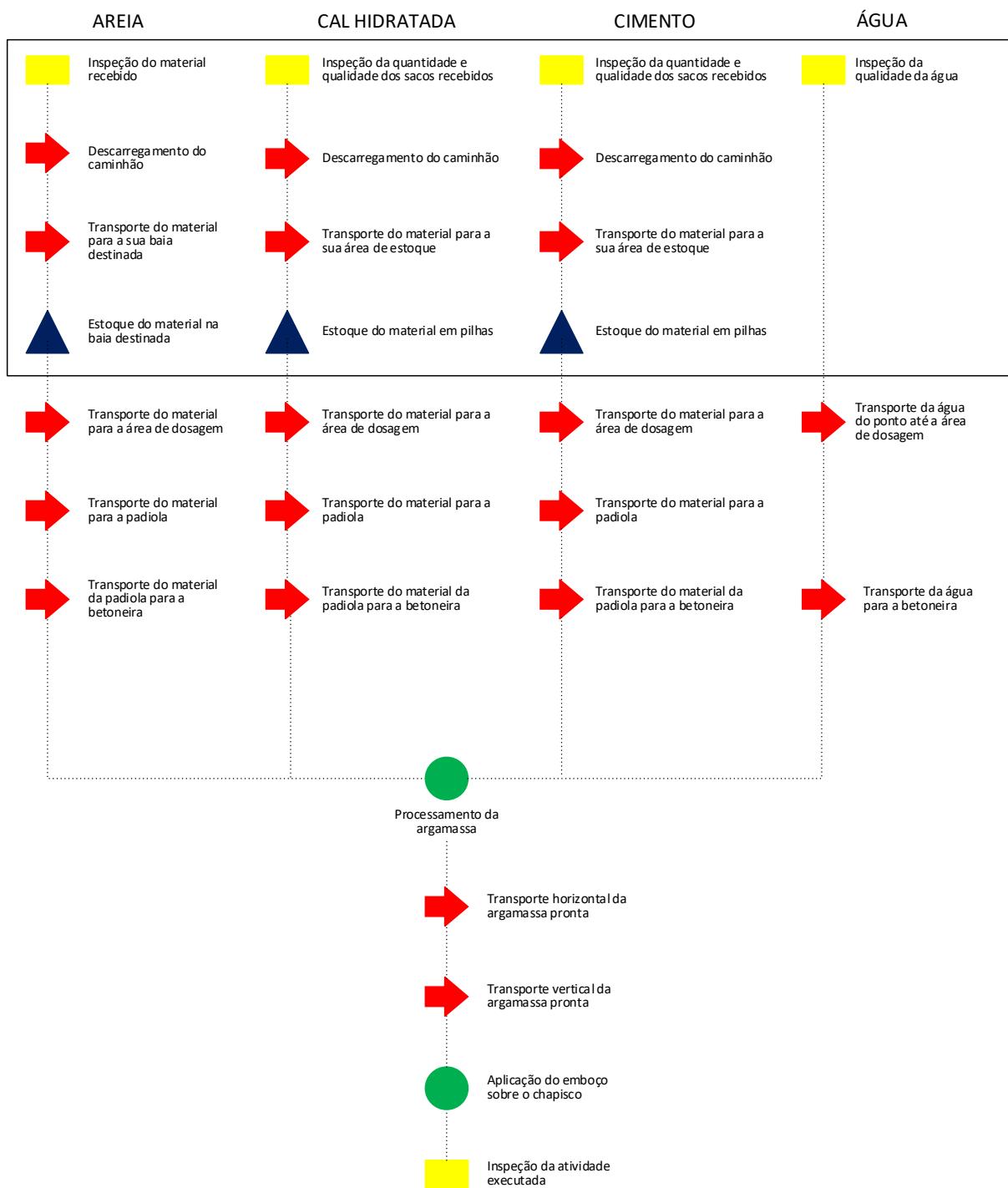
Diagrama de Fluxo do Processo de Emboço Interno



Fonte: Autores

APÊNDICE E

Diagrama de Fluxo do Processo de Emboço Externo



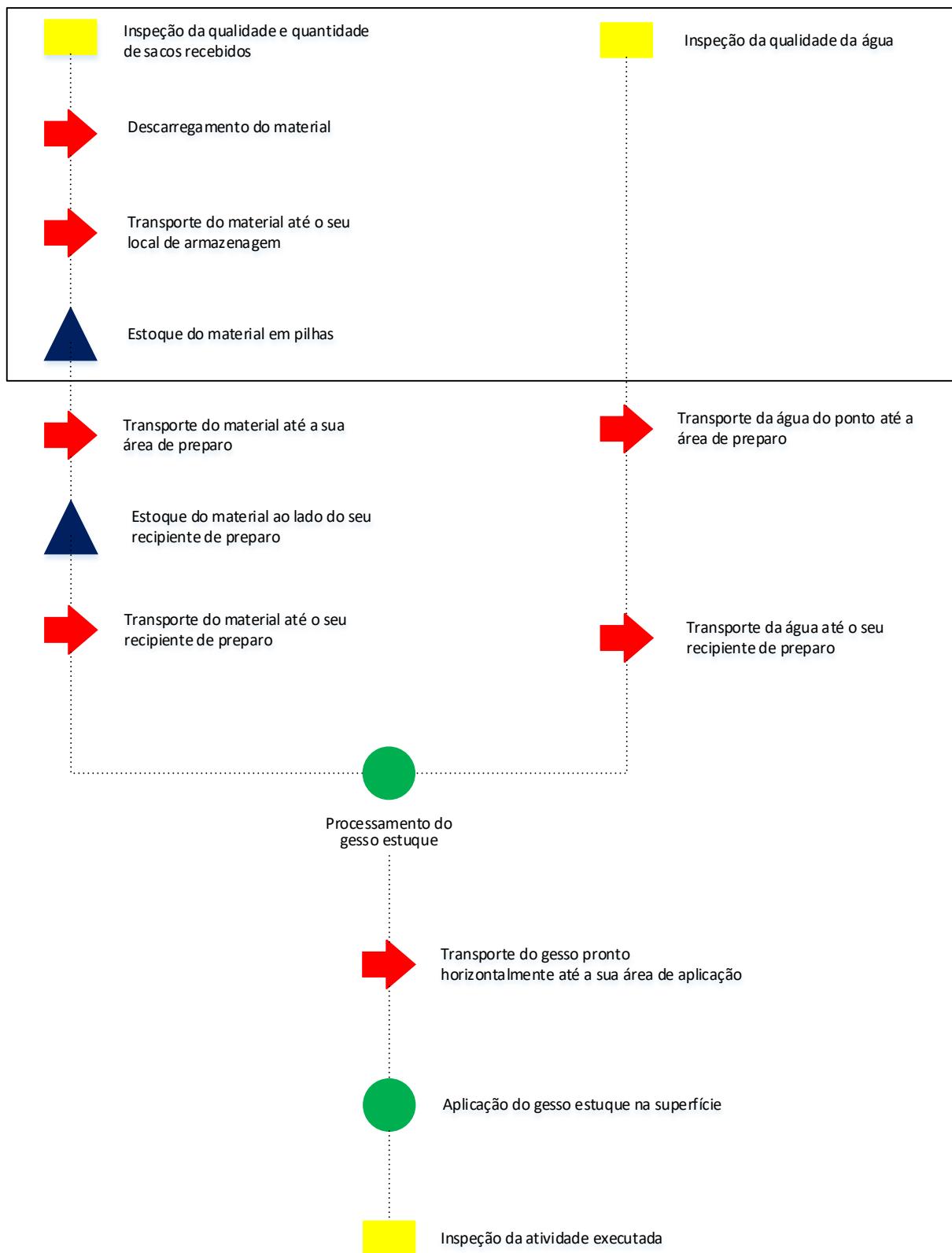
Fonte: Autores

APÊNDICE F

Diagrama de Fluxo do Processo de Gesso Estuque

GESO

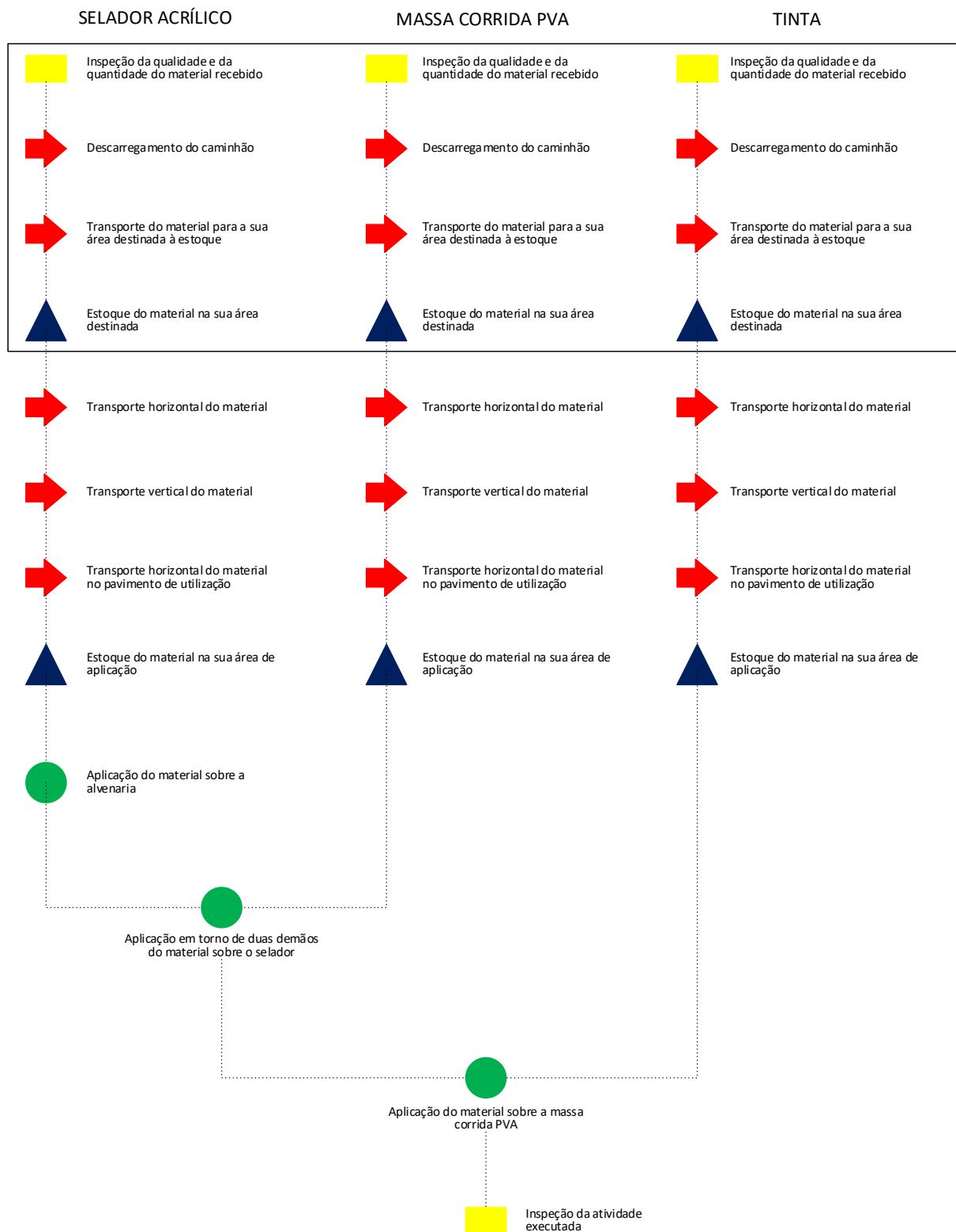
ÁGUA



Fonte: Autores

APÊNDICE G

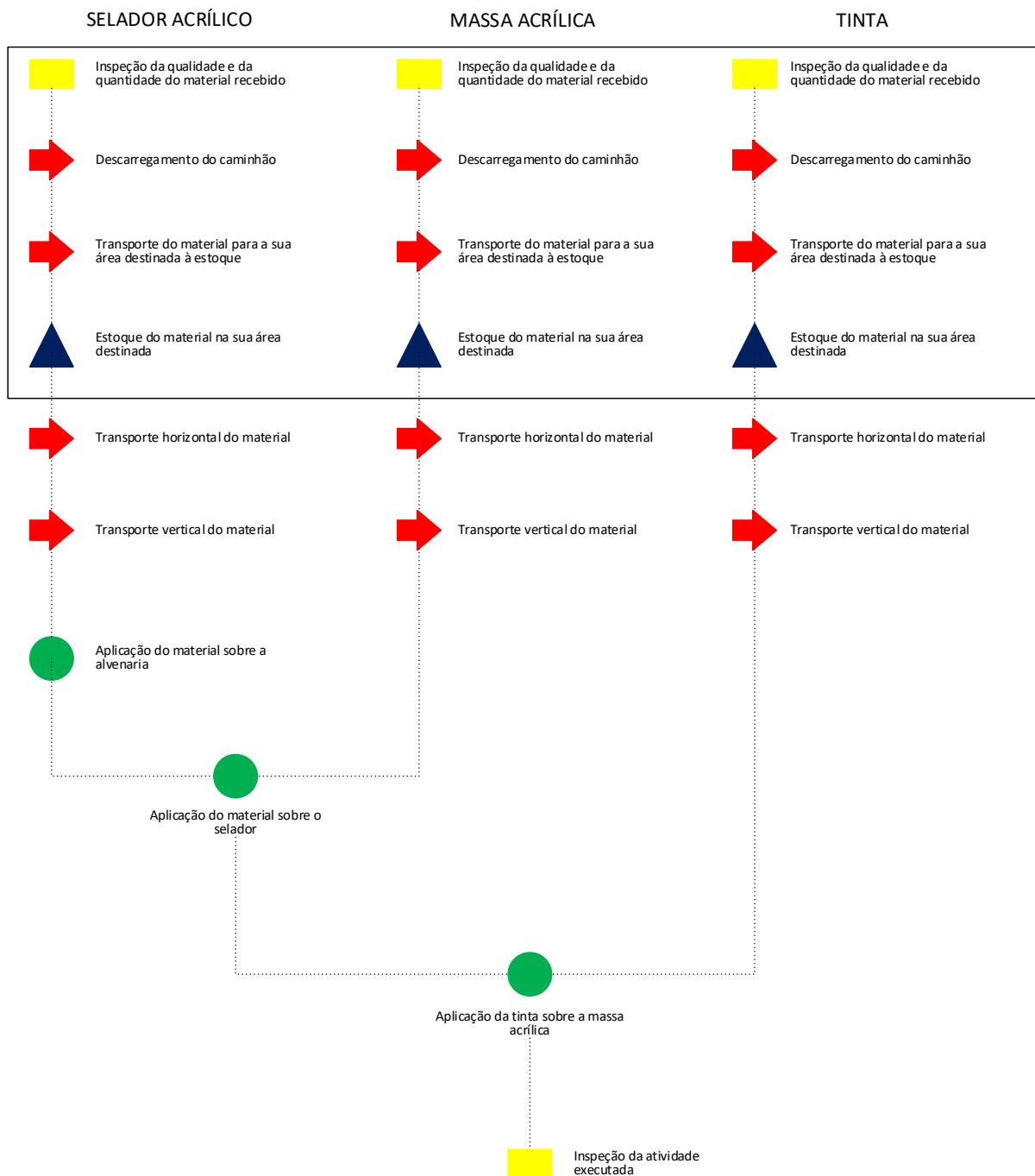
Diagrama de Fluxo do Processo de Pintura Interna



Fonte: Autores

APÊNDICE H

Diagrama de Fluxo do Processo de Pintura Externa



Fonte: Autores



Revista Boletim do Gerenciamento

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

Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Conselho Editorial:

Assed Naked Haddad, D. Sc., UFRJ, Brasil.
Darcy Prado, PhD., Brasil
Humberto Varum, D. Sc., FEUP, Portugal
João Carlos Gonçalves Lanzinha, D. Sc., UBI, Portugal
João Castro Gomes, D. Sc., UBI, Portugal
José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc., UFF, Brasil
Vasco Manuel A. Peixoto de Freitas, D. Sc., FEUP, Portugal

Comitê Editorial:

Ahmed W. A. Hammad, D.Sc. Austrália
Americo Pinto, D.Sc. Brasil
Bruno Barzellay, D.Sc. UFRJ, Brasil
Carina Mariane Stoltz, D.Sc. UFRJ, Brasil
Claudia Garrido Martins, D.Sc. UNCC, EUA
Diego André Vasco Calle, D.Sc. Usach, Chile
Dieter Thomas Bauer, D.Sc. URV, Espanha
Elaine Garrido Vazquez, D.Sc. UFRJ, Brasil
Elton Bauer, D.Sc. UnB, Brasil
Leandro T. Di Gregório, D.Sc. UFRJ, Brasil
Liane Flemming, D.Sc. Brasil

Luiz Otávio C. de Araujo, D.Sc. UFRJ, Brasil
Lysio Séllos da Costa Filho, D.Sc., Brasil
Marcos Barreto, D.Sc. UFRJ, Brasil
Maria Alice Ferruccio, D.Sc. UFRJ, Brasil
Mayara Amario, D.Sc. UFRJ, Brasil
Mohammad Najjar, D.Sc. UFRJ, Brasil
Renata Gonçalves Faísca, D.Sc. UFF, Brasil
Raphael Albergarias, IPMA, D.Sc. Brasil
Ricardo Viana Vargas, PhD., UFF, Brasil
Sheila Mara B. Serra, D. Sc. UFSCar, Brasil
Vivian W. Y. Tam, PhD. WSU, Austrália

Jornalista Responsável, edição e diagramação:

Denise S. Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

Periodicidade da Publicação

Semestral