



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



Mariana Luísa Mares Ferreira

Análise da produtividade de pintura em contratos de
manutenção civil em áreas industriais: estudo de caso aplicado
a uma unidade industrial do setor de mineração

Ouro Preto

2026

Mariana Luísa Mares Ferreira

Análise da produtividade de pintura em contratos de
manutenção civil em áreas industriais: estudo de caso aplicado
a uma unidade industrial do setor de mineração

Trabalho Final de Curso apresentado como
parte dos requisitos para obtenção do Grau de
Engenheiro Civil na Universidade Federal de
Ouro Preto.

Área de concentração: Materiais e
componentes de construção

Orientador: Prof. Dr. Keoma Defáveri do
Carmo e Silva

Coorientadora: M.a Elaine Ferreira de Oliveira

Ouro Preto

2026



FOLHA DE APROVAÇÃO

Mariana Luísa Mares Ferreira

Análise da produtividade de pintura em contratos de manutenção civil em áreas industriais: estudo de caso aplicado a uma unidade industrial do setor de mineração

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil

Aprovada em 27 de julho de 2026

Membros da banca

Prof. Dr. Keoma Defáveri do Carmo e Silva - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
Ma. Elaine Ferreira de Oliveira - Coorientadora
Ma. Marialaura Herrera Rosas (Universidade Federal de Ouro Preto)
Ma. Sheila Bárbara Ferreira Silva (Universidade Federal de Ouro Preto)

Prof. Dr. Keoma Defáveri do Carmo e Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 31/07/2026



Documento assinado eletronicamente por **Keoma Defaveri do Carmo e Silva**, **PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 31/07/2026, às 10:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1150380** e o código CRC **AF31B2DD**.

"Não são nossas habilidades que mostram o que realmente somos... são nossas escolhas."

Alvo Dumbledore, em Harry Potter e a Câmara Secreta

Dedico este trabalho a todos que um dia acreditaram que o caminho seria difícil, mas nunca duvidaram de que valeria a pena. Cada obstáculo que enfrentei ao longo desta jornada me ensinou que a conquista mais importante não é apenas alcançar o objetivo, mas a força que descobrimos em nós mesmos para chegar até ele. Este trabalho é a prova de que persistência, dedicação e fé transformam qualquer dificuldade em conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, meu alicerce em todos os momentos desta jornada. Ao meu pai, Carlos Wilson Ferreira, e ao meu irmão, Thiago Ferreira, que sempre foram meu suporte, agradeço pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e pela compreensão nos momentos em que a dedicação a este trabalho exigiu ausência e renúncia. Vocês foram a base que me sustentou desde o início do curso até a conclusão deste TCC.

Ao meu orientador, professor Keoma, pela dedicação, paciência e pelas valiosas orientações que contribuíram de forma decisiva para o desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência e seu olhar crítico foram fundamentais para que esta pesquisa alcançasse a qualidade que tem hoje. À minha coorientadora e colega de trabalho, mestre Elaine Ferreira, pelo acompanhamento próximo, pelas contribuições técnicas e pela motivação constante para aprimorar cada etapa da pesquisa. Sua disponibilidade em compartilhar conhecimento, mesmo em meio à rotina intensa do trabalho, fez toda a diferença.

Registro também minha profunda gratidão à empresa em que atuo, pela oportunidade de aplicar na prática o estudo desenvolvido, disponibilizando dados, informações e suporte essenciais para a realização desta pesquisa. Foi essa oportunidade que tornou possível transformar uma vivência profissional em conhecimento acadêmico. Aos meus colegas de trabalho, agradeço pela parceria diária, pela troca constante de conhecimento e pela disposição em ajudar sempre que precisei de dados, esclarecimentos ou apenas de um outro olhar sobre os resultados encontrados. Vocês fizeram parte da construção deste trabalho tanto quanto os livros e as referências que consultei.

Aos meus amigos, obrigada por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis desta jornada, pela paciência com as ausências, pelas palavras de incentivo nos dias de cansaço e por acreditarem em mim mesmo quando eu mesma duvidava. Ter vocês por perto tornou esse caminho mais leve. A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo minha sincera gratidão.

RESUMO

A produtividade em serviços de pintura executados em contratos de manutenção civil industrial pode variar conforme o método executivo, o tipo de superfície, o acesso à frente, a disponibilidade da área, a composição da equipe e a forma de registro das horas trabalhadas. Este trabalho tem como objetivo analisar a aderência entre a produtividade real de serviços de pintura e os parâmetros de referência de Composição de Preço Unitário (CPU) e da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), a partir de um estudo de caso aplicado aos serviços de manutenção civil de uma unidade industrial do setor de mineração. A pesquisa caracteriza-se como estudo de caso único, de abordagem qualitativo-quantitativa, tendo como base a análise documental de registros internos de produtividade, Relatórios Diários de Obra (RDOs) e Planilha de HH, referentes a cinco frentes de pintura executadas entre junho e agosto de 2025: pintura de alvenaria externa, pintura de estrutura metálica, pintura de estrutura metálica com compressor e pintura de sinalização horizontal, esta última executada por equipe ampliada de quatro pintores e dois sinaleiros, por exigência normativa de segurança viária. Para a análise, foi desenvolvido o Índice de Aderência Produtiva (IAP), calculado pela razão entre os índices previstos e os índices reais observados em campo. Os resultados indicaram que, em todas as cinco frentes, o índice real foi inferior ao previsto em CPU e em TCPO, com reduções de consumo de horas que variaram entre 60% e 97%. O método executivo mostrou-se o fator de maior peso identificado: a aplicação com compressor reduziu em 65% o consumo de horas por metro quadrado em relação à aplicação convencional com rolo na pintura de estrutura metálica. Identificou-se ainda que valores muito elevados do IAP, como o observado na pintura de sinalização horizontal, não indicam necessariamente ganho real de eficiência, mas sim inconsistências na base de referência utilizada e na contabilização do número de equipes mobilizadas, o que reforça a necessidade de padronização dos critérios de medição antes de qualquer comparação entre frentes. Conclui-se que os índices de CPU e de TCPO, embora necessários para orçamento e medição contratual, não capturam isoladamente as condições reais de execução, e que um histórico interno de produtividade, organizado por tipo de serviço e por frente, é o instrumento mais adequado para apoiar decisões de dimensionamento de equipe, escolha de método executivo e programação de futuros serviços de manutenção civil.

Palavras-chave: produtividade; pintura industrial; manutenção civil; índice de aderência produtiva..

ABSTRACT

Productivity in painting services performed under industrial civil maintenance contracts may vary according to the execution method, type of surface, access to the work front, area availability, crew composition, and the way working hours are recorded. This study aims to analyze the adherence between the actual productivity of painting services and the reference parameters of Unit Price Composition (CPU) and the Brazilian reference table for construction cost estimation (TCPO), based on a case study applied to the civil maintenance services of an industrial unit in the mining sector. The research is characterized as a single case study with a qualitative-quantitative approach, based on documentary analysis of internal productivity records, Daily Work Reports (RDOs), and labor-hour spreadsheets, covering five painting work fronts executed between June and August 2025: external masonry painting, steel structure painting, compressor-assisted steel structure painting, and horizontal road-marking painting, the latter carried out by an enlarged crew of four painters and two flaggers, as required by road-safety regulations. A Productivity Adherence Index (IAP) was developed for the analysis, calculated as the ratio between the predicted and the actual indices observed in the field. The results showed that, across all five work fronts, the actual index was lower than predicted by both CPU and TCPO, with reductions in labor-hour consumption ranging from 60% to 97%. The execution method proved to be the most influential factor identified: compressor-assisted application reduced labor-hour consumption per square meter by 65% compared to conventional roller application in steel structure painting. It was also found that very high IAP values, such as the one observed for horizontal road-marking painting, do not necessarily indicate a real efficiency gain, but rather inconsistencies in the reference base used and in accounting for the number of crews mobilized, reinforcing the need to standardize measurement criteria before comparing work fronts. The study concludes that CPU and TCPO indices, although necessary for budgeting and contractual measurement, do not by themselves capture the real conditions of execution, and that an internal productivity history, organized by service type and work front, is the most suitable tool to support decisions on crew sizing, execution method selection, and the scheduling of future civil maintenance services.

Keywords: productivity; industrial painting; civil maintenance; productivity adherence index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - fatores que influenciam a produtividade da pintura em manutenção civil industrial	27
Figura 2- – índice de aderência produtiva (iap-cpu e iap-tcpo) por frente	41
Figura 3– índice de aderência produtiva (iap-cpu e iap-tcpo) por frente	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– comparação entre contrato tradicional e contrato com controle por desempenho...	20
Tabela 2- critério de interpretação do índice de aderência produtiva.....	33
Tabela 3 – comparação entre cpu, tcpu e produtividade real nos serviços de pintura.....	38
Tabela 4- comparação entre cpu, tcpu e produtividade real (h/m ²)	40
Tabela 5 - índice de aderência produtiva dos serviços de pintura	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- BIM – Building Information Modeling;
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito;
- CPU – Composição de Preço Unitário;
- HH – Homem-hora;
- IAP – Índice de Aderência Produtiva;
- MTBF – Mean Time Between Failures (tempo médio entre falhas);
- MTTR – Mean Time to Repair (tempo médio de reparo);
- NR – Norma Regulamentadora;
- RDO – Relatório Diário de Obra;
- RUP – Razão Unitária de Produção;
- SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil;
- SLA – Service Level Agreement (acordo de nível de serviço);
- TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1.	OBJETIVO	14
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.2.	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3.	ESTRUTURA DO TEXTO	15
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1.	MANUTENÇÃO CIVIL EM ÁREAS INDUSTRIAIS	16
2.2.	CONTRATOS DE MANUTENÇÃO CIVIL	17
2.3.	SERVIÇOS DE PINTURA	20
2.4.	SERVIÇOS DE PINTURA INDUSTRIAL.....	21
2.5.	PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA	22
2.6.	INDICADORES E FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE.....	24
2.7.	PLANEJAMENTO, MEDIÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	27
3.	METODOLOGIA.....	29
3.1.	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	29
3.2.	DADOS E MÉTODOS.....	29
3.3.	ETAPAS DA PESQUISA	29
3.4.	COLETAS E ANÁLISE DE DADOS	30
3.5.	CRITÉRIOS DE ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE	31
3.6.	CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ANALISADOS	34
3.7.	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	34
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO INDUSTRIAL	36

4.2.	DADOS DE PRODUTIVIDADE DE PINTURA.....	37
4.3.	ÍNDICE DE ADERÊNCIA PRODUTIVA DOS SERVIÇOS DE PINTURA.....	42
4.4.	FATORES QUE IMPACTAM A PRODUTIVIDADE	45
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
5.1.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	49
6.	REFERENCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

A manutenção civil em áreas industriais envolve atividades contínuas de conservação, recuperação e adequação de edificações, acessos, pavimentos, estruturas metálicas, áreas de apoio, sinalização e demais elementos físicos necessários ao funcionamento da operação. Essas atividades se inserem na lógica de preservação do desempenho dos ativos ao longo de sua vida útil, evitando a perda de capacidade funcional decorrente do desgaste de sistemas e componentes (ABNT NBR 5674, 2012), e no planejamento estratégico de como os ativos físicos contribuem para os objetivos organizacionais, considerando o equilíbrio entre desempenho, custo e risco (ISO 55000, 2014).

Em uma unidade industrial, contudo, esses serviços não ocorrem em ambiente isolado: eles precisam ser executados em áreas produtivas, com regras de segurança, restrições de acesso, necessidade de liberação de frentes, interferências operacionais e dependência de recursos como mão de obra, materiais e equipamentos, condições que não aparecem de forma explícita em índices de produtividade genéricos, mas que influenciam diretamente o tempo de execução dos serviços de manutenção (XENOS, 1998). Por isso, a produtividade da manutenção civil não pode ser analisada apenas como resultado da velocidade de execução da equipe, mas como consequência da interação entre as características do objeto de trabalho e as condições do contexto em que o serviço é realizado (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

Dentre os serviços que compõem a manutenção civil industrial, a pintura ocupa posição de destaque. Para além de sua função estética, a pintura atua como sistema de proteção contra corrosão em estruturas metálicas, contribui para a conservação de alvenarias e cumpre função normativa em elementos de sinalização horizontal e vertical (ABNT NBR 15156, 2004; ISO 12944, 2018). A execução adequada da pintura industrial depende de etapas técnicas específicas: preparação de superfície, controle de espessura de película, intervalo entre demãos e condições ambientais de aplicação, que impactam diretamente o tempo de execução e, consequentemente, sua produtividade (ABRACO, 2018).

A mensuração da produtividade da mão de obra na construção civil é tradicionalmente realizada por meio da Razão Unitária de Produção (RUP), indicador que relaciona o esforço de mão de obra, expresso em homens-hora, à quantidade de serviço executada (SOUZA, 2006). Esse indicador é amplamente utilizado tanto na elaboração de orçamentos, por meio de Composições de Preço Unitário (CPU), quanto na comparação com referências consolidadas

do setor, como a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) (GOLDMAN, 2004; PINI, 2017). No entanto, índices de referência são, por definição, valores médios construídos a partir de múltiplas obras e condições de execução, o que levanta a questão de até que ponto eles representam adequadamente a produtividade real obtida em uma frente de serviço específica (FERREIRA, 2017; THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

Essa questão é relevante porque os índices de produtividade influenciam diretamente a gestão de contratos de manutenção. Quando uma CPU considera determinado consumo de horas por metro quadrado, ela embute uma expectativa de rendimento da equipe contratada. Se o resultado real apresenta diferença significativa em relação a esse parâmetro, surge uma dúvida importante para a gestão contratual: a equipe foi mais produtiva que o previsto, a composição é conservadora, ou as condições específicas daquela frente de trabalho favoreceram ou prejudicaram o desempenho? A resposta a essa pergunta não pode ser obtida apenas pela observação do serviço concluído; ela exige análise dos dados de produção, das horas registradas e das características da execução (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; WEBER; LEITE, 2008).

Nos serviços de pintura, essa discussão torna-se ainda mais sensível porque o rendimento pode variar conforme o tipo de superfície, o método de aplicação, a preparação da base, a disponibilidade da área, o acesso à frente e a organização da equipe. A pintura de uma superfície de alvenaria ampla e liberada não apresenta necessariamente o mesmo comportamento produtivo que a pintura de uma estrutura metálica com detalhes, necessidade de lixamento, acesso restrito ou aplicação por compressor. Assim, comparar apenas o volume executado pode ocultar diferenças importantes entre as frentes analisadas (SANTOS, 2013).

Apesar da extensa literatura sobre produtividade em serviços estruturais como formas, armação e concretagem, a sistematização de dados de produtividade especificamente para serviços de pintura em contextos de manutenção civil industrial ainda é pouco explorada, o que dificulta a verificação prática da aderência entre os parâmetros contratuais e o desempenho real das equipes (ARAÚJO; SOUZA, 2001).

1.1. OBJETIVO

Analisar a aderência entre a produtividade real de serviços de pintura e os parâmetros de referência de CPU e TCPO, a partir de um estudo de caso aplicado aos serviços de manutenção civil de uma unidade industrial do setor de mineração.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar os índices de produtividade previstos em CPU e na TCPO para os serviços de pintura de alvenaria, estrutura metálica, aplicação com compressor e sinalização horizontal considerados no estudo.
- Coletar os índices reais de produtividade (h/m^2) obtidos em campo para cada um desses serviços, a partir dos registros de produção das frentes acompanhadas.
- Calcular o Índice de Aderência Produtiva (IAP) entre os índices previstos e os índices reais, identificando os casos de maior e menor aderência ao parâmetro contratual.
- Relacionar as diferenças de aderência encontradas a fatores de execução, como método de aplicação, tipo de superfície, condições de acesso e disponibilidade de frente de trabalho.
- Sistematizar os resultados obtidos em tabelas comparativas de índices e de IAP, de modo a servir de referência para o acompanhamento de futuros serviços de pintura.

1.2. JUSTIFICATIVA

A análise da produtividade de pintura em contratos de manutenção civil industrial justifica-se pela necessidade de verificar se os índices adotados no contrato correspondem ao rendimento efetivamente observado nas frentes de serviço. Em contratos baseados em composições de preço, a CPU orienta o consumo previsto de recursos, incluindo mão de obra e produtividade esperada. No entanto, quando aplicada a áreas industriais em operação, essa previsão pode se afastar do resultado real devido a fatores como acesso, liberação da frente, interferências operacionais, método executivo e características da superfície (GOLDMAN, 2004; REIS JÚNIOR, 2020).

A pesquisa também se justifica porque a produtividade da equipe contratada não deve ser avaliada apenas pela quantidade executada. Em serviços de pintura, é necessário relacionar

produção, tempo, método, equipe e condições da frente. Estudos sobre produtividade em pintura industrial destacam a importância de indicadores baseados em área e horas de trabalho para medir rendimento, comparar frentes e apoiar estimativas de prazo e custo. Além disso, fatores como organização do trabalho, qualificação da equipe, ergonomia e gargalos de processo podem interferir no desempenho da pintura, como apontado por Santos (2013).

Do ponto de vista prático, o estudo contribui para transformar registros de campo em informação gerencial. Ao organizar os dados por tipo de pintura, local e método executivo, torna-se possível construir um histórico de produtividade que apoie discussões sobre dimensionamento de equipes, escolha de equipamentos, programação de serviços e avaliação de aderência das composições contratuais em contextos de manutenção civil industrial, na linha do que recomendam Goldman (2004) e Mattos (2010) para o planejamento e o controle de custos e prazos na construção civil.

Do ponto de vista acadêmico, o trabalho contribui ao articular produtividade, manutenção civil industrial, contratos e pintura em um estudo de caso aplicado. O tema é relevante porque mostra que índices referenciais, embora necessários para orçamento e medição, precisam ser interpretados à luz das condições concretas de execução (FERREIRA, 2017; QI et al., 2024; THOMAS; YIAKOUMIS, 1987). Assim, o TCC não se limita a apresentar tabelas comparativas, mas busca compreender o significado das diferenças entre produtividade prevista e produtividade observada.

1.3. ESTRUTURA DO TEXTO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, contextualizando a manutenção civil industrial, a pintura como serviço de manutenção, a origem prática do problema, os objetivos e a justificativa da pesquisa. O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura, discutindo manutenção civil em áreas industriais, contratos de manutenção, pintura industrial, produtividade da mão de obra, indicadores e fatores que influenciam o rendimento. O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada, incluindo a classificação da pesquisa, as etapas do estudo, os procedimentos de coleta e análise dos dados, os critérios de cálculo e as limitações. O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões, com análise dos dados de produtividade de pintura e interpretação das diferenças entre CPU, TCPO e produtividade real. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais, reunindo os principais achados, as contribuições práticas e as limitações identificadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. MANUTENÇÃO CIVIL EM ÁREAS INDUSTRIAIS

A manutenção, em sentido amplo, pode ser definida como o conjunto de ações técnicas e administrativas destinadas a manter ou restabelecer um item em um estado no qual ele possa desempenhar a função requerida (TAVARES, 1999). Kardec e Nascif (2013) complementam essa definição ao destacar que a manutenção deixou de ser vista como uma atividade essencialmente reativa e passou a ser tratada como função estratégica, capaz de garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos ativos com o menor custo possível, em benefício da qualidade do produto ou serviço, da segurança e da preservação ambiental. Essa definição é ampla o suficiente para abranger tanto a manutenção de equipamentos e sistemas industriais quanto a manutenção civil, foco deste trabalho, entendida como o conjunto de intervenções voltadas à conservação, recuperação e adequação de elementos físicos, como edificações, pavimentos, acessos, estruturas metálicas, áreas administrativas, áreas de vivência, drenagens, pisos e sinalizações.

Quanto ao tipo, a manutenção costuma ser classificada em três categorias. A manutenção corretiva corresponde à intervenção realizada após a ocorrência de uma falha ou de um desgaste já manifesto, podendo ser planejada ou não planejada. A manutenção preventiva é executada em intervalos predefinidos, antes que a falha ocorra, com base em um planejamento periódico. Já a manutenção preditiva se apoia no monitoramento das condições reais do item, por meio de técnicas de acompanhamento e inspeção, para prever o momento mais adequado da intervenção (TAVARES, 1999; KARDEC; NASCIF, 2013). Tavares descreve a evolução histórica desses conceitos, que passaram de uma prática essencialmente corretiva para uma abordagem estratégica orientada por indicadores de disponibilidade e confiabilidade dos ativos, refletindo uma mudança de postura: a manutenção deixa de ser tratada como custo inevitável e passa a ser vista como atividade que agrega valor à operação.

No contexto industrial, a literatura técnica destaca particularidades que distinguem a manutenção industrial da manutenção predial convencional. Xenos (1998) discute a manutenção produtiva em ambientes industriais, ressaltando que a execução de serviços em plantas operacionais está condicionada a fatores como liberação de área, permissões de trabalho, isolamento de frentes e compatibilização com as rotinas de produção, elementos que não aparecem de forma explícita em índices de produtividade genéricos, mas que influenciam

diretamente o tempo de execução dos serviços de manutenção. Kardec e Nascif (2013) reforçam essa leitura ao afirmar que, em ambientes industriais, a manutenção deve ser planejada em consonância com a programação da produção, de modo que a disponibilidade dos ativos e das áreas de trabalho seja compatibilizada com as exigências operacionais da planta.

Essas categorias e conceitos também encontram correspondência normativa. A ABNT NBR 5674 (2012) organiza a manutenção predial sob a forma de um sistema de gestão voltado à preservação do desempenho das edificações ao longo do tempo, adotando a mesma classificação em corretiva, preventiva e preditiva, e estabelecendo a necessidade de planejamento, execução, controle e previsão orçamentária das atividades de manutenção, com mecanismos de inspeção periódica e registro histórico dos serviços executados.

A ISO 55000 (2014) amplia essa compreensão ao inserir os ativos físicos em uma lógica de ciclo de vida, risco, custo e valor para a organização. Segundo essa norma internacional, gerir ativos não significa apenas programar e executar ações corretivas ou preventivas isoladamente, mas planejar de forma estratégica como cada ativo contribui para os objetivos da organização ao longo de todo o seu período de uso, avaliando continuamente a relação entre desempenho, custo e exposição a risco. Nesse sentido, uma decisão de manutenção deixa de ser apenas técnica e passa a ser também uma decisão de gestão, que pondera o benefício da intervenção frente ao seu custo e ao risco de não realizá-la.

2.2. CONTRATOS DE MANUTENÇÃO CIVIL

Um contrato de manutenção civil pode ser definido, em sua essência, como um contrato de prestação de serviço, no qual uma das partes se obriga a prestar à outra certo trabalho mediante retribuição (BRASIL, 2002, art. 593), voltado à execução de atividades de conservação, recuperação ou adequação de um ativo físico, no qual se estabelecem o escopo do serviço, a forma de remuneração e a responsabilidade das partes. No direito brasileiro, esse tipo de ajuste costuma se enquadrar na figura da empreitada, prevista nos artigos 610 a 626 do Código Civil, podendo ser contratado por preço global, quando se define um valor certo e total para a execução do serviço, ou por preço unitário, quando a remuneração é calculada a partir de quantidades efetivamente executadas e de preços unitários previamente definidos (TISAKA, 2011). Essa segunda modalidade é a mais utilizada em contratos de manutenção civil industrial, justamente porque o volume de serviço tende a variar ao longo da vigência contratual, tornando difícil fixar previamente uma quantidade total precisa.

Os contratos de manutenção civil formalizam, assim, a execução de serviços de conservação e recuperação de ativos físicos. Tradicionalmente, esses contratos podem ser baseados em escopo, quantidade executada, horas trabalhadas ou preços unitários. Nesse modelo, o controle se concentra na medição física do serviço, com base em composições de custo que organizam os insumos, a mão de obra e o tempo previsto para cada atividade (GOLDMAN, 2004; MATTOS, 2010).

Weber e Leite (2008), ao discutirem contratação por desempenho em serviços de manutenção, mostram que modelos orientados por indicadores podem alinhar melhor os interesses entre contratante e contratada, na medida em que a remuneração e a avaliação do serviço passam a considerar resultados e critérios objetivos, e não apenas a verificação do serviço concluído. Linhares e Garcia (2004), em estudo sobre contratos de terceirização de manutenção industrial na modalidade risco, identificam fatores críticos de sucesso para esse tipo de contratação, como a definição clara de indicadores de desempenho, cláusulas de remuneração variável e mecanismos de acompanhamento conjunto entre contratante e prestadora de serviço.

Na manutenção industrial, indicadores de desempenho global como TMR (tempo médio de reparo), MTBF (Mean Time Between Failures, tempo médio entre falhas) e SLA (Service Level Agreement, acordo de nível de serviço) são amplamente utilizados para avaliar a eficiência da função de manutenção como um todo (XENOS, 1998; KARDEC; NASCIF, 2013). Esses indicadores, no entanto, são voltados à disponibilidade e à confiabilidade de equipamentos e sistemas, pois medem o tempo entre falhas e o tempo de restabelecimento de um ativo, e não o rendimento da mão de obra na execução de um serviço específico. Por essa razão, não são diretamente aplicáveis à medição da produtividade de serviços específicos de execução, como a pintura (KARDEC; NASCIF, 2013).

Goldman (2004) contribui para essa discussão ao destacar a importância das composições de custos e do controle físico-financeiro na construção civil. As Composições de Preço Unitário (CPU) são necessárias porque organizam recursos, insumos, mão de obra e produtividade esperada para a estimativa de um serviço. Contudo, uma composição não deve ser interpretada como valor fixo: ela representa uma referência de cálculo, construída a partir de premissas médias de execução (GOLDMAN, 2004; PINI, 2017). A literatura sobre produtividade na construção civil mostra que essa referência pode se afastar do rendimento real

quando há variações nas condições de execução, como restrições de acesso, interferências operacionais ou diferenças no método executivo empregado (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SANTOS, 2013).

A Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) cumpre função semelhante à da CPU, mas em escala de mercado: fornece produtividades mínima, média e máxima para os principais serviços da construção civil, com base em pesquisas contínuas realizadas pela editora responsável (PINI, 2017). Assim como a CPU, a TCPO é construída a partir de médias de diferentes obras e contextos, o que a torna uma referência útil para orçamento, mas sujeita a divergências quando confrontada com a execução de um serviço em condições específicas (FERREIRA, 2017; THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

Desse modo, a literatura sobre contratos e custos evidencia tanto a função quanto os limites desses parâmetros: CPU e TCPO são instrumentos necessários para orçamento e medição contratual, mas sua aderência à execução real depende de fatores que cada um desses referenciais, isoladamente, não captura por completo (FERREIRA, 2017; SANTOS, 2013).

Essas diferenças entre o modelo tradicional de contratação e o modelo orientado por desempenho, discutido acima a partir de Weber e Leite (2008), podem ser sintetizadas na Tabela 1, que evidencia que a principal diferença entre os dois modelos está na base de controle: enquanto o contrato tradicional mede o serviço pela quantidade executada, o contrato com controle por desempenho incorpora indicadores de resultado à medição. Essa mudança de base também altera o foco da gestão contratual, que passa do escopo físico para o desempenho operacional, e redistribui o risco entre as partes, tornando-o mais compartilhado. Essa lógica de acompanhamento por desempenho é o pano de fundo sobre o qual este trabalho constrói sua proposta de análise: comparar índices previstos de CPU e TCPO com a produtividade real de pintura equivale, em essência, a aplicar essa mesma lógica de controle por desempenho a um serviço específico de manutenção civil industrial.

Tabela 1– Comparação entre contrato tradicional e contrato com controle por desempenho

Aspecto	Contrato tradicional	Contrato com controle por desempenho
Base de controle	Quantidade executada	Resultado e indicadores
Foco	Escopo físico	Desempenho operacional
Medição	Volume de serviço	Volume + produtividade
Risco	Mais concentrado na contratante	Mais compartilhado

Fonte: Elaboração própria com base em Weber e Leite (2008).

2.3. SERVIÇOS DE PINTURA

A pintura pode ser definida, do ponto de vista técnico, como a aplicação de um revestimento sobre uma superfície, com a finalidade de protegê-la e, secundariamente, conferir-lhe acabamento estético (BAUER, 2019). Esse revestimento é obtido a partir da aplicação de uma tinta, produto composto essencialmente por pigmentos, veículo (ou resina), solventes e aditivos, cuja combinação determina as propriedades finais da película formada sobre o substrato, como aderência, dureza, flexibilidade e resistência (PETRUCCI, 1975; BAUER, 2019).

De modo geral, a pintura cumpre três funções principais. A primeira é a função protetora, ao formar uma barreira física entre o substrato e o meio, reduzindo a absorção de água em materiais porosos, retardando a degradação de superfícies e, no caso de metais, impedindo ou retardando processos de corrosão. A segunda é a função estética, relacionada à cor, ao brilho e ao acabamento visual da superfície pintada. A terceira reúne funções especiais, como identificação e sinalização, resistência ao fogo, propriedades autolimpantes ou antiestáticas, dependendo do tipo de tinta e da finalidade da aplicação (BAUER, 2019).

Tecnicamente, um esquema de pintura costuma ser composto por camadas com funções distintas: uma camada de fundo ou primer, responsável por preparar e aderir à superfície do substrato; uma ou mais camadas intermediárias, quando necessárias; e uma ou mais camadas de acabamento, responsáveis pela aparência final e pela proteção superficial. A escolha do

sistema de camadas depende do tipo de substrato, das condições de exposição e da finalidade da pintura (PETRUCCI, 1975; BAUER, 2019).

A execução de uma pintura, independentemente do contexto em que ocorre, depende de etapas técnicas que influenciam diretamente seu desempenho e sua durabilidade: a preparação da superfície, que remove sujeira, gordura, ferrugem ou película antiga e prepara o substrato para receber a tinta; o controle da espessura da película aplicada; o respeito ao intervalo de secagem entre demãos; e a atenção às condições ambientais de aplicação, como temperatura, umidade e ventilação (BAUER, 2019). Essas etapas técnicas, comuns a qualquer serviço de pintura, são também as que condicionam o tempo de execução do serviço e, conseqüentemente, sua produtividade, na medida em que compõem o conjunto de características do objeto de trabalho e do método executivo que, segundo o Modelo dos Fatores, interage com as condições do contexto de execução para determinar o rendimento obtido em campo (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

2.4. SERVIÇOS DE PINTURA INDUSTRIAL

Em áreas industriais, a pintura assume função técnica que ultrapassa o acabamento estético discutido na seção anterior. Ela contribui para a proteção de superfícies contra a corrosão, a conservação de estruturas metálicas e de alvenaria, a sinalização, a organização visual e a segurança operacional. A revista *Corrosão & Proteção* (2006), em edição dedicada à pintura industrial, reforça a relação entre pintura, proteção de superfícies e preservação de ativos, contribuição útil para justificar a relevância do serviço no contexto da manutenção civil.

A literatura técnica sobre pintura industrial costuma enfatizar aspectos de proteção, corrosão, preparação de superfície e desempenho do sistema de pintura (ABNT NBR 15156, 2015; ISO 12944, 2018). Segundo essas referências, um sistema de pintura industrial deve ser especificado considerando o ambiente de exposição, o tipo de substrato metálico ou de alvenaria, o grau de preparação de superfície exigido e a vida útil esperada do revestimento diante da agressividade do ambiente. Esses critérios técnicos são o que diferencia, na prática, a pintura industrial da pintura de edificações não industriais discutida na seção anterior: a exigência de proteção anticorrosiva mais rigorosa, muitas vezes aplicada sobre estruturas metálicas expostas a agentes químicos, radiação solar intensa e variações térmicas.

2.5. PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

A produtividade, em sentido amplo, pode ser definida como a relação entre os resultados obtidos em um processo produtivo e os recursos empregados para obtê-los, sendo um dos principais indicadores de eficiência de qualquer atividade econômica (SOUZA, 2006). Na construção civil, esse conceito assume relevância particular porque a mão de obra representa uma parcela significativa do custo direto de grande parte dos serviços, de modo que variações na produtividade impactam diretamente o prazo de execução, o custo da obra e a margem de resultado do contrato (MATTOS, 2010; GOLDMAN, 2004). Compreender e medir a produtividade da mão de obra é, portanto, condição necessária para o planejamento, o orçamento e o controle de qualquer serviço de construção ou manutenção civil, incluindo a pintura.

A produtividade da mão de obra na construção civil é tradicionalmente medida por meio da Razão Unitária de Produção (RUP), indicador que relaciona o esforço de mão de obra, expresso em homens-hora, à quantidade de serviço executada (SOUZA, 1996; SOUZA, 2006). Em serviços de pintura, essa relação pode ser expressa em m^2/h , m^2/HH ou h/m^2 . Cada indicador apresenta uma leitura distinta: enquanto m^2/h evidencia a quantidade produzida por unidade de tempo, h/m^2 mostra o tempo consumido para executar determinada área. Souza (2006) caracteriza ainda diferentes formas de cálculo da RUP, diária, cumulativa e potencial, cada uma adequada a um tipo de análise: a RUP diária permite acompanhar o desempenho dia a dia, a cumulativa consolida o período total da obra, e a potencial indica o melhor patamar de desempenho observado.

O significado desse indicador, no entanto, não se limita à comparação numérica entre o previsto e o executado. Thomas e Yiakoumis (1987), ao proporem o Modelo dos Fatores para produtividade na construção, demonstram que o índice de produtividade resulta da interação entre características do objeto de trabalho e características do contexto de execução — grupos de fatores detalhados na seção 2.6. Sob essa ótica, um valor de RUP não mede apenas o esforço da equipe, mas também as condições em que a produção ocorreu.

Essa distinção entre o que o índice mostra e o que ele efetivamente explica torna-se ainda mais relevante quando se observa que a literatura especificamente dedicada à pintura raramente aborda produtividade da mão de obra. A literatura técnica sobre pintura industrial costuma enfatizar aspectos de proteção, corrosão, preparação de superfície e desempenho do sistema de

pintura, com interesse voltado ao desempenho químico da tinta e à durabilidade do sistema aplicado, não ao rendimento da execução em campo. Essa lacuna também é reconhecida em nível mais amplo pela literatura de produtividade na construção civil: o Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil (SOUZA; MORASCO; RIBEIRO, 2017) constata que a maior parte dos estudos e referências disponíveis concentra-se em serviços estruturais, como formas, armação, concretagem e alvenaria, havendo menor sistematização de dados de produtividade para serviços de proteção e acabamento, como a pintura, especialmente em contextos de manutenção de ativos já em operação.

Ferreira (2017) reforça essa ressalva ao discutir os modelos de medição de produtividade aplicados à construção civil e seus problemas metodológicos. O autor demonstra que resultados publicados de produtividade frequentemente se baseiam em pressupostos que não consideram as variáveis específicas de cada processo construtivo, o que compromete comparações entre obras, empresas ou países, e frequentemente carecem de padronização nos critérios de coleta: se as horas produtivas, a quantidade executada, o número de trabalhadores ou o método de aplicação não forem registrados de modo consistente, a comparação entre diferentes frentes ou obras pode gerar interpretações equivocadas. Essa contribuição reforça a necessidade de tratar índices referenciais como CPU e TCPO como pontos de partida, e não como medidas definitivas de desempenho, sendo necessário confrontá-los com dados de campo específicos de cada frente de serviço.

Essa preocupação dialoga com Santos (2013), que, ao analisar a baixa produtividade no setor de pintura de uma indústria de transformação de plástico, demonstra que fatores organizacionais como layout, ergonomia, qualificação da mão de obra, motivação e gargalos de processo podem alterar o rendimento de um serviço de pintura sem que isso apareça imediatamente no índice numérico. Embora o setor estudado seja diferente da manutenção civil industrial, o trabalho evidencia que a produtividade da pintura não depende apenas do tempo direto de aplicação da tinta: ela é afetada por condições de trabalho, organização da frente e disponibilidade de recursos.

Aproxima-se também de Silva (2007), que discute a relação entre produtividade, qualidade e flexibilidade em uma linha de pintura automotiva e indica que o desempenho em pintura deve ser analisado em conjunto com qualidade e retrabalho: um indicador de produtividade alto pode mascarar perdas de qualidade que, no médio prazo, geram a necessidade de reexecução do

serviço. Essa perspectiva é importante porque evita interpretar produtividade apenas como velocidade: em serviços de manutenção civil, produzir mais rapidamente não significa necessariamente melhor desempenho se houver comprometimento do acabamento, da aderência, da durabilidade ou da conformidade técnica.

Em conjunto, essas contribuições sustentam que o índice de produtividade, qualquer que seja a unidade utilizada, funciona como uma pista inicial sobre o rendimento de uma frente de trabalho, mas não encerra sozinho a avaliação do serviço: Ferreira (2017) contribui com a discussão crítica sobre modelos de medição e padronização de critérios, Santos (2013) destaca os fatores organizacionais que influenciam o rendimento, e Silva (2007) alerta para a relação entre produtividade e qualidade. Essa articulação é consistente com o Modelo dos Fatores de Thomas e Yiakoumis (1987): é necessário observar não apenas o valor do índice, mas como o serviço foi organizado e em que condições foi executado.

Na manutenção civil industrial, essa distinção é particularmente relevante: uma frente pode apresentar alto rendimento porque contou com superfície contínua, área liberada, equipe experiente e método adequado, enquanto outra pode apresentar rendimento menor não por baixa capacidade da equipe, mas por restrições de acesso, necessidade de isolamento, paralisações, interferências operacionais ou maior complexidade da superfície (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SANTOS, 2013). Especificamente em serviços de pintura, a diferença de rendimento entre métodos executivos como pintura convencional e pintura com aplicação por compressor ilustra bem esse ponto: ela tende a refletir não apenas a velocidade intrínseca de cada técnica, mas as condições em que cada uma é executada, como área liberada, possibilidade de isolamento, geometria da superfície, segurança da aplicação e disponibilidade do equipamento (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SANTOS, 2013)

2.6. INDICADORES E FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE

A medição da produtividade de serviços de manutenção civil depende de indicadores capazes de relacionar o que foi previsto com o que foi efetivamente executado (GOLDMAN, 2004; SOUZA, 2006). Neste trabalho, três tipos de indicador cumprem essa função. O primeiro é a Razão Unitária de Produção (RUP), já apresentada na seção anterior, que expressa o esforço de mão de obra por unidade de serviço executado, geralmente em h/m² para os serviços de pintura analisados (SOUZA, 2006). O segundo são os índices de referência contratual e de mercado, representados pela Composição de Preço Unitário (CPU) e pela Tabela de

Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), que fornecem os parâmetros previstos contra os quais o desempenho real é comparado (GOLDMAN, 2004; PINI, 2017). O terceiro é o Índice de Aderência Produtiva (IAP), desenvolvido na metodologia deste trabalho, que sintetiza essa comparação em um único valor, indicando o grau de afastamento entre o índice previsto e o índice real observado em campo.

Esses indicadores são interdependentes: a RUP fornece o dado de campo, a CPU e a TCPO fornecem o parâmetro de referência, e o IAP relaciona os dois para produzir uma medida de aderência. Entretanto, nenhum desses indicadores é suficiente isoladamente para explicar por que a produtividade de uma frente foi maior ou menor que a esperada (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; FERREIRA, 2017; JIAN et al., 2025). Essa limitação motiva a segunda parte desta seção, dedicada aos fatores que influenciam a produtividade e que ajudam a interpretar as variações observadas nos indicadores.

Quando aplicadas à manutenção civil industrial, essas referências precisam ser analisadas com cautela. Serviços de manutenção não ocorrem em um ambiente totalmente controlado: a frente depende da operação, da disponibilidade de área, de permissões de segurança, de equipamentos de acesso e de condições climáticas (XENOS, 1998; TAVARES, 1999). Assim, o rendimento real pode se afastar da composição não apenas por desempenho da equipe, mas porque a condição de execução é diferente daquela considerada no parâmetro (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; FERREIRA, 2017; JIAN et al., 2025).

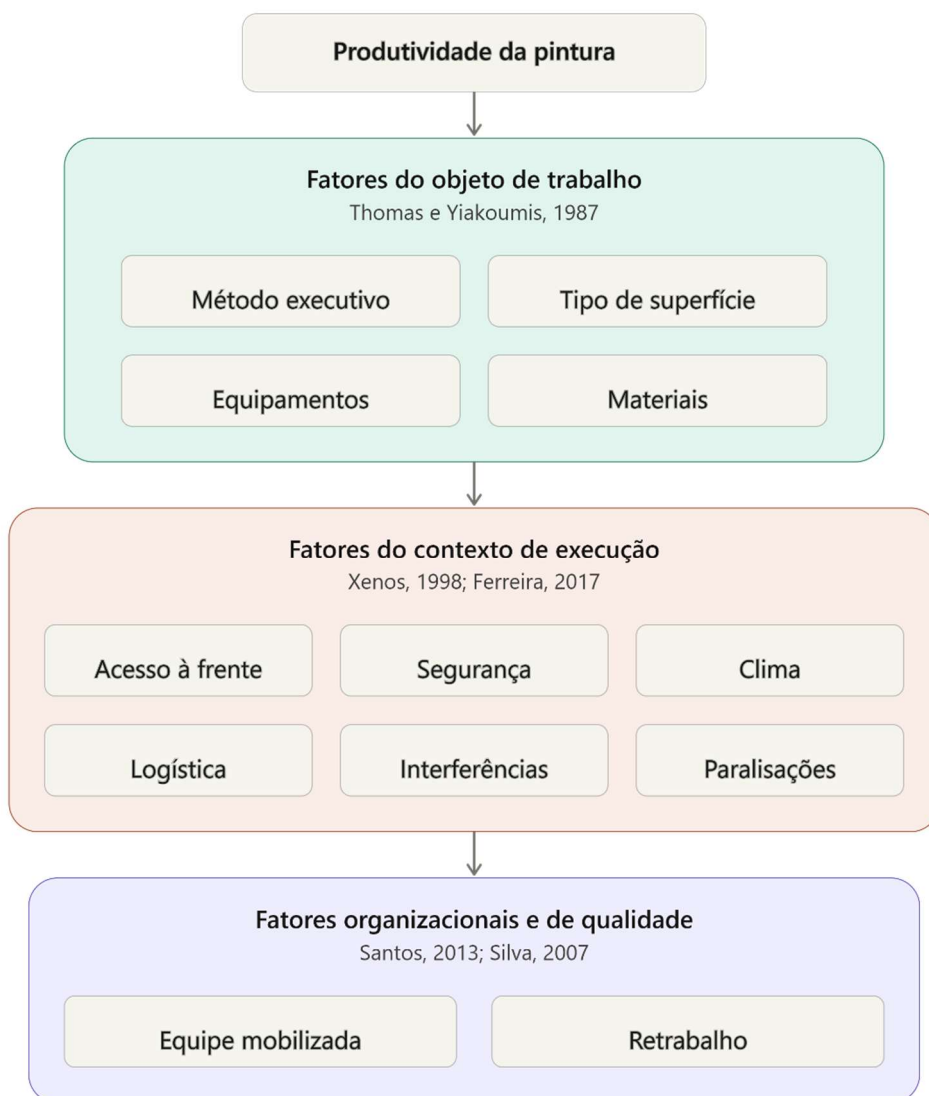
A confiabilidade dessa comparação depende diretamente da qualidade dos registros de campo. Planilhas de produtividade, Relatórios Diários de Obra (RDOs), registros fotográficos e dados de equipe não são apenas documentos administrativos: constituem a base para interpretar o comportamento real do serviço. Quando bem preenchidos, permitem relacionar produção, horas produtivas, equipe, local e observações de execução; quando incompletos, limitam a análise e podem transformar o indicador em um número sem explicação (MATTOS, 2010; SOUZA, 2006).

Mesmo com registros consistentes, algumas causas de variação podem permanecer fora do escopo do indicador numérico. Paralisações, retrabalho, restrições de acesso ou interferências operacionais nem sempre são capturados pela RUP isoladamente: o índice mostra o resultado, mas não explica sozinho por que ele ocorreu (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

A literatura consultada permite sintetizar os principais fatores que influenciam a produtividade de serviços de pintura em manutenção civil industrial, organizados em quatro grupos. O primeiro grupo reúne os fatores ligados ao objeto de trabalho, segundo o Modelo dos Fatores de Thomas e Yiakoumis (1987): o método executivo, o tipo de superfície e os materiais e equipamentos empregados. O segundo grupo reúne os fatores ligados ao contexto de execução, discutidos por Xenos (1998) e por Ferreira (2017): o acesso à frente, a segurança, as condições climáticas, a logística, as interferências operacionais e as paralisações. O terceiro grupo, apontado por Santos (2013), reúne fatores organizacionais, como layout, ergonomia e qualificação da mão de obra. O quarto grupo, indicado por Silva (2007), reúne fatores de qualidade, como o retrabalho e a necessidade de reexecução do serviço.

A Figura 1 sintetiza essa organização em quatro grupos, partindo da produtividade da pintura como variável central e mostrando como ela é influenciada, de forma sequencial, pelos fatores do objeto de trabalho, pelos fatores do contexto de execução e pelos fatores organizacionais e de qualidade. Essa sequência não implica uma ordem cronológica de ocorrência, mas indica que os fatores do objeto de trabalho definem as condições básicas de execução do serviço, sobre as quais atuam os fatores do contexto, e que, por fim, os aspectos organizacionais e de qualidade da equipe mobilizada determinam o resultado final observado no indicador de produtividade.

Figura 1 - Fatores que influenciam a produtividade da pintura em manutenção civil industrial



Fonte: elaborado pela autora com base em Thomas e Yiakoumis (1987), Xenos (1998), Ferreira (2017), Santos (2013) e Silva (2007).

2.7. PLANEJAMENTO, MEDIÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

A literatura analisada mostra que a produtividade de pintura em contratos de manutenção civil industrial está situada entre três campos: gestão de ativos, gestão contratual e execução técnica do serviço. A ABNT NBR 5674 (2012) contribui ao situar a manutenção civil como um sistema de gestão orientado à preservação do desempenho das edificações, fundamentando a necessidade de planejamento, execução e controle das atividades de manutenção, princípio que

este trabalho aplica especificamente à produtividade da pintura. A ISO 55000 (2014) amplia essa base ao inserir a manutenção em uma lógica de ciclo de vida, custo e risco dos ativos, reforçando que decisões de manutenção devem ponderar benefício e custo, o que sustenta a relevância de medir com precisão o rendimento dos serviços executados. Weber e Leite (2008) contribuem com a lógica de contratos acompanhados por indicadores de desempenho, mostrando que a mensuração sistemática do serviço prestado é o que permite alinhar os interesses entre contratante e contratada, lógica diretamente aproveitada na proposta do IAP deste trabalho. Goldman (2004) fundamenta a importância das composições de custo e do controle físico-financeiro, oferecendo a base conceitual sobre a qual se apoia a comparação entre CPU, TCPO e produtividade real desenvolvida nos capítulos seguintes.

Ferreira (2017) oferece a contribuição mais próxima do tema ao discutir os problemas de padronização nos modelos de medição de produtividade na construção civil, especialmente quanto à necessidade de critérios consistentes de registro para que comparações entre frentes sejam válidas. Santos (2013) complementa essa visão ao evidenciar fatores organizacionais que interferem na produtividade da pintura, enquanto Silva (2007) reforça que produtividade deve ser analisada em conjunto com qualidade e possibilidade de retrabalho.

Reis Júnior (2020), ao discutir planejamento físico-financeiro e comparação entre planejado e executado, contribui para reforçar a importância de acompanhar desvios e replanejar atividades por meio de ferramentas de fluxo de trabalho e tecnologia BIM. A lógica de comparar previsão e execução, central na gestão de cronogramas físico-financeiros, é compatível com a análise de produtividade proposta neste trabalho, ainda que aplicada a um objeto distinto (rendimento de mão de obra, e não progresso físico de obra). Essa aproximação reforça que o controle da produção, seja ele físico-financeiro ou voltado à produtividade da mão de obra, depende do mesmo princípio: comparar sistematicamente o previsto e o executado para identificar desvios e ajustar o planejamento das atividades seguintes.

A partir desse diálogo, percebe-se que a produtividade não deve ser entendida como atributo fixo de um serviço. Ela varia conforme superfície, método executivo, acesso, equipe, continuidade da frente e qualidade dos registros (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; FERREIRA, 2017). Essa compreensão reforça que a comparação entre índices previstos (CPU, TCPO) e índices reais de produtividade é necessária, mas não suficiente: o sentido dos resultados depende da interpretação crítica das condições que produziram aqueles rendimentos.

3. METODOLOGIA

A metodologia foi organizada a partir de três referências de análise: o índice contratual da Composição de Preço Unitário (CPU), o parâmetro técnico da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) e o rendimento registrado nas frentes executadas.

A escolha por trabalhar com dados documentais justifica-se pelo próprio caráter do estudo, que utiliza registros produzidos durante o acompanhamento das frentes de manutenção civil, cujo conteúdo é detalhado na seção 3.4.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois busca analisar um problema prático relacionado à produtividade de serviços de pintura em contratos de manutenção civil industrial.

Quanto à abordagem, a pesquisa é qualitativa-quantitativa. A dimensão quantitativa está relacionada ao cálculo e à comparação dos índices de produtividade expressos em h/m². A dimensão qualitativa está presente na interpretação dos fatores que influenciam a produtividade, como liberação da frente, método de aplicação, restrições industriais, organização da equipe e registros de campo (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; FERREIRA, 2017; QI et al., 2024).

O procedimento técnico adotado é o estudo de caso, tendo como recorte os serviços de pintura acompanhados em uma unidade industrial do setor de mineração.

3.2. DADOS E MÉTODOS

Foram utilizados três documentos internos referentes ao acompanhamento dos serviços de manutenção civil da unidade industrial analisada, no período maio a outubro de 2025, o documento interno de produtividade, os Relatórios Diários de Obra (RDOs) e a Planilha de HH. O detalhamento do conteúdo de cada um desses documentos é apresentado na seção 3.4.

3.3. ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas principais, seguindo a lógica de delimitação, seleção e análise crítica de dados característica da pesquisa documental aplicada a estudos de caso (GIL, 2017; YIN, 2015).

Na primeira etapa, foi realizada a delimitação do tema, com definição do foco em produtividade de pintura em contratos de manutenção civil industrial. Essa delimitação foi necessária porque os documentos consultados apresentavam diferentes tipos de serviços civis, como pintura, pavimentação, andaime e revestimento, mas apenas os dados de pintura estavam diretamente relacionados ao tema central do TCC.

Na segunda etapa, foram identificados os documentos úteis para o desenvolvimento do trabalho. Foram priorizados documentos relacionados a produtividade de pintura, manutenção civil industrial, contratos de manutenção, planejamento, medição e controle de serviços. Essa seleção seguiu os critérios de pré-análise documental propostos por Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009), que recomendam a triagem de fontes a partir de sua relevância direta para o problema de pesquisa.

Na terceira etapa, foram selecionados os dados quantitativos de pintura disponíveis no documento interno de produtividade, considerando os serviços de pintura de alvenaria externa, estrutura metálica, estrutura metálica com compressor e sinalização horizontal.

Na quarta etapa, os índices reais de produtividade foram comparados com os índices previstos em CPU e TCPO, seguindo a convenção de cálculo detalhada na seção 3.5.

Na quinta etapa, os resultados foram interpretados criticamente, relacionando os dados quantitativos aos fatores discutidos na revisão da literatura, como método executivo, mão de obra, equipamentos, acesso às frentes de serviço e interferências operacionais (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SANTOS, 2013; FERREIRA, 2017; JIAN et al., 2025).

3.4. COLETAS E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de análise documental, utilizando registros internos relacionados ao acompanhamento dos serviços de manutenção civil.

O documento interno de produtividade foi utilizado como base principal para identificação dos serviços analisados, pois apresenta a comparação entre os índices previstos em CPU, os parâmetros da TCPO e os índices reais observados em campo. Esse documento reúne descrição do serviço, local de execução, unidade de medição, quantidade executada, produção média, horas produtivas, índice contratual, referência técnica e produtividade real.

Os Relatórios Diários de Obra (RDOs) foram utilizados como fonte complementar para verificar a execução das frentes de serviço, informando andamento das atividades, local, equipe mobilizada e ocorrências registradas.

A Planilha de HH foi utilizada para verificar as horas de mão de obra mobilizadas nas frentes de pintura, relacionando a produção executada ao consumo de horas da equipe (MATTOS, 2010).

Foram incluídos apenas os serviços classificados como pintura e que apresentavam informações suficientes para comparação entre CPU, TCPO e produtividade real: pintura de alvenaria externa, pintura de estrutura metálica, pintura de estrutura metálica com compressor e pintura de sinalização horizontal. Serviços de outras naturezas (pavimentação, andaime e revestimento cerâmico) foram excluídos da análise principal.

A utilização conjunta dessas quatro fontes permitiu maior consistência na análise, prática recomendada para a interpretação crítica de dados documentais em pesquisa aplicada (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009): o documento de produtividade forneceu os índices consolidados, os RDOs contextualizaram a execução diária, e a Planilha de HH apoiou a verificação das horas produtivas consideradas no cálculo.

3.5. CRITÉRIOS DE ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE

A análise adotou como unidade principal o índice em horas por metro quadrado (h/m^2), pois essa medida aparece nos registros de CPU, TCPO e produtividade observada no documento interno utilizado. Esse indicador é uma forma de expressar a Razão Unitária de Produção (RUP), relacionando o esforço de mão de obra, em homens-hora (Hh), à área de serviço executada (SOUZA, 2006). Homem-hora corresponde à unidade de medida do esforço de um trabalhador durante uma hora de trabalho: uma equipe de dois operários trabalhando por uma hora, por exemplo, representa dois Hh (MATTOS, 2010). O índice em h/m^2 expressa, portanto, o tempo necessário para executar uma unidade de área: reduções no índice representam maior rendimento, enquanto aumentos indicam maior consumo de horas para a mesma quantidade de serviço, em convenção compatível com o cálculo da RUP descrito por Souza (2006).

É importante esclarecer, desde já, a origem do valor de 5,88 horas produtivas por dia, adotado como praticabilidade fixa para o cálculo das horas trabalhadas em cada frente. Esse valor não corresponde a uma medição direta e diária das horas efetivamente dedicadas a cada

frente de pintura: o documento interno de produtividade consultado registra apenas o número de dias trabalhados e a produção total executada por frente, sem detalhamento diário das horas produtivas. Diante dessa limitação de granularidade dos registros, a empresa adota internamente uma praticabilidade fixa de 5,88 horas por dia, correspondente à jornada líquida de trabalho da equipe, já descontados o tempo de deslocamento até a frente, o Diálogo Diário de Segurança (DDS) e outras interrupções rotineiras da jornada. Trata-se, portanto, de uma simplificação metodológica adotada pela empresa para viabilizar o cálculo dos índices na ausência de apontamento diário mais granular, e não de um parâmetro universal: cada empresa que venha a aplicar o Índice de Aderência Produtiva (IAP) proposto neste trabalho deve calcular sua própria praticabilidade a partir da rotina real de sua equipe e de seus próprios registros ou, preferencialmente, utilizar dados de horas produtivas efetivamente levantados em campo para a frente analisada, quando esse nível de detalhamento estiver disponível.

A partir dessa lógica, foi utilizado o Índice de Aderência Produtiva (IAP), calculado pela razão entre o índice de referência e o índice observado em campo, apresentado a seguir na Equação 1.

Equação 1

$$IAP = \frac{\text{Índice previsto}}{\text{Índice real}}$$

Na Equação 1, o índice previsto corresponde ao parâmetro de referência, seja ele de CPU ou de TCPO, e o índice real corresponde ao valor efetivamente medido em campo para a frente analisada, ambos expressos em h/m². Como esses índices são calculados de forma inversa à produtividade, o IAP funciona como uma razão de aderência: quanto mais distante de 1,00, maior a diferença entre o previsto e o real, seja para melhor ou para pior desempenho.

Para permitir a comparação com as duas referências disponíveis, foram calculadas duas variações do indicador, apresentadas a seguir nas Equações 2 e 3.

Equação 2

$$IAP - CPU = \frac{CPU}{\text{Índice real}}$$

Equação 3

$$\text{IAP} - \text{TCPO} = \frac{\text{TCPO}}{\text{Índice real}}$$

A Equação 2 gera o IAP-CPU, que compara o rendimento real ao parâmetro contratual específico da unidade analisada. A Equação 3 gera o IAP-TCPO, que compara o rendimento real ao parâmetro de referência de mercado (PINI, 2012). Calcular as duas variações permite verificar se a aderência do serviço se comporta de forma semelhante frente às duas referências ou se há divergência entre elas.

O resultado do IAP é interpretado a partir de três faixas possíveis, apresentadas a seguir na Tabela 2: valores acima de 1,00 indicam produtividade real superior à referência, porque o serviço consumiu menos horas por metro quadrado do que o previsto; valores exatamente iguais a 1,00 indicam equivalência entre previsto e realizado; e valores abaixo de 1,00 indicam produtividade real inferior à referência, porque o serviço exigiu mais tempo do que o previsto para executar a mesma unidade de produção.

Tabela 2- Critério de interpretação do Índice de Aderência Produtiva

Resultado do IAP	Interpretação
IAP > 1,00	Produtividade real superior à referência
IAP = 1,00	Produtividade real equivalente à referência
IAP < 1,00	Produtividade real inferior à referência

Fonte: Elaboração própria.

A adoção desse indicador justifica-se porque os índices utilizados estão expressos em h/m². Dessa forma, quando o índice real é menor que o índice previsto, significa que o serviço consumiu menos horas por metro quadrado, indicando melhor desempenho produtivo. Por outro lado, quando o índice real é maior que o previsto, há menor produtividade, pois o serviço exigiu mais tempo para executar a mesma unidade de produção.

3.6. CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ANALISADOS

Os serviços selecionados para análise foram aqueles relacionados diretamente à pintura no documento interno de produtividade: pintura de alvenaria externa, pintura de estrutura metálica, pintura de estrutura metálica com compressor e pintura de sinalização horizontal.

A pintura de alvenaria externa foi analisada em duas frentes distintas, permitindo verificar variações de produtividade dentro da mesma tipologia de serviço. A pintura de estrutura metálica foi analisada considerando tanto o método convencional quanto a execução com uso de compressor, o que possibilitou observar a influência do método executivo sobre o rendimento (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987). A pintura de sinalização horizontal foi mantida como dado complementar, pois também pertence ao escopo de pintura, embora apresente características diferentes das pinturas verticais e estruturais.

3.7. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa apresenta duas limitações principais. A primeira refere-se ao uso de dados documentais internos, cuja confiabilidade depende da qualidade dos registros de campo: caso as horas produtivas, a quantidade executada ou a composição da equipe tenham sido registradas de forma incompleta, a análise da produtividade pode ser afetada (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009). Em particular, o documento interno de produtividade não registra as horas produtivas de cada frente dia a dia, apenas o número de dias trabalhados e a produção total executada, o que exigiu a adoção de uma praticabilidade fixa (5,88 h/dia, ver seção 3.5) para estimar as horas produtivas. Essa simplificação introduz uma margem de imprecisão que deve ser considerada na leitura dos índices apresentados, que expressam estimativas, e não medições diretas do tempo produtivo.

A segunda limitação está relacionada ao número de frentes analisadas. Os dados disponíveis representam situações específicas de execução e não devem ser generalizados automaticamente para todos os contratos de manutenção civil ou para todos os serviços de pintura industrial. Essa limitação é coerente com a própria lógica do estudo de caso: seus resultados permitem generalização analítica, relacionando os achados a proposições teóricas mais amplas, como o Modelo dos Fatores de Thomas e Yiakoumis (1987), mas não generalização estatística para uma população de contratos ou empresas (YIN, 2015).

Apesar dessas limitações, a metodologia adotada permite analisar de forma objetiva a aderência entre produtividade prevista e produtividade real nos serviços de pintura selecionados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta o estudo de caso desenvolvido a partir dos dados de produtividade de pintura vinculados à unidade industrial analisada. A análise confronta os índices de Composição de Preço Unitário (CPU), os parâmetros da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) e o rendimento real registrado em campo, com o objetivo de verificar como os serviços de pintura se comportaram nas frentes acompanhadas e quais diferenças aparecem entre tipos de superfície e métodos de aplicação, fatores já discutidos no Capítulo 2 como determinantes do rendimento de serviços de pintura (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SANTOS, 2013; JIAN et al., 2025).

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO INDUSTRIAL

O estudo de caso foi desenvolvido a partir de dados de produtividade dos serviços acompanhados pela gerência de infraestrutura responsável pela gestão e pelo acompanhamento das atividades de manutenção civil na unidade industrial. O escopo dessa gerência abrange intervenções em edificações, estruturas de apoio, áreas administrativas, acessos, pavimentos, sinalização e demais elementos de infraestrutura necessários ao funcionamento das áreas industriais.

Essa diversidade fica evidente no próprio sistema de acompanhamento de produtividade, que registra, além da pintura, serviços de montagem de andaime, pavimentação intertravada e revestimento cerâmico em diferentes unidades da planta. Para este trabalho, foram isoladas somente as frentes de pintura, de modo a manter aderência ao tema proposto.

No período analisado, os serviços de pintura concentraram-se em cinco frentes distribuídas entre junho e agosto de 2025. A pintura de alvenaria externa do Prédio 1 foi executada em junho de 2025; a pintura de alvenaria externa e a pintura de estrutura metálica no Prédio 2, a pintura de estrutura metálica com compressor no Local 3 e a pintura de sinalização horizontal no Local 4 concentraram-se entre julho e agosto de 2025.

A organização das equipes variou conforme a natureza do serviço. Nas frentes de alvenaria e de estrutura metálica, a execução foi realizada por equipes de dois pintores. A pintura de sinalização horizontal mobilizou uma equipe maior, composta por quatro pintores apoiados por dois ajudantes que atuaram como sinaleiros. Essa composição não decorre de uma escolha livre de dimensionamento, mas de exigência regulamentar: a sinalização de obras em vias de circulação de veículos e pedestres deve contar com sinaleiros dedicados por sentido de

tráfego, conforme estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional de Trânsito sobre sinalização de obras e emergências em vias públicas e pela Norma Regulamentadora NR-18 (BRASIL, 2020; CONTRAN, 2005). Esse ponto é retomado na discussão da seção 4.4, pois altera a leitura do desempenho dessa frente em relação às demais.

A escolha dos serviços de pintura como foco do estudo justifica-se por três fatores. O primeiro é a recorrência dessas atividades no escopo da manutenção civil. O segundo é a sua importância para a conservação dos ativos, para a organização visual das áreas e para a segurança operacional. O terceiro é a existência de dados quantitativos que permitem comparar índices previstos com a produtividade real observada nas frentes. Além disso, a pintura é uma atividade sensível ao método executivo, à disponibilidade de frente, ao acesso, à preparação da superfície e à organização da mão de obra, fatores que influenciam diretamente o rendimento obtido (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SANTOS, 2013).

4.2. DADOS DE PRODUTIVIDADE DE PINTURA

O documento interno de produtividade consultado apresenta dados comparativos entre CPU, TCPO e produtividade real para diferentes serviços de manutenção civil. Para este trabalho, foram selecionadas apenas as atividades diretamente relacionadas à pintura, de modo a manter aderência ao tema proposto.

A Tabela 3 reúne os dados brutos de produção e de esforço extraídos do documento interno para as cinco frentes acompanhadas: a equipe mobilizada, o número de dias trabalhados, a produção executada em metros quadrados, as horas produtivas consideradas no cálculo e a produtividade média resultante, em metros quadrados por hora. Vale adiantar que, na frente de sinalização horizontal, a equipe de quatro pintores e dois sinaleiros equivale, em termos de mão de obra de pintura, a duas equipes-padrão de dois pintores, particularidade retomada na seção 4.3.

Tabela 3 – Comparação entre CPU, TCPO e produtividade real nos serviços de pintura

Serviço e frente	Equipe	Dias	Produção (m²)	Horas produtivas (h)	Produtividade (m²/h)
Pintura de alvenaria externa, Prédio 1	2 pintores	6	222,96	35,28	6,32
Pintura de alvenaria externa, Prédio 2	2 pintores	8	977,59	47,04	20,78
Pintura de estrutura metálica (rolo), Prédio 2	2 pintores	4	115,93	23,52	4,93
Pintura de estrutura metálica com compressor, Local 3	2 pintores	15	1.180,96	88,20	13,39
Pintura de sinalização horizontal, Local 4	4 pintores e 2 sinaleiros	2	300,85	11,76	25,58

Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da unidade industrial analisada.

A frente de alvenaria externa do Prédio 1 consumiu 6 dias de trabalho e 35,28 horas produtivas para executar 222,96 m², resultando em produtividade média de 6,32 m²/h, o segundo menor rendimento horário do conjunto. Esse resultado é compatível com o fato de essa ter sido a primeira frente executada no período analisado. O tempo de ajuste da equipe a uma nova rotina de liberação de área e à sequência de trabalho na fachada do prédio pode ter sido um dos fatores associados a esse rendimento mais baixo, mas os registros disponíveis não permitem afirmar isso com certeza nem isolar seu peso relativo diante de outras causas possíveis, como a geometria específica da fachada ou interferências não registradas nos documentos consultados.

A alvenaria externa do Prédio 2, com a mesma composição de equipe, consumiu 8 dias e 47,04 horas produtivas para executar 977,59 m², resultando em 20,78 m²/h, um rendimento 3,2 vezes maior que o da frente do Prédio 1. Essa diferença de escala de área executada (977,59 m² contra 222,96 m²) sugere que a maior continuidade da superfície permitiu ciclos de aplicação

mais longos e menos interrompidos, o que dilui o tempo de preparação e de montagem por metro quadrado executado.

A estrutura metálica pintada com rolo, também no Prédio 2, consumiu 4 dias e 23,52 horas produtivas para 115,93 m², resultando em 4,93 m²/h, o menor rendimento horário do conjunto. Esse valor é coerente com a natureza do serviço: a pintura de estrutura metálica exige preparação de superfície, lixamento e atenção a detalhes que reduzem a velocidade de aplicação em comparação com a alvenaria.

A estrutura metálica pintada com compressor, no Local 3, foi a frente mais longa do conjunto: 15 dias e 88,20 horas produtivas para 1.180,96 m², resultando em 13,39 m²/h, quase três vezes o rendimento horário da mesma estrutura pintada com rolo. Essa frente também reúne o maior volume executado de todo o conjunto, o que sugere que o ganho de produtividade combina o efeito do equipamento com o efeito de uma superfície mais extensa e contínua de aplicação, ponto retomado na seção 4.4.

A sinalização horizontal, no Local 4, com a maior equipe do conjunto, consumiu apenas 2 dias e 11,76 horas produtivas para 300,85 m², resultando no maior rendimento horário observado, 25,58 m²/h. Esse valor precisa ser lido com cautela, pois a base de horas produtivas corresponde à jornada de uma única equipe de referência, enquanto a frente mobilizou o equivalente a duas equipes de pintores, questão retomada na discussão da Tabela 5.

Em média, as cinco frentes trabalharam 7 dias e consumiram 41,16 horas produtivas, com produção média de 559,66 m² por frente. A dispersão desses valores, de 2 a 15 dias de execução e de 4,93 a 25,58 m²/h de rendimento, já indica que o tipo de serviço e o método executivo são fatores mais determinantes para o rendimento do que qualquer padrão fixo de jornada ou de composição de equipe (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987).

A Tabela 4 apresenta a comparação entre os índices de produtividade previstos e realizados nas cinco frentes de pintura, todos expressos em horas por metro quadrado (h/m²). A Figura 2 ilustra essa comparação, evidenciando que a barra do índice real permanece visivelmente abaixo das barras de CPU e de TCPO em todas as cinco frentes, com a maior distância proporcional na sinalização horizontal e a menor na alvenaria externa do Prédio 1.

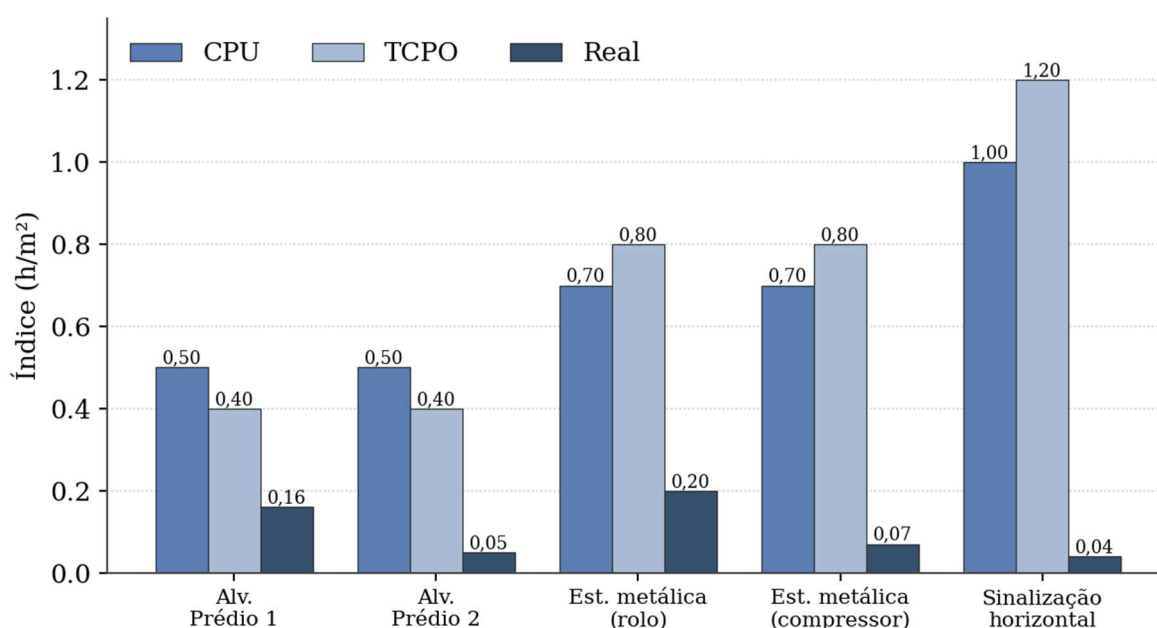
Tabela 4- Comparação entre CPU, TCPO e produtividade real (h/m²)

Serviço e frente	CPU (h/m²)	TCPO (h/m²)	Real (h/m²)	Interpretação inicial
Pintura de alvenaria externa, Prédio 1	0,50	0,40	0,16	Real superior às referências
Pintura de alvenaria externa, Prédio 2	0,50	0,40	0,05	Real muito superior às referências
Pintura de estrutura metálica (rolo), Prédio 2	0,70	0,80	0,20	Real superior às referências
Pintura de estrutura metálica com compressor, Local 3	0,70	0,80	0,07	Real muito superior às referências
Pintura de sinalização horizontal, Local 4	1,00	1,20*	0,04	Real muito superior às referências

* Valor de TCPO indisponível para sinalização horizontal na base consultada. O documento interno adota 1,20 h/m² como referência, enquanto a composição SINAPI 102501 (pintura de faixa de pedestre ou zebra com tinta acrílica, aplicação manual, AF_05/2021) indica 0,61 h/m² de mão de obra direta. Por se tratarem de bases distintas, a comparação deste serviço deve ser interpretada com cautela.

Fonte: elaborada pela autora com base em dados internos da unidade industrial analisada e em Caixa Econômica Federal (2021).

Figura 2- – Índice de Aderência Produtiva (IAP-CPU e IAP-TCPO) por frente



Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da unidade industrial analisada.

Os dados indicam que, em todas as cinco frentes, o índice real foi inferior aos parâmetros de CPU e de TCPO. Na alvenaria externa do Prédio 1, o índice real (0,16 h/m²) representou uma redução de 68% em relação à CPU (0,50 h/m²) e de 60% em relação à TCPO (0,40 h/m²). Na alvenaria do Prédio 2, a redução foi ainda mais acentuada, de 90% em relação à CPU e de 87,5% em relação à TCPO, com o índice real de 0,05 h/m² representando cerca de um décimo do parâmetro contratual.

Na estrutura metálica com rolo, o índice real (0,20 h/m²) ficou 71,4% abaixo da CPU e 75% abaixo da TCPO. Com compressor, a redução chegou a 90% em relação à CPU e a 91,3% em relação à TCPO. Comparando as duas estruturas metálicas entre si, o compressor reduziu o consumo de horas por metro quadrado em 65% frente ao método com rolo (de 0,20 para 0,07 h/m²): em termos práticos, o rolo exigiu quase três vezes mais tempo por metro quadrado do que o compressor para pintar a mesma tipologia de superfície metálica.

A sinalização horizontal apresentou a maior redução relativa do conjunto, de 96% em relação à CPU e de 96,7% em relação à TCPO adotada internamente. Esse resultado exige a ressalva metodológica já indicada na nota da Tabela 4 e detalhada na discussão da Tabela 5: como o índice de referência disponível para esse serviço é o SINAPI, e não a TCPO, e como a

base de horas não foi normalizada pelo número de equipes mobilizadas, essa comparação deve ser interpretada com cautela adicional em relação às demais frentes.

4.3. ÍNDICE DE ADERÊNCIA PRODUTIVA DOS SERVIÇOS DE PINTURA

Para aprofundar a análise, foi calculado o Índice de Aderência Produtiva (IAP), conforme definido na metodologia, pela razão entre o índice previsto e o índice real. Como os dados estão expressos em h/m², valores de IAP superiores a 1,00 indicam que a produtividade real foi maior que a referência.

A Tabela 5 apresenta os resultados do IAP em relação à CPU e à TCPO para as cinco frentes analisadas, seguidos de uma síntese qualitativa de cada resultado.

Tabela 5 - Índice de Aderência Produtiva dos serviços de pintura

Serviço e frente	IAP-CPU	IAP-TCPO	Síntese
Pintura de alvenaria externa, Prédio 1	3,16	2,53	Produtividade real superior à CPU e à TCPO
Pintura de alvenaria externa, Prédio 2	10,39	8,31	Desempenho real muito superior às referências
Pintura de estrutura metálica - Rolo	3,45	3,94	Produtividade real superior às referências
Pintura de estrutura metálica - compressor	9,37	10,71	Ganho expressivo associado ao método executivo
Pintura de sinalização horizontal	25,58	30,69**	Desempenho aparente elevado; ver ressalva metodológica

*** O IAP-TCPO da sinalização horizontal foi calculado com o valor de 1,20 h/m² registrado no documento interno. Caso se adote a composição SINAPI 102501 (0,61 h/m²), o IAP-TCPO desse serviço seria de aproximadamente 15,6, o que reforça a necessidade de padronizar a referência antes de qualquer leitura comparativa.*

Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da unidade industrial analisada e em Caixa Econômica Federal (2021).

Os resultados confirmam que as cinco frentes analisadas apresentaram desempenho produtivo superior aos parâmetros previstos, mas em magnitudes muito distintas entre si. A

alvenaria externa do Prédio 1 apresentou IAP-CPU de 3,16 e IAP-TCPO de 2,53, ou seja, a produtividade real foi entre 2,5 e 3,2 vezes superior às referências utilizadas. No Prédio 2, a alvenaria externa registrou IAP-CPU de 10,39 e IAP-TCPO de 8,31, praticamente o triplo do IAP observado no Prédio 1 para o mesmo tipo de serviço, o que reforça que a continuidade da superfície e a ausência de interrupções elevam substancialmente o rendimento em relação a uma frente equivalente executada em condições menos favoráveis.

Na estrutura metálica com rolo, o IAP-CPU foi de 3,45 e o IAP-TCPO de 3,94, valores próximos aos observados na alvenaria do Prédio 1, o que sugere que, apesar de ser um serviço tecnicamente mais complexo, a estrutura metálica com rolo manteve um grau de aderência semelhante ao da pintura de alvenaria menos favorecida. Já a estrutura metálica com compressor apresentou IAP-CPU de 9,37 e IAP-TCPO de 10,71, praticamente o triplo do IAP do mesmo serviço executado com rolo, evidenciando quantitativamente o peso do método executivo sobre o grau de aderência.

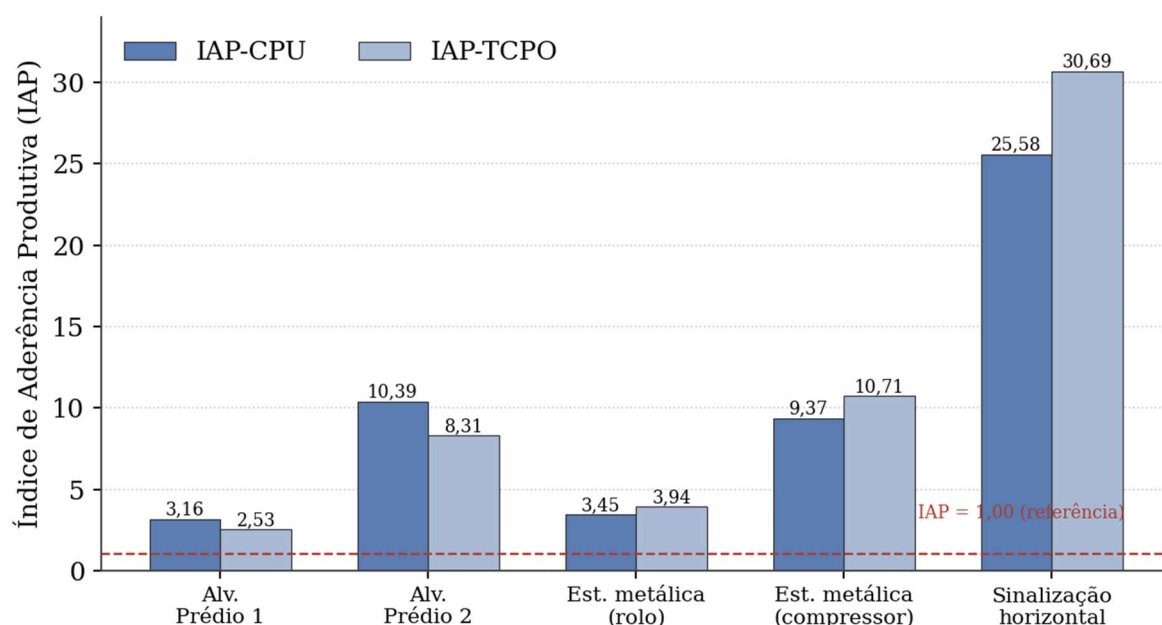
A sinalização horizontal apresentou os maiores valores de aderência do conjunto, mas o resultado exige duas ressalvas. A primeira é de natureza referencial: o IAP-TCPO de 30,69 foi obtido com a referência de 1,20 h/m² adotada internamente; a adoção da composição SINAPI 102501, de 0,61 h/m², reduziria o indicador para cerca de 15,6, uma diferença de quase 50% apenas em função da base de comparação utilizada. A segunda ressalva é de natureza metodológica: a frente operou com quatro pintores, o equivalente a duas equipes de dois operários, mas a base de horas produtivas adotada no cálculo (11,76 horas) corresponde ao tempo de uma única equipe. Caso a contabilização considerasse as duas equipes efetivamente mobilizadas, o índice real subiria de 0,04 para aproximadamente 0,08 h/m², e o IAP-CPU recuaria de 25,58 para cerca de 12,8, uma redução de exatamente 50% no indicador.

Por essas razões, o desempenho da sinalização horizontal não deve ser colocado no mesmo plano das pinturas verticais e estruturais. Trata-se de atividade com superfície, finalidade e dinâmica de execução próprias, cuja comparação direta com as demais frentes seria metodologicamente frágil. De modo mais amplo, valores de IAP da ordem de 8 a 30 dificilmente representam ganhos puros de eficiência dessa magnitude; eles sinalizam, com maior probabilidade, que as composições de referência são conservadoras e que as bases de medição de área, demãos e horas não estão integralmente alinhadas entre si, conclusão compatível com as advertências de Ferreira (2017) sobre a falta de padronização nos modelos

de medição de produtividade. Esses resultados também dialogam com Souza (2006), que ressalta a importância da Razão Unitária de Produção para comparar equipes e frentes, e com Santos (2013), ao evidenciar que organização do trabalho e qualificação da mão de obra interferem no rendimento: a produtividade resulta da combinação entre equipe, método e frente disponível, de modo que dois serviços com a mesma descrição contratual podem apresentar comportamentos produtivos muito distintos, como demonstram as duas frentes de alvenaria externa e as duas frentes de estrutura metálica analisadas neste capítulo.

A Figura 3 sintetiza visualmente os resultados da Tabela 5, comparando o IAP-CPU e o IAP-TCPO de cada frente em relação à linha de referência IAP = 1,00.

Figura 3– Índice de Aderência Produtiva (IAP-CPU e IAP-TCPO) por frente



Fonte: Elaboração própria com base em dados internos da unidade industrial analisada.

A Figura 3 dimensiona a distância entre o desempenho observado e as referências. Todas as frentes situam-se acima da linha de IAP igual a 1,00, mas a diferença de escala entre a sinalização horizontal (IAP-CPU de 25,58) e a alvenaria do Prédio 1 (IAP-CPU de 3,16) é da ordem de oito vezes, o que reforça visualmente porque esses dois grupos de frentes não devem ser interpretados sob o mesmo critério de análise.

4.4. FATORES QUE IMPACTAM A PRODUTIVIDADE

A análise dos dados permite identificar os principais fatores que contribuíram para os resultados observados, organizados a partir do Modelo dos Fatores de Thomas e Yiakoumis (1987), que distingue elementos ligados ao objeto de trabalho de elementos ligados ao contexto de execução.

O primeiro fator é o método executivo. A diferença de rendimento entre a estrutura metálica pintada com rolo e a pintada com compressor, já quantificada na seção 4.2, indica que a escolha do método de aplicação influencia significativamente o rendimento. O uso do compressor tende a aumentar a produção horária quando a frente possui condições adequadas de acesso, área liberada, equipamento disponível e segurança para a aplicação, comportamento coerente com a leitura do método executivo como fator ligado ao objeto de trabalho (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987). Ainda assim, o ganho não pode ser atribuído exclusivamente ao equipamento, pois a frente do Local 3 também reuniu mais que o dobro do volume executado da frente com rolo (1.180,96 m² contra 115,93 m²), variável que se confunde com o efeito do método.

O segundo fator é o tipo de superfície. Superfícies amplas, regulares e contínuas, como a alvenaria externa do Prédio 2, favorecem maior produtividade, refletida no rendimento de 20,78 m²/h dessa frente, o maior entre as pinturas verticais e estruturais do conjunto. Estruturas metálicas, por outro lado, exigem maior tempo de preparação, lixamento, cuidado com detalhes, acesso a diferentes faces e controle de acabamento, o que ajuda a explicar por que a estrutura metálica com rolo (4,93 m²/h) rendeu menos da metade da alvenaria externa do Prédio 1 (6,32 m²/h), mesmo com composição de equipe idêntica.

O terceiro fator relaciona-se à disponibilidade e à continuidade da frente de serviço. Em áreas industriais, a produtividade não depende apenas da presença da equipe, mas de permissões de trabalho, isolamento da área, interferências com a operação, restrições de circulação e paralisações. O registro da frente do Local 3 é ilustrativo, pois apresentou diversos dias sem atividade entre períodos de execução ao longo dos 15 dias de calendário da frente, os quais foram corretamente excluídos da contagem de dias trabalhados. Esse cuidado preserva a coerência do índice, mas evidencia que o tempo de calendário de uma frente pode ser bem maior que o tempo produtivo efetivamente contabilizado (XENOS, 1998; WIREMAN, 2014; REIS JÚNIOR, 2020).

O quarto fator é a organização da mão de obra. A composição da equipe, a experiência dos trabalhadores, a disponibilidade de ajudantes e o sequenciamento das atividades influenciam diretamente o rendimento. A frente de sinalização horizontal, no Local 4, com quatro pintores e dois sinaleiros, é o caso mais sensível deste estudo, não apenas porque a equipe maior tende a elevar a produção total, mas porque, como discutido na seção 4.1, essa composição decorre de exigência regulamentar de sinalização viária (BRASIL, 2020; CONTRAN, 2005), e não de uma escolha livre de dimensionamento voltada a maximizar produtividade. Santos (2013) reforça que layout, qualificação, ergonomia e gargalos de processo interferem no desempenho de atividades de pintura em ambiente industrial, fatores que, no caso da sinalização, se somam à própria exigência normativa de segurança viária.

O quinto fator, de natureza transversal, é a qualidade e a consistência dos registros. Como já indicado na seção 3.5, a praticabilidade fixa de 5,88 horas por dia é uma simplificação metodológica útil para padronizar o cálculo diante da ausência de apontamento diário granular, mas introduz sensibilidade ao resultado. Pequenas variações no tempo produtivo real, no número de dias considerados ou na contabilização das equipes alteram de forma relevante o índice em h/m^2 , como demonstrado no recálculo da sinalização horizontal na seção 4.3, em que a simples correção do número de equipes reduziu o IAP-CPU em exatos 50%. Essa limitação dialoga com Thomas (1991) e Ferreira (2017), que destacam a dependência das medições de produtividade em relação à forma de amostragem das horas e à padronização dos critérios de coleta.

Em conjunto, esses cinco fatores indicam que os altos índices de aderência observados não decorrem de uma única causa. Eles resultam da combinação entre método de aplicação, tipo de superfície, continuidade da frente, dimensionamento da equipe, exigências normativas de segurança e critérios de registro, o que reforça a necessidade de interpretar a produtividade como fenômeno condicionado ao contexto, e não como atributo fixo do serviço (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SOUZA, 2006).

Do ponto de vista da gestão contratual, essa constatação sugere que CPUs e referências de mercado como a TCPO devem ser complementadas por históricos internos de produtividade, sem que isso signifique substituir os parâmetros existentes (GOLDMAN, 2004). Em contratos de manutenção civil industrial, nos quais os serviços se repetem em diferentes áreas e condições, a formação de uma base histórica por tipo de pintura, como a organizada nas Tabelas

3, 4 e 5 deste capítulo, pode apoiar decisões sobre composição de equipe, escolha de equipamentos e programação de serviços futuros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes de apresentar os resultados, vale reforçar um ponto que orienta a leitura de todo este capítulo: CPU, TCPO e SINAPI são bases de referência, construídas a partir de médias de diferentes obras e contextos, e não medidas exatas do que deveria ocorrer em uma frente específica. A distância entre esses índices e a produtividade real observada nas cinco frentes analisadas não deve ser lida, portanto, como "erro" da referência, mas como evidência de que cada indústria, e até cada frente dentro da mesma indústria, tem condições próprias de execução que somente um histórico interno de produtividade é capaz de capturar. É exatamente essa lacuna — a ausência, até este trabalho, de um histórico sistematizado de produtividade de pintura na gerência responsável — que esta pesquisa buscou começar a preencher.

Este trabalho partiu de uma pergunta prática: os índices de CPU e de TCPO usados para orçar e medir os serviços de pintura realmente representam o que acontece em campo? Depois de analisar as cinco frentes acompanhadas entre junho e agosto de 2025, minha conclusão é que não representam, e a distância é bem maior do que eu esperava no início do trabalho.

Em todas as cinco frentes, o índice real ficou entre 60% e 97% abaixo do previsto em CPU ou TCPO. Isso, por si só, já seria um resultado relevante. Mas o que mais me chamou atenção, olhando os dados com calma, foi que essa distância não é uniforme: ela varia muito de frente para frente, e essa variação conta uma história sobre o que realmente influencia o rendimento de uma equipe de pintura.

A frente que mais me convenceu disso foi a comparação entre as duas alvenarias externas. Mesma equipe, mesmo tipo de serviço, mesma CPU e mesma TCPO, mas o Prédio 2 rendeu 3,2 vezes mais que o Prédio 1. Não existe uma explicação única e certa para essa diferença: a frente do Prédio 1 foi a primeira do período, e uma hipótese plausível, entre outras não descartáveis, é que parte do menor rendimento ali reflita o tempo de ajuste da equipe a essa nova rotina de liberação de área. Mas não posso afirmar com certeza que esse foi o fator determinante, nem isolar seu peso diante de outras causas possíveis, como a geometria específica da fachada ou interferências não registradas nos documentos consultados — algo que

nenhuma composição de referência é capaz de prever, e que os registros disponíveis também não permitem esclarecer por completo.

A segunda frente que considero decisiva é a comparação entre a estrutura metálica pintada com rolo e a pintada com compressor. O compressor reduziu o tempo por metro quadrado em 65%, quase triplicando o rendimento. Esse foi, para mim, o fator isolado de maior peso entre tudo o que observei neste trabalho: o método executivo importa mais do que o tipo de superfície ou até do que o tamanho da equipe. Ainda assim, não atribuo esse ganho só ao equipamento, porque a frente do Local 3 também teve mais que o dobro de área para pintar em relação à frente com rolo, e isso certamente ajudou o compressor a mostrar seu melhor desempenho.

A frente de sinalização horizontal foi a que me deu mais trabalho para interpretar, e no fim das contas ela não deveria ser comparada às demais. O índice de aderência dessa frente passou de 25, um valor que não faz sentido como ganho real de eficiência. Ao investigar a fundo, encontrei duas explicações concretas: a referência de TCPO usada internamente estava incompatível com a composição de mercado disponível, e a base de horas usada no cálculo não considerava que a frente trabalhou com duas equipes, não uma. Corrigindo só esse segundo ponto, o índice de aderência cai à metade. Essa foi, para mim, a lição mais importante do trabalho: um índice de aderência muito alto quase nunca significa que a equipe é excepcional, significa, na maioria das vezes, que algo na conta está errado ou que a comparação não é justa.

Também considero relevante destacar que a equipe maior mobilizada na sinalização horizontal, com quatro pintores e dois sinaleiros, não foi uma escolha de produtividade da equipe: é uma exigência de segurança para sinalização de obras em vias com trânsito de veículos e pedestres (NR-18, 2020). Isso reforça o motivo pelo qual esse serviço precisa ser analisado separadamente dos demais.

De forma geral, concluo que a produtividade de pintura na manutenção civil industrial depende, na ordem que considero mais relevante a partir do que observei: primeiro, do método executivo (rolo ou compressor); segundo, da continuidade da frente e da disponibilidade de área liberada; terceiro, do tamanho e da composição da equipe; e, por último, da qualidade dos próprios registros usados para calcular o índice. Os índices de CPU e de TCPO continuam sendo úteis como ponto de partida para orçamento, mas, isoladamente, eles não contam essa história. Um histórico interno de produtividade, organizado por tipo de serviço e por frente, como o que construí neste trabalho, é o que realmente permite entender esses números.

Como limitação, reconheço que trabalhei com apenas cinco frentes e com registros já consolidados, sem acesso direto ao dia a dia de cada uma delas. Isso significa que minhas explicações para as variações observadas são plausíveis, mas não definitivas: não posso afirmar com certeza que o compressor sempre vai triplicar o rendimento, apenas que, nesta amostra, foi isso que aconteceu.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, recomendo ampliar o número de frentes analisadas, incluindo mais casos de pintura com e sem compressor, para verificar se a diferença de rendimento que encontrei se repete em outras condições. Também recomendo, desde já, corrigir a forma de contabilizar as horas produtivas quando mais de uma equipe está mobilizada na mesma frente, erro que identifiquei na sinalização horizontal e que provavelmente distorce outros indicadores de produtividade na rotina da gerência.

Vale registrar, ainda, que a produção acadêmica sobre produtividade da mão de obra na construção civil permanece ativa e crescente, como evidenciam a revisão sistemática de Qi et al. (2024), que mapeou mais de quinhentos artigos publicados entre 1973 e 2023 sobre o tema, e a revisão sistemática e meta-análise de Jian et al. (2025), que identificou 66 fatores críticos de produtividade da mão de obra na construção, organizados em doze grupos. Contudo, a lacuna identificada neste trabalho quanto à sistematização de dados de produtividade especificamente para serviços de pintura em manutenção civil industrial permanece atual, o que reforça a relevância de trabalhos futuros dedicados a esse recorte específico.

Por fim, sugiro que a comparação entre CPU e TCPO deixe de usar bases diferentes (como aconteceu com a sinalização horizontal, que usou uma referência interna divergente da composição de mercado disponível), padronizando qual fonte de referência será usada antes de qualquer novo cálculo de aderência.

6. REFERENCIAS

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de. Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria. 2000. 385 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15156: pintura industrial – terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BAUER, L. A. Falcão; DIAS, João Fernando (coord.). Materiais de construção. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Código Civil. Brasília, DF: Presidência da República, 2002.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-18: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília: MTE, 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: composição 102501 – pintura de faixa de pedestre ou zebra com tinta acrílica, e = 30 cm, aplicação manual. AF_05/2021. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Brasília: Caixa, 2021.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. Resolução CONTRAN sobre sinalização de obras e emergências em vias públicas. Brasília: CONTRAN, 2005.

CORROSÃO & PROTEÇÃO. Especial pintura industrial. Rio de Janeiro: ABRACO, ano 3, n. 12, nov./dez. 2006.

FERREIRA, Carlos Daniel de Sousa. Produtividade na indústria da construção: conceitos e especificidades. 2017. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2017.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOLDMAN, Pedrinho. Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 12944: paints and varnishes – corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Geneva: ISO, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 55000: asset management – overview, principles and terminology. Geneva: ISO, 2014.

JIAN, Feihong; LIU, Qian; FENG, Cong; HU, Qiaoyi; YU, Qishu; GUO, Qi. Critical factors affecting construction labor productivity: a systematic review and meta-analysis. *Buildings*, v. 15, n. 14, artigo 2463, 2025.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. Manutenção: função estratégica. 4. ed. rev., ampl. e atual. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

LINHARES, Alexandre; GARCIA, Paulo Cerqueira. Contratos de terceirização de manutenção industrial modalidade risco: análise das expectativas do setor industrial e dos provedores de serviços. *Revista de Administração Mackenzie*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 79-98, 2004.

MATTOS, Aldo Dórea. Planejamento e controle de obras. São Paulo: Pini, 2010.

PETRUCCI, Eládio Geraldo Requião. Materiais de construção. São Paulo: Globo, 1975.

QI, Kai; OWUSU, Emmanuel Kingsford; SIU, Ming-Fung Francis; CHAN, Ping-Chuen Albert. A systematic review of construction labor productivity studies: clustering and analysis through hierarchical latent dirichlet allocation. *Ain Shams Engineering Journal*, v. 15, n. 102896, 2024.

REIS JÚNIOR, Sérgio Geraldo dos. Planejamento físico financeiro por meio de sistemas de fluxo de trabalho e tecnologia BIM. 2020. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

SANTOS, Leandro Menezes. Análise de fatores que influenciam na baixa produtividade do setor de pintura de uma indústria de transformação de plástico. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Botucatu, 2013.

SILVA, Elton Ferreira da. A dinâmica do trabalho no contexto da produção automobilística diante da tríplice exigência de produtividade-qualidade-flexibilidade: um estudo de caso em uma linha de pintura automotiva. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. Metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado. 1996. 280 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil. São Paulo: Pini, 2006.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; MORASCO, Felipe Germano; RIBEIRO, Guilherme Nicácio Brito. Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil. Brasília: CBIC, 2017.

TAVARES, Lourival Augusto. Administração moderna de manutenção. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.

TCPO: tabelas de composições de preços para orçamentos. 14. ed. São Paulo: Pini, 2012.

THOMAS, H. Randolph. Labor productivity and work sampling: the bottom line. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 117, n. 3, p. 423-444, 1991.

THOMAS, H. Randolph; YIAKOUMIS, Iacovos. Factor model of construction productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 113, n. 4, p. 623-639, 1987.

TISAKA, Maçahiko. Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2011.

WEBER, Cristina Ambrósio; LEITE, Maria Silene Alexandre. Contratação por desempenho em serviços de manutenção: o caso da CST Arcelor Brasil. *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 8, n. 3, 2008.

WIREMAN, Terry. Benchmarking best practices in maintenance management. New York: Industrial Press, 2014.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

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