



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO D E TECNOLOGIA**  
**ENGENHARIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO**  
**CIVIL**

**JOSÉ LEANDRO DA COSTA LOIOLA**

**FORTALEZA**

**2026**

JOSÉ LEANDRO DA COSTA LOIOLA

**Contribuições do Controle de Custos para a Precisão Orçamentária na Construção Civil: Uma Análise com o Uso do Software Informakon**

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Dra. Cely Martins Santos de Alencar

FORTALEZA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- L826c    Loiola, José Leandro da Costa.  
          Contribuições do controle de custos para a precisão orçamentária na construção civil : uma análise com o uso do software Informakon / José Leandro da Costa Loiola. – 2026.  
          69 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2026.  
          Orientação: Prof. Dr. Cely Martins Santos de Alencar .
1. Controle. 2. Gerenciamento. 3. Orçamento. I. Título.

CDD 620

---

JOSÉ LEANDRO DA COSTA LOIOLA

**Contribuições do Controle de Custos para a Precisão Orçamentária na Construção Civil: Uma Análise com o Uso do Software Informakon**

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Dra. Cely Martins Santos de Alencar

Aprovado em: 21/01/2026

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dra. Cely Martins Santos de Alencar (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dra. Marisete Dantas de Aquino

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dra. Renata Mendes Luna

Universidade Federal do Ceará (UFC)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, força e disciplina para enfrentar os desafios ao longo desta jornada acadêmica.

À minha avó Ivonilde, pelo amor incondicional, apoio constante durante minha vida,

À minha mãe Márcia, pelo apoio, especialmente nos períodos de maior dificuldade,

À minha irmã Larissa, pelo companheirismo, trocas de experiências acadêmicas,

À minha namorada Aléxia, pelo amor, pela inspiração e motivação constante,

Ao meu psicólogo Rômulo, pelo apoio emocional e orientações durante os últimos anos,

À minha orientadora, Cely Martins, pela orientação e pelos valiosos conhecimentos compartilhados durante o desenvolvimento deste trabalho,

Às professoras participantes da Banca examinadora, Marisete Dantas e Renata Luna, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões,

Aos professores do curso, que contribuíram para minha formação acadêmica e profissional, deixando ensinamentos que levarei por toda a vida,

Aos colegas e amigos, por tornarem essa caminhada mais leve e significativa,

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

Sem vocês, nada disso seria possível.

## RESUMO

Este trabalho analisa o processo de orçamentação e controle de custos na construção civil brasileira, considerando o cenário de instabilidade econômica e os impactos desse contexto na gestão de empreendimentos. Inicialmente, são apresentados conceitos essenciais de gerenciamento de obras, planejamento, controle de prazo e custo, destacando o papel do orçamento como instrumento central para a viabilidade dos projetos. Também é discutido o uso de sistemas referenciais de custos e a necessidade de calibrá-los à realidade operacional das empresas, visto que cada empresa tem seus parâmetros e métodos construtivos. O estudo de caso é desenvolvido por meio do software Informakon, utilizado como base para coleta e tratamento de dados reais de obras de uma construtora de médio porte, com forte presença regional no nordeste brasileiro e foco em obras de infraestrutura e edificações. A metodologia adotada envolve a comparação entre valores orçados e realizados de obras finalizadas e em andamento, com foco nas composições de serviços, produtividade de mão de obra e consumo de materiais, buscando identificar os principais desvios e suas possíveis causas. A partir dessa análise, propõe-se um modelo de aprimoramento das composições de custos, visando aumentar a precisão orçamentária e a previsibilidade de prazos e resultados. Os resultados obtidos reforçam a importância do controle sistemático de dados de campo e da utilização de ferramentas de gestão integradas, evidenciando que a atualização contínua das composições com base na experiência própria da empresa contribui para reduzir incertezas e melhorar o desempenho econômico dos empreendimentos.

**Palavras chave:** Controle, gerenciamento, orçamento.

## ABSTRACT

This study analyzes the budgeting and cost-control process in Brazilian civil construction, considering the scenario of economic instability and the impacts of this context on project management. Initially, essential concepts of construction management, planning, and schedule and cost control are presented, highlighting the role of the budget as a central instrument for project feasibility. The use of reference cost systems and the need to calibrate them to the operational reality of companies are also discussed, since each company has its own parameters and construction methods. The case study is developed using the Informakon software as the basis for collecting and processing real data from works carried out by a medium-sized construction company with a strong regional presence in northeastern Brazil and a focus on infrastructure and building projects. The adopted methodology involves comparing budgeted and actual values from completed and ongoing projects, focusing on service compositions, labor productivity, and material consumption, in order to identify the main deviations and their possible causes. Based on this analysis, a model is proposed for improving cost compositions, aiming to increase budget accuracy and the predictability of deadlines and results. The findings reinforce the importance of systematic field-data control and the use of integrated management tools, showing that the continuous updating of cost compositions based on the company's own experience helps reduce uncertainties and improve the economic performance of construction projects.

**Key words:** Control, Management, Budgeting

## **Lista de ilustrações**

Figura 1 - Respostas a Choques no Índice de In certeza Econômica – Brasil.....	13
Figura 2 – Princípios Lean .....	20

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Curva ABC – Obra 1 .....	30
Gráfico 2 – Curva ABC – Obra 2 .....	30
Gráfico 3 – Curva ABC – Obra 3 .....	31
Gráfico 4 – Curva ABC – Obra 4 .....	31
Gráfico 5 – Orçado x Solicitado - Porcelanato Obra 1 .....	44
Gráfico 6 – Plotagem de probabilidade Normal - Porcelanato Obra 1 .....	45
Gráfico 7 – Plotagem de resíduos – Forro de Gesso Obra 1 .....	46
Gráfico 8 – Plotagem de ajuste de linha – Forro de Gesso Obra 1 .....	46
Gráfico 9 – Plotagem de probabilidade normal – Forro de Gesso Obra 1 .....	46
Gráfico 10 – Plotagem de ajuste de linha – Bancadas Obra 1 .....	47
Gráfico 11 – Plotagem de probabilidade normal – Bancadas Obra 1 .....	48
Gráfico 12 – Plotagem de resíduos – Cimento Obra 2 .....	49
Gráfico 13 – Plotagem de ajuste de linha – Cimento Obra 2 .....	49
Gráfico 14 – Plotagem de probabilidade normal – Cimento Obra 2 .....	49
Gráfico 15 – Plotagem de resíduos – Bloco de Gesso Obra 3 .....	51
Gráfico 16 – Plotagem de ajuste de linha – Bloco de Gesso Obra 3 .....	51
Gráfico 17 – Plotagem de probabilidade normal – Bloco de Gesso Obra 3 .....	51
Gráfico 18 – Plotagem de probabilidade normal – Pedreiro Obra 1 .....	53
Gráfico 19 – Plotagem de ajuste de linha – Pedreiro Obra 1 .....	54
Gráfico 20 – Plotagem de resíduos – Pedreiro Obra 1 .....	54
Gráfico 21 – Plotagem de probabilidade normal – Carpinteiro Obra 2 .....	55
Gráfico 22 – Plotagem de probabilidade normal – Pedreiro Obra 3 .....	57
Gráfico 23 – Plotagem de ajuste de linha – Pedreiro Obra 3 .....	57
Gráfico 24 – Plotagem de resíduos – Pedreiro Obra 3 .....	57

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tipos de Planejamento.....	18
Tabela 2 – Caracterização das Obras.....	28
Tabela 3 – Curva A – Obra 1.....	32
Tabela 4 – Curva A – Obra 2.....	32
Tabela 5 – Curva A – Obra 3.....	33
Tabela 6 – Curva A – Obra 4.....	33
Tabela 7 – Orçado x Solicitado – Obras.....	34
Tabela 8 – Materiais – Curva ABC – Obra 1 .....	35
Tabela 9 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 1 .....	36
Tabela 10 – Materiais – Curva ABC – Obra 2 .....	37
Tabela 11 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 2 .....	38
Tabela 12 – Materiais – Curva ABC – Obra 3 .....	39
Tabela 13 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 3 .....	40
Tabela 14 – Materiais – Curva ABC – Obra 4 .....	41
Tabela 15 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 4 .....	42
Tabela 16 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Porcelanato Obra 1 .....	43
Tabela 17 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Forro Obra 1 .....	45
Tabela 18 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Bancadas Obra 1 .....	47
Tabela 19 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Cimento Obra 2 .....	48
Tabela 20 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Bloco de Gesso Obra 3 ...	50
Tabela 21 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Pedreiro Obra 1.....	53
Tabela 22 – Composição Estouro Significativo – Pedreiro Obra 1.....	54
Tabela 23 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Carpinteiro Obra 2.....	55
Tabela 24 – Composição 1 Sobre Significativa – Carpinteiro Obra 2 .....	56
Tabela 25 – Composição 2 Sobre Significativa – Carpinteiro Obra 2 .....	56
Tabela 26 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Pedreiro Obra 3.....	56
Tabela 27 – Composições semelhantes com mesmo valor de sobre – Pedreiro Obra 3.	58
Tabela 28 – Composição chapisco – Pedreiro Obra 3.....	58

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Contextualização .....	13
1.2 Justificativa .....	15
1.3 Objetivos .....	16
1.3.1 <i>Objetivo geral</i> .....	16
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 O conceito e a importância do gerenciamento de obras .....	17
2.2 Planejamento: níveis e processos .....	18
2.3 Controle de custos .....	19
2.4 Ferramentas de gerenciamento.....	20
2.4.1 <i>A evolução dos softwares de gestão na construção civil</i> .....	21
2.5 Orçamento .....	22
2.5.1 <i>A anatomia do orçamento</i> .....	22
2.5.2 <i>Níveis de detalhamento e o papel do projeto executivo</i> .....	23
2.5.3 <i>O Orçamento como ferramenta de controle</i> .....	23
2.6 A tabela de custos unitários de serviço de engenharia (SEINFRA) .....	23
3. METODOLOGIA .....	24
3.1 Abordagem e tipo de pesquisa .....	24
3.2 Fonte de dados.....	25
3.3 Premissas metodológicas.....	25
3.4 Procedimento metodológico detalhado .....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1 Caracterização das obras analisadas.....	28
4.2 Estrutura orçamentária e curva ABC das obras.....	29
4.3 Comparativo entre quantidade orçada × solicitada .....	34
4.3.1 <i>Relação entre porte e magnitude do desvio</i> .....	35
4.3.2 <i>Obra finalizada × obra em andamento</i> .....	35
4.3.3 <i>Confiabilidade diferenciada</i> .....	35
4.4 Análise dos principais insumos .....	35
4.4.1 <i>Obra 1 – principais insumos</i> .....	35
4.4.2 <i>Obra 2 – principais insumos</i> .....	37
4.4.3 <i>Obra 3 – principais insumos</i> .....	39
4.4.4 <i>Obra 4 – principais insumos</i> .....	41
4.5 Análise estatística – regressão orçado × solicitado .....	43

4.5.1	<i>Materiais – análise por insumo</i> .....	43
4.5.2	<i>Mão de obra – análise por insumo</i> .....	52
4.6	Integração dos resultados e discussão prática .....	58
4.6.1	<i>A precisão dos insumos pontuais</i> .....	59
4.6.2	<i>O efeito do reorçamento e o viés comportamental</i> .....	59
4.6.3	<i>Comportamento por tipologia e porte</i> .....	59
4.6.4	<i>Implicações para a gestão empresarial</i> .....	60
5.	CONCLUSÃO .....	61
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
7.	ANEXOS.....	64

## 1. INTRODUÇÃO

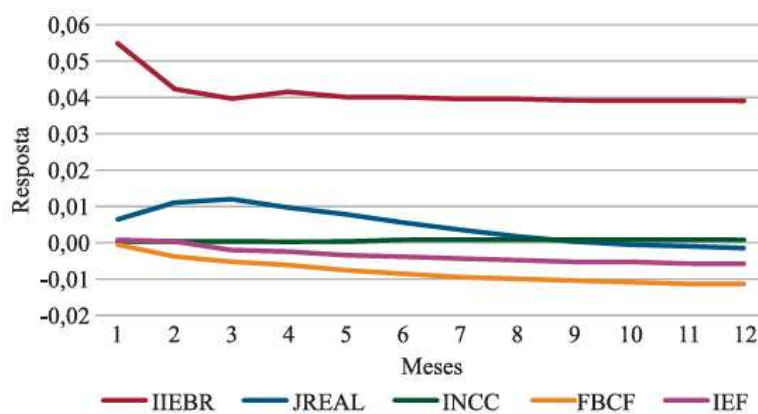
Este trabalho apresenta conceitos contemporâneos relacionados ao mercado da engenharia civil no Brasil. De modo a oferecer o suporte necessário para a compreensão do tema proposto são abordados elementos fundamentais do gerenciamento, do controle de obras e da elaboração de orçamentos, com o propósito de justificar sua relevância e estabelecer o escopo analítico do estudo. Inclui-se, ainda, a apresentação do software Informakon, ferramenta que fundamenta o estudo de caso e viabiliza a análise prática do controle de custos e da precisão orçamentária. A partir dessa caracterização, são definidos os objetivos do trabalho, bem como a metodologia adotada e o direcionamento para a análise dos resultados obtidos.

### 1.1 Contextualização

A construção civil no Brasil é um setor particularmente sensível às oscilações econômicas, funcionando como uma régua da economia de um país. O período de forte instabilidade iniciado após 2014 expôs essa vulnerabilidade de forma contundente. Por ser uma área intensiva em capital e que depende de um ambiente de expectativas estáveis para prosperar, qualquer choque macroeconômico é sentido de imediato, impactando decisões de investimento e emprego.

Essa dinâmica foi comprovada pelo estudo de Almeida (2020), que demonstra como picos no Indicador de Incerteza Econômica – Brasil (IIE-Br) desencadeiam uma reação em cadeia negativa.

Figura 1 - Respostas a Choques no Índice de Incerteza Econômica – Brasil



Fonte: Almeida (2020).

Em cerca de um ano, esses choques levam à retração dos investimentos no setor, à redução de postos de trabalho formais e à pressão sobre os custos, refletida no Índice Nacional de Custos da Construção (INCC). Em outras palavras, a incerteza paralisa novas iniciativas e torna a gestão das obras existentes muito mais desafiadora.

Mesmo em tempos mais recentes, o cenário não se tornou mais simples. A volatilidade econômica persiste e se soma a obstáculos estruturais, como a acentuada escassez de mão de obra qualificada, um problema que afeta a grande maioria das empresas do ramo. Essa combinação de fatores gera um ciclo vicioso: menos

profissionais disponíveis aumentam os custos e comprometem os prazos, tornando os projetos ainda mais vulneráveis a qualquer instabilidade externa.

É nesse contexto desafiador que a gestão eficiente de cada empreendimento se torna não apenas uma vantagem competitiva, mas também uma questão de sobrevivência. E o ponto de partida dessa gestão é, invariavelmente, o orçamento realizado.

Na prática, a jornada de uma obra, desde uma pequena reforma até um grande edifício, segue um fluxo crítico. Tudo começa com a concepção do projeto, mas é o orçamento que traduz essa visão em valores, definindo o custo, o preço de venda e a viabilidade do negócio. A partir dele, com a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) bem definida em softwares de integração de informação, como o Informakon, é possível acompanhar e controlar a execução. Tais ferramentas, como o software citado, oferece não apenas módulos para orçamento e controle, mas também para gestão financeira e de contratos, centralizando a informação, facilitando a gestão do empreendimento.

No entanto, mesmo com o auxílio da tecnologia, duas problemáticas são recorrentes no setor: o descumprimento de prazos e a ultrapassagem de custos. É raro encontrar uma obra que entregue exatamente no prazo previsto, o que geralmente se deve à dificuldade em mensurar o tempo real de cada atividade e lidar com imprevistos. O mesmo problema se aplica aos custos. Apesar da existência de robustas bases de dados de composições, como a da SEINFRA, a realidade das obras frequentemente supera o que foi planejado no papel.

A raiz desse problema muitas vezes reside em fatores como desperdício de materiais e a necessidade de retrabalho, custos que, por serem difíceis de mensurar a priori, são comumente "absorvidos" pelo BDI (Bonificações e Despesas Indiretas) como uma margem de segurança para proteger o lucro do investidor. Contudo, essa abordagem mascara a imprecisão das composições de serviços, tanto na quantidade de materiais quanto na produtividade da mão de obra, é um fator preponderante para a formação desses custos adicionais.

Fica evidente, portanto, que em um ambiente que exige cada vez mais previsibilidade para sobreviver à instabilidade, as ferramentas e práticas de orçamento ainda falham em fornecer a acurácia necessária. A dependência de margens de segurança elevadas, como o BDI, é um sintoma de um problema mais profundo: a dificuldade em modelar a realidade da obra com fidelidade.

Diante do exposto, a realização desse trabalho, parte da premissa de que a resposta para esse desafio está no aprofundamento da análise dos dados que já dispomos. Ao investigar criticamente as composições de serviços e suas variáveis, utilizando as funcionalidades do software Informakon como plataforma para essa investigação, buscase aqui propor um caminho para o aprimoramento da precisão orçamentária, tornando os empreendimentos mais resilientes e previsíveis em um cenário que, por natureza, é tudo menos isso.

## 1.2 Justificativa

A análise dos problemas recorrentes na construção civil aponta para duas frentes de ação principais, uma de caráter operacional e outra, estratégico.

No que tange às perdas materiais e ao retrabalho, a solução mais evidente reside na qualificação da mão de obra. Contudo, este é um dos maiores desafios do setor, marcado por alta rotatividade, principalmente. A superação desse obstáculo passa pela implementação de programas de treinamento práticos e contínuos, que vão além da teoria e focam na aplicação direta de técnicas de eficiência e segurança no canteiro de obras. Ou seja, trata-se de investir no profissional para, conseqüentemente, reduzir o desperdício e elevar a qualidade da execução.

Paralelamente à questão operacional, está o desafio estratégico da precisão orçamentária, objeto de estudo em questão. O uso de composições de custos consolidadas, como as fornecidas pela SEINFRA, é uma prática que pode qualificar significativamente o orçamento, especialmente para empresas que ainda não possuem um histórico de dados robusto. Essas bases oferecem uma excelente referência para quantificação de materiais, pois são construídas sobre uma ampla amostragem estatística. O erro crítico, no entanto, é tratá-las como verdades absolutas.

Nesse sentido, a construção da "curva de aprendizado" organizacional mostra-se vital para a maturidade da empresa. Cada obra finalizada carrega consigo um conjunto de lições práticas que, se devidamente registradas e analisadas, transformam-se em ativo intelectual. A calibração das composições de custo com base no histórico próprio permite que a construtora supere as generalizações das tabelas públicas, criando um padrão de referência interno (*benchmark*) cada vez mais preciso e alinhado à sua realidade operacional. Esse ciclo contínuo de feedback e ajuste é o que diferencia empresas que apenas "sobrevivem" aos projetos daquelas que conseguem prever seus resultados com assertividade.

Logo, percebe-se que a verdadeira acurácia orçamentária é alcançada quando essas composições são calibradas com a realidade da própria empresa. Isso é possível por meio de um controle de obra rigoroso e sistemático, que permite coletar dados de produtividade e consumo reais ao final de cada projeto. Ao alimentar os orçamentos futuros com esses dados empíricos, cria-se um ciclo de melhoria contínua nas obras realizadas, onde os erros em obras finalizadas servem de base para a precisão de orçamentos futuros, minimizando surpresas e fortalecendo a saúde financeira dos empreendimentos.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo geral***

O objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo de aprimoramento do processo de controladoria de obras, visando aumentar a precisão dos orçamentos futuros através da análise comparativa entre dados planejados e os efetivamente realizados, impactando diretamente a previsibilidade de custos e prazos para a empresa.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Para alcançar o objetivo geral, esta pesquisa estabelece os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar um estudo de caso em uma construtora de Fortaleza, coletando dados de quatro obras distintas: duas obras concluída e duas obras em andamento.
- b) Analisar e comparar as composições de custos desses cenários, com foco nas quantidades de materiais e nos índices de produtividade da mão de obra planejados versus os realizados.
- c) Identificar as principais discrepâncias entre o planejado e o executado, investigando suas possíveis causas, como variações de produtividade das equipes ou imprecisões nas composições padrão utilizadas.
- d) Propor um conjunto de ajustes e melhorias para as composições de serviços da empresa, com base nos dados empíricos analisados, a fim de calibrar os orçamentos futuros e aumentar sua precisão.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dada a sensibilidade econômica delineada na introdução, a gestão de obras ergue-se como o pilar fundamental para a mitigação de riscos e a sustentabilidade dos empreendimentos. Não basta apenas compreender as oscilações do mercado; é preciso estruturar internamente os processos para suportá-las. Segundo Mattos (2016), o gerenciamento eficaz transcende a fiscalização física, transformando-se em um sistema inteligente de tomada de decisão. Nesse contexto, o orçamento deixa de ser um exercício estático de estimativa para se tornar um instrumento dinâmico de controle, exigindo ferramentas que permitam acompanhar a execução em tempo real e corrigir rotas com agilidade. É sobre essa articulação entre controle, tecnologia e processos que esta revisão bibliográfica se debruça.

Embora sistemas referenciais, como o SEINFRA, SINAPI e o SICRO, constituam importantes bases de consulta para a elaboração orçamentária, a prática profissional evidencia que esses referenciais precisam ser adaptados à realidade de cada empresa. Métodos executivos, produtividade das equipes, condições locais de execução e características específicas de cada obra influenciam diretamente o consumo de materiais e o desempenho da mão de obra. Assim, torna-se indispensável que as composições sejam calibradas a partir de dados históricos próprios e do acompanhamento sistemático de obras realizadas, conforme discutido por Mattos (2019) sobre modelagem de custos e risco em projetos de engenharia.

Em paralelo a essa necessidade de maior precisão orçamentária, observa-se a crescente incorporação de tecnologias de gestão no setor. Como observado por Moreira (2018) os Sistemas integrados (ERP) direcionados à construção civil passaram a reunir módulos de orçamento, suprimentos, contratos, planejamento, financeiro e outras funções, permitindo o acompanhamento contínuo das obras e a consolidação de informações gerenciais em um único ambiente. Tal prática converge com as diretrizes apresentadas pelo *Project Management Institute*, que destaca a importância do monitoramento constante de escopo, prazo e custo para o desempenho dos projetos (PMI, 2021). Dessa forma, o gerenciamento deixa de ter caráter exclusivamente reativo e passa a apoiar-se em análises baseadas em dados concretos provenientes do próprio histórico da empresa.

Desse conjunto de fatores emerge um modelo de gestão no qual três pilares se inter-relacionam: a necessidade de enfrentar a volatilidade econômica, o aprimoramento das composições de custos e a utilização de sistemas tecnológicos capazes de transformar dados em informação útil. Quando corretamente articulados, esses elementos contribuem para maior previsibilidade financeira, redução de desvios e melhoria do desempenho global dos empreendimentos, aspectos fundamentais para a sustentabilidade das empresas de construção civil no cenário brasileiro atual.

### 2.1 O conceito e a importância do gerenciamento de obras

O atual cenário de recuperação econômica da construção civil, marcado pela acirrada concorrência, apresenta indicadores robustos. Conforme aponta Castro (2025), o setor expandiu 4,3% em 2024, com perspectiva de alta adicional de 2,3% para 2025, dados corroborados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Esse

desempenho é sustentado pela reativação de políticas habitacionais, como o Minha Casa, Minha Vida, e pelo aquecimento do mercado imobiliário, refletido no aumento de 4% nas vendas de cimento e no crescimento aproximado de 20% na comercialização de unidades novas.

Diante de um consumidor mais informado e exigente, a gestão de obras deixou de ser uma mera tarefa administrativa para se tornar central na estratégia empresarial, valendo-se cada vez mais da tecnologia para otimizar processos. A obra, antes vista como uma sequência de atividades isoladas, é agora compreendida como um empreendimento complexo onde recursos, prazos, pessoas e riscos se conectam. Na prática, o desafio do gestor reside em equilibrar quatro pilares: prazo, custo, qualidade e segurança. Trata-se de uma tarefa de negociação constante, visto que a antecipação de entregas pode elevar custos, e cortes abruptos de despesas comprometem a qualidade ou a segurança. A competência do gestor está, portanto, em identificar esses *trade-offs* e conduzir o projeto de modo a minimizar perdas, priorizando o essencial em cada etapa.

Para manejar essa complexidade, a construção tem incorporado gradualmente os princípios do Gerenciamento de Projetos. Embora a organização de obras exista desde a Antiguidade, a disciplina só se estruturou no século XX, com o *Project Management Institute* (PMI) exercendo papel chave na sistematização de boas práticas, sobretudo através do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK). O guia define projeto como um esforço temporário e único, conceito que se aplica integralmente às obras de engenharia, dadas as particularidades de cada local e equipe (PMI, 2021). O PMBOK organiza o trabalho em grupos de processos — iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento — além de apresentar áreas de conhecimento que vão do escopo e tempo até a gestão de riscos e recursos.

Segundo Kerzner (2017) e Mattos (2019), a aplicação desses instrumentos permite ao gestor sair da reatividade e adotar uma postura planejada. Em vez de apenas corrigir imprevistos, o gerente passa a antecipar cenários, organizando equipes e dimensionando recursos com base em informações concretas.

## 2.2 Planejamento: níveis e processos

O planejamento é o alicerce do gerenciamento de obras bem-sucedido, sendo um processo dinâmico e contínuo. Planejar significa definir o futuro desejado e os meios eficazes para alcançá-lo.

O planejamento na construção civil é dividido em três níveis hierárquicos:

Tabela 1 – Tipos de Planejamento

<b>Tipo de Planejamento</b>	<b>Objetivo e Prazo</b>	<b>Características principais</b>
<b>Estratégico</b> (Longo Prazo)	Define o rumo da empresa e as metas da obra (datas de início/fim de grandes etapas, orçamento, fluxo de caixa).	Lida com maior incerteza associada ao empreendimento. Usa o <b>Diagrama de Gantt</b> e a <b>Linha de Balanço</b> .

<b>Tático</b> (Médio Prazo)	Interliga o longo e o curto prazo, desdobrando estratégias em planos específicos. Horizonte de 2 a 5 semanas ou 2 a 3 meses.	Envolve a identificação e remoção de restrições (Lookahead Planning). O plano de longo prazo deve ser renovado neste nível.
<b>Operacional</b> (Curto Prazo)	O mais detalhado, com foco em metas diárias ou semanais (até duas semanas).	Envolve a distribuição dos pacotes de trabalho (chamado de <b>Last Planner</b> ou "Último Planejador"). Monitora o <b>PPC</b> (Percentual de tarefas Planejadas Concluídas) para medir o comprometimento.

Fonte: Autor

A não realização de um planejamento adequado, ou um planejamento deficiente, leva a frustrações como prazos não cumpridos, estouros no orçamento, insatisfação e litígios judiciais.

### 2.3 Controle de custos

A eficácia da gestão financeira de um empreendimento reside na capacidade de monitorar a execução e atuar proativamente sobre os desvios. O controle de custos não se resume à atividade contábil de registrar despesas, mas sim ao comparativo sistemático e contínuo entre o que foi planejado e o que efetivamente ocorre em campo. A precisão do orçamento inicial define o parâmetro de comparação, mas é o acompanhamento dia a dia que garante a manutenção da margem de lucro.

Para operacionalizar esse monitoramento, a literatura de gerenciamento de projetos aponta ferramentas indispensáveis. A Curva S, amplamente difundida pelo *Project Management Body of Knowledge* (PMI, 2021), permite o acompanhamento físico-financeiro ao sobrepor o custo acumulado planejado ao realizado. Essa visualização é essencial para a identificação precoce de tendências negativas, permitindo intervenções corretivas antes que o desvio financeiro se torne irreversível.

Simultaneamente, a Curva ABC aplica o princípio de Pareto à gestão de suprimentos. Como argumentam Dias (2017) e Bowersox (2019), no contexto da cadeia de suprimentos da construção civil, um pequeno grupo de insumos (Classe A) responde pela maior parte do impacto financeiro. A classificação ABC permite, portanto, que a equipe de compras concentre seus esforços de negociação e controle rigoroso sobre estes itens críticos, gerenciando a vasta maioria dos itens de menor custo (Classe C) com procedimentos mais ágeis.

Além disso, a orçamentação deixa de ser uma soma estática de preços para se tornar um exercício dinâmico de previsão de produtividade. Segundo Koskela (1992), precursor do pensamento sobre Lean Construction, a incapacidade de medir e comparar o desempenho real com o planejado leva a desperdícios sistemáticos que raramente são contabilizados corretamente. É por meio do levantamento desses dados empíricos em campo que os gestores conseguem identificar os desvios de produtividade e calibrar seus

orçamentos para futuros empreendimentos, transformando a experiência histórica da empresa em ativo competitivo.

Figura 2 – Princípios Lean



Fonte: Sienge, 2025

Para operacionalizar esse monitoramento contínuo, a literatura de gerenciamento de projetos aponta duas ferramentas indispensáveis. A Curva S, amplamente difundida pelo \*Project Management Body of Knowledge\* (PMI, 2021), permite o acompanhamento físico-financeiro ao sobrepor o custo acumulado planejado ao realizado. Essa visualização é essencial para a identificação precoce de tendências negativas, permitindo intervenções corretivas antes que o desvio financeiro se torne irreversível. Simultaneamente, a Curva ABC aplica o princípio de Pareto à gestão de suprimentos. Como argumentam Dias (2017) e Bowersox (2019), no contexto da cadeia de suprimentos da construção civil, um pequeno grupo de insumos (Classe A) responde pela maior parte do impacto financeiro. A classificação ABC permite, portanto, que a equipe de compras concentre seus esforços de negociação e controle rigoroso sobre estes itens críticos, gerenciando a vasta maioria dos itens de menor custo (Classe C) com procedimentos mais ágeis, otimizando assim os recursos do controle de custos.

#### 2.4 Ferramentas de gerenciamento

A complexidade inerente aos canteiros de obras contemporâneos transcende a capacidade de gestão baseada puramente na intuição ou na experiência empírica do engenheiro. Para assegurar a viabilidade econômica do empreendimento, é importante adotar metodologias estruturadas que transformem o caos operacional em dados gerenciáveis. Nesse contexto, o controle de custos não é uma atividade isolada, mas o resultado direto da eficiência no planejamento e na execução de tarefas. A aplicação de um "arsenal técnico" bem articulado permite não apenas o monitoramento, mas a antecipação de desvios financeiros que comprometeriam a margem de lucro.

A relação entre tempo e custo é uma das mais críticas na gestão de projetos, pois prazos estendidos significam, invariavelmente, o aumento dos custos indiretos.

Ferramentas de mapeamento de rede, como o PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique* e *Critical Path Method*), são fundamentais para identificar o Caminho Crítico, a sequência de atividades que dita a duração mínima do projeto e onde qualquer atraso se converte imediatamente em despesa adicional. Conforme Shtub, Bard e Globerson (1994), a identificação precisa dessas dependências é o primeiro passo para o controle efetivo do prazo e, conseqüentemente, do orçamento. Embora o Gráfico de Gantt ofereça uma visualização tática amplamente utilizada para o acompanhamento diário, para projetos de natureza repetitiva — como conjuntos habitacionais ou edifícios de múltiplos pavimentos — a Linha de Balanço (LB) se mostra superior. Estudos de Kenley e Seppänen (2010) demonstram que a LB permite otimizar o fluxo de produção contínuo, minimizando os tempos de espera das equipes e, assim, reduzindo os custos associados à ociosidade da mão de obra.

Paralelamente à gestão do tempo, a eficiência operacional — e a contenção de custos — é impulsionada pela filosofia *Lean Construction*. Inspirada no Sistema Toyota de Produção, essa abordagem visa a maximização do valor e a erradicação sistemática de desperdícios, sejam eles de materiais, movimentação ou superprodução. Segundo Koskela (1992), a construção civil tradicional sofre com altos níveis de ineficiência que podem ser drasticamente reduzidos ao focar no fluxo de valor. Nesse cenário, o método Kanban atua como um controle visual vital. Ao limitar a quantidade de trabalho em progresso (WIP) e sinalizar a necessidade de reposição de materiais apenas no momento exato (*Just in Time*), o Kanban evita o excesso de estoque — que imobiliza capital de giro — e reduz a necessidade de áreas de estocagem no canteiro, conforme apontado por Ballard (2000).

A sustentação financeira do projeto também depende de um ciclo rigoroso de correção de problemas, visto que erros e retrabalhos representam uma das maiores fontes de desperdício na construção. O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), popularizado por Deming (1986), fornece a estrutura para identificar a causa raiz de um problema financeiro ou operacional e implementar soluções que evitem sua recorrência. Dentro da etapa de planejamento, a ferramenta 5W2H é essencial para detalhar o plano de ação, respondendo não apenas "o quê" e "como", mas crucialmente "quanto custa" a correção, garantindo que a solução não gere um impacto financeiro maior que o problema original.

Por fim, toda a gestão intelectual reflete-se na organização física do canteiro por meio do Layout de Obras. Um layout mal elaborado gera custos invisíveis associados à movimentação excessiva de materiais e pessoas. Tommelein et al. (2009) enfatizam que a logística interna é um dos principais componentes dos custos indiretos. O planejamento inteligente da disposição de estoques, equipamentos e escritórios reduz a distância percorrida e o tempo de transporte, aumentando a produtividade e reduzindo o risco de acidentes — que, por sua vez, implicam em custos trabalhistas e paralisações onerosas. Portanto, o controle de custos eficaz é aquele que permeia todas essas dimensões, transformando a gestão de obras em um sistema integrado de precisão orçamentária.

#### **2.4.1 A evolução dos softwares de gestão na construção civil**

A complexidade inerente aos canteiros de obras contemporâneos transcende a capacidade de gestão baseada puramente em planilhas eletrônicas ou processos manuais. Para assegurar a viabilidade econômica do empreendimento, observa-se uma mudança

paradigmática na forma como as empresas encaram a tecnologia. Os Sistemas Integrados de Gestão (ERP), específicos para o setor, deixaram de ser meros depósitos de dados para se tornarem plataformas de inteligência operacional.

Conforme destaca Moreira (2018), a modernização da gestão passa pela centralização das informações em um único ambiente digital. Softwares dedicados, como o Informakon utilizado neste estudo, permitem a integração entre módulos de orçamento, suprimentos, financeiro e controle de obras. Essa interconexão elimina a fragmentação dos dados, reduzindo erros de redigitação e proporcionando uma visão holística do empreendimento em tempo real. Dessa forma, a gestão baseada em dados (Data-Driven) viabiliza não apenas o controle de custos mais rigoroso, mas também a agilidade na tomada de decisões estratégicas, uma vez que o gestor passa a contar com relatórios gerenciais atualizados constantemente, em vez de informações defasadas.

## 2.5 Orçamento

A orçamentação na engenharia civil transcende a esfera do cálculo aritmético de custos, consolidando-se como etapa estratégica e estruturante do planejamento empresarial. Segundo Mattos (2016), o orçamento atua como a espinha dorsal da viabilidade do empreendimento, traduzindo em parâmetros financeiros a abrangência dos recursos necessários — desde insumos e mão de obra até custos financeiros e margens de risco. A precisão desta gestão não é um detalhe operativo, mas um imperativo de governança que define a fronteira entre a solvência e o insucesso do projeto.

Para que o orçamento cumpra sua função previsiva e controladora, é imprescindível que ele guarde fidelidade com a realidade executiva. Goldin (1997) destaca que a confiabilidade da estimativa fundamenta-se em uma tríade de atributos: a *aproximação*, que assegura a precisão dos quantitativos de serviços; a *especificidade*, que ajusta os custos às particularidades dos processos construtivos da empresa e às condicionantes locais da obra; e a *temporalidade*, que corrige os valores em função da defasagem temporal entre a data de elaboração e a execução, incorporando indexadores inflacionários setoriais. A negligência em qualquer um desses vetores compromete a integridade da previsão orçamentária.

No contexto das contratações públicas, a imprecisão orçamentária assume contornos ainda mais críticos. Conforme apontamentos do Tribunal de Contas da União (TCU, 2022), orçamentos mal elaborados são vetores propulsores de aditivos contratuais excessivos e de licitações desertas, além de constituírem ambiente fértil para o superfaturamento. Portanto, a orçamentação rigorosa é condição *sine qua non* para a economicidade e transparência dos investimentos em infraestrutura.

### 2.5.1 A anatomia do orçamento

A estrutura de um orçamento se desdobra em componentes interdependentes que, somados, formam o preço final da obra. Os Custos Diretos representam a base dessa estrutura, englobando todos os insumos fisicamente incorporados ao empreendimento, como materiais, mão de obra e equipamentos. Sobre essa base, são adicionados os Custos Indiretos, despesas essenciais para o suporte administrativo e operacional, mas não diretamente ligadas à execução no campo. É crucial notar que muitos custos indiretos são mensais, tornando o cumprimento do cronograma um fator crítico; atrasos na obra

estendem sua incidência e corroem a margem de lucro. Finalmente, o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) e o Lucro são aplicados sobre os custos para formar o preço de venda. O BDI cobre as despesas indiretas e os tributos, enquanto o lucro representa a remuneração pelo capital investido e pelo risco assumido pela empresa.

O detalhamento que permite essa precisão vem da composição de custos, que é a decomposição de cada serviço em seus insumos básicos, com seus respectivos índices de produtividade, preços de mercado e encargos sociais. Essas composições podem ser construídas a partir da medição direta da produtividade em campo — a abordagem mais fiel — ou adaptadas de bancos de dados de sistemas de referência, como o SICRO e a SEINFRA.

### ***2.5.2 Níveis de detalhamento e o papel do projeto executivo***

A qualidade de um orçamento está intrinsecamente atrelada ao nível de detalhamento do projeto que o embasa. É possível classificar a orçamentação em três níveis progressivos de precisão. A Estimativa de Custo oferece uma visão ampla, baseada em indicadores históricos ou em projetos similares. O Orçamento Preliminar já avança, com o levantamento de algumas quantidades e cotações. O padrão-ouro, no entanto, é o Orçamento Analítico, um estudo detalhado que se baseia nas composições de custos de todos os serviços, resultando em um valor o mais próximo possível da realidade.

Para que um orçamento analítico seja justo e exato, ele deve ser balizado por um projeto executivo completo e por especificações rígidas de materiais e serviços. A falta de detalhamento técnico é uma das principais fontes de erro, com estudos indicando que orçamentos baseados apenas em projetos básicos podem apresentar desvios de 20% a 30% em relação ao custo real do projeto executivo.

### ***2.5.3 O Orçamento como ferramenta de controle***

A verdadeira função da Engenharia de Custos é o controle do empreendimento, e o orçamento detalhado é a principal ferramenta para exercer essa função. Ele deixa de ser um documento estático para se tornar uma bússola que guia a gestão, permitindo a comparação constante e sistemática entre o planejado e o realizado. É nesse ponto que ferramentas como a Curva ABC revelam seu poder: ao analisar o orçamento, elas identificam os poucos insumos e serviços (Classe A) que representam a maior parte do custo total, direcionando os esforços de gestão, cotação e negociação para onde eles terão o maior impacto. Dessa forma, o orçamento se consolida não apenas como um plano de custos, mas como um instrumento dinâmico de gestão estratégica.

## **2.6 A tabela de custos unitários de serviço de engenharia (SEINFRA)**

A complexidade inerente à formulação de composições de custos exatas, especialmente no setor público, onde a padronização e a transparência são imperativos legais, torna a utilização de sistemas referenciais de preços uma prática inadiável. Tais sistemas proporcionam um banco de dados robusto que atua como ponto de partida para o orçamentista, racionalizando o tempo e fornecendo um parâmetro uniformizador para licitações e contratos. No cenário brasileiro, a Tabela de Custos Unitários de Serviços de Engenharia, elaborada pela Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA), destaca-se como um dos referenciais mais proeminentes. A análise minuciosa de sua

estrutura, aplicabilidade e restrições é essencial para a compreensão de sua função no ecossistema da engenharia de custos nacional.

A necessidade de uniformizar e consolidar as boas práticas de engenharia nos diversos segmentos da administração pública foi o propulsor para a criação da Tabela de Custos Unitários da SEINFRA, instituída em 2001. No âmbito do estado do Ceará, seu emprego deixa de ser uma recomendação para assumir caráter normativo; a Portaria nº 170/2001 torna obrigatória sua utilização por todas as coordenadorias e órgãos subordinados à secretaria na confecção de seus orçamentos. Para além das fronteiras estaduais, a tabela alcançou a condição de referencial nacional de relevo, sendo reconhecida pela sua abrangência, qualidade e regularidade das atualizações, conferindo maior robustez ao planejamento de empreendimentos que abrangem desde rodovias e edificações até projetos de saneamento.

A arquitetura das composições de custos da SEINFRA observa o padrão de outros sistemas referenciais, apresentando-se em formato misto (horário/unitário), no qual os custos de equipamentos são apurados por hora produtiva e os de materiais e mão de obra, por unidade de serviço. Não obstante, é imperativo reconhecer a natureza de qualquer tabela de custos padrão: trata-se de instrumentos de aplicação generalizada, derivados de simulações em modelos reduzidos e apropriações em condições controladas, frequentemente ideais. Por concepção, elas não abarcam as múltiplas variáveis e contingências de uma obra real, tais como as condições peculiares do solo, os entraves logísticos ou a produtividade singular de uma equipe específica. Consequentemente, os custos da SEINFRA devem ser encarados como balizadores e não como verdades absolutas, incumbindo ao engenheiro de custos a função vital de adequá-los à realidade do empreendimento, conforme preconizado por Goldman (1997) ao alertar sobre os riscos da aplicação indiscriminada de tabelas genéricas sem o devido ajuste local.

Um aspecto crítico que demarca a distinção da SEINFRA em relação a outros sistemas, como o SICRO-3, reside na ausência de um Manual de Custos de acesso público. Essa carência de transparência metodológica obsta que o usuário externo verifique as premissas, os modelos de cálculo e os parâmetros adotados para a determinação da produção das equipes e dos custos horários dos equipamentos. Embora internamente a SEINFRA utilize Manuais de Cálculo e Fichas de Produção custodiados pela sua Célula de Normatização e Custos (CNTO), a inacessibilidade a esses documentos restringe a capacidade de análise crítica por parte dos profissionais e da sociedade. Essa opacidade sublinha a necessidade de o orçamentista jamais adotar uma composição de modo passivo; é sua responsabilidade analisar a compatibilidade entre o serviço referenciado e aquele que será efetivamente executado, elaborando composições customizadas sempre que a tabela não se aplicar com fidelidade, assegurando, assim, a precisão e a equidade do orçamento final, em consonância com os princípios de economicidade e transparência exigidos pelo Tribunal de Contas da União (TCU, 2023).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Abordagem e tipo de pesquisa**

A investigação proposta parte da constatação de um descompasso recorrente entre os preceitos teóricos da orçamentação e a realidade operacional das obras. Para mitigar

essa distância e promover uma aproximação no contexto real, este estudo adota uma abordagem metodológica de natureza majoritariamente quantitativa. A opção pelo método quantitativo justifica-se pela necessidade de mensuração objetiva de variáveis tangíveis — tais como o consumo de insumos, índices de produtividade da mão de obra e parâmetros de custos —, permitindo uma análise estatística rigorosa e a identificação de desvios com base em dados concretos, conforme defendem Richardson e Peres (1999).

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se simultaneamente como descritiva e exploratória. O caráter descritivo manifesta-se no esforço de mapeamento detalhado da sistemática de orçamentação atualmente adotada pela organização, buscando diagnosticar seus processos e fluxos de informação. Por sua vez, o viés exploratório se materializa na proposição e aplicação de uma nova metodologia de gestão, visando compreender sua eficácia e validar sua implementação em ambiente real. Segundo Gil (2002), estudos com essa natureza são fundamentais para situações onde o objetivo é aprimorar instrumentos já existentes ou desenvolver novos modelos de análise baseados em evidências empíricas.

No que tange à estratégia de pesquisa, optou-se pelo estudo de caso, delimitado ao universo de uma construtora de médio porte. A seleção deste desenho metodológico pauta-se na premissa de que o fenômeno da gestão de custos deve ser analisado dentro de seu contexto social e organizacional, mantendo interações holísticas com o ambiente. Para Yin (2015), o estudo de caso é a estratégia indicada para a investigação de fenômenos contemporâneos em profundidade, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

O objetivo não reside na generalização estatística dos resultados para o setor da construção civil como um todo, mas sim na generalização analítica do método proposto. Conforme Eisenhardt (1989), o estudo de caso permite a construção de teoria a partir de evidências empíricas, visando desenvolver e testar um protocolo de otimização de custos que, embora aplicado a um recorte específico, seja replicável e adaptável a outras realidades organizacionais, garantindo assim a relevância científica e prática do trabalho.

### **3.2 Fonte de dados**

A pesquisa se fundamentará em dados de natureza secundária, extraídos diretamente do sistema de gestão integrada utilizado pela empresa, o Informakon. A escolha por esta fonte não é por mera conveniência; o sistema representa a memória organizacional da construtora, o repositório central onde são registrados, validados e armazenados os dados históricos de composições de custos, consumo de insumos, produtividades das equipes e quantitativos de serviços. Esses dados, embora secundários para o pesquisador, são primários e empíricos para a empresa, pois refletem o aprendizado acumulado ao longo de diversos projetos concluídos, constituindo a base ideal para a análise proposta.

### **3.3 Premissas metodológicas**

A validade e a aplicabilidade da metodologia proposta se apoiam em um conjunto de premissas fundamentais que tratam os dados históricos não como números brutos, mas como uma fonte confiável de aprendizado organizacional. Essas premissas são o alicerce que permite a transformação de dados passados em conhecimento futuro.

P1 - A Confiança nos Registros Pós-Execução: Assume-se que as composições de custos finalizadas e registradas no sistema ao término de uma obra refletem, com alta fidelidade, os quantitativos efetivamente consumidos. Isto porque elas passam por um processo de medição, validação e ajuste, incorporando as condições reais de campo e as eventuais alterações de projeto.

P2 - A Integralidade do Escopo do Serviço: Considera-se que as composições registradas englobam a totalidade das atividades e insumos necessários para a completa execução do serviço, em conformidade com o projeto e as especificações técnicas. Esta premissa descarta a possibilidade de que um serviço tenha sido orçado de forma incompleta.

P3 - A Aderência aos Padrões de Qualidade: Os dados analisados pertencem a serviços que foram executados e recebidos pelo cliente de acordo com os rigorosos padrões de qualidade da construtora. Isso garante que os quantitativos de material e mão de obra não sejam reflexos de execuções apressadas ou de baixa qualidade, o que distorceria a análise de produtividade.

### **3.4 Procedimento metodológico detalhado**

O núcleo operacional desta pesquisa estrutura-se em um processo iterativo de análise, compatibilização e depuração de dados, concebido para alimentar um ciclo virtuoso de melhoria contínua no planejamento de novos orçamentos. A abordagem adotada baseia-se na comparação sistemática de quatro vértices de informação para cada serviço relevante: a composição padrão de mercado (referencial SEINFRA), a composição basal (adotada no orçamento inicial da obra), a composição real (apurada com os dados de consumo e produtividade extraídos do sistema ao final da execução) e, por fim, a composição projetada (o novo modelo otimizado).

Para viabilizar esse exame, a pesquisa caracteriza-se como um estudo aplicado de natureza quantitativa, desenvolvido por meio de um estudo de caso múltiplo em quatro obras executadas por uma mesma construtora. A homogeneidade do porte, método construtivo e, principalmente, o sistema de gestão — todos os empreendimentos utilizam o software Informakon — foram determinantes para a escolha da amostra. O sistema funcionou como a fonte primária de dados, oferecendo a rastreabilidade necessária desde o orçamento inicial até as solicitações finais de materiais e apontamentos de produção.

A fase crítica do trabalho residiu na compatibilização e filtragem dessas informações. Entende-se que a mera replicação dos custos reais não é suficiente, pois os dados de campo frequentemente carregam ineficiências pontuais que não devem ser perpetuadas em orçamentos futuros. Por isso, procedeu-se a uma "depuração" da composição real, com o objetivo de isolar o que se pode chamar de "DNA" da produtividade. Foram identificados e expurgados volumes atrelados a fatores não sistêmicos, tais como desperdícios anormais de materiais, retrabalhos decorrentes de erros de projeto ou execução, e baixas produtividades esporádicas causadas por intercorrências como quebra de equipamentos ou problemas climáticos. O intuito foi refinar a composição para que ela representasse um custo ideal e realizável, e não o custo real cheio de imperfeições.

Para delimitar o universo analisado com precisão, aplicou-se a curva ABC em cada uma das obras, focando nos insumos das classes Materiais (M) e Trabalhadores (T),

dada sua representatividade financeira e variabilidade. Foram selecionados alguns insumos de materiais e mão de obra em cada empreendimento, totalizando vinte e seis (26) itens analisados. Serviços terceirizados e locações específicas foram excluídos da análise estatística principal devido à sua natureza contratual e à dificuldade de comparação direta por quantitativos físicos.

Para cada insumo, levantaram-se todas as composições presentes, calculando-se o desvio entre os quantitativos orçados e os solicitados. É importante notar que os orçamentos analisados correspondem às versões atualizadas no sistema, e não necessariamente ao orçamento-base original. A observação de que ajustes ocorrem preferencialmente por acréscimo de quantitativos — sendo raras as reduções formais de superestimativas — foi um comportamento considerado na interpretação dos resultados.

Os dados coletados subsidiaram uma análise de regressão linear simples, adotando-se a quantidade orçada como variável independente e a quantidade solicitada como variável dependente. Essa modelagem estatística teve por objetivo verificar o grau de associação entre o planejamento e o consumo real, bem como identificar tendências sistemáticas de superestimação ou subestimação. A qualidade dos ajustes foi avaliada por meio do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), análise de variância (ANOVA) e estudo gráfico de resíduos, checando-se a normalidade e a homocedasticidade dos modelos.

A composição resultante desse processo de depuração e análise estatística representa um modelo de custo otimizado e realista, calibrado pela experiência própria da empresa. Esse modelo, que constitui a chamada "Composição Projetada", foi incorporado à base de dados interna para servir de base a futuras estimativas. Dessa forma, a metodologia não apenas aumenta a acurácia das previsões, mas também interrompe o ciclo de propagação de ineficiências, transformando o histórico de dados em um ativo intelectual estratégico para a construtora, embora se reconheçam as limitações inerentes ao método, como variações de produtividade entre equipes e particularidades de cada canteiro de obras.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização das obras analisadas

A base empírica deste estudo compreende quatro empreendimentos executados por uma única construtora, uma condição que favorece a homogeneidade da amostra em termos de sistema de gestão, metodologia construtiva e processos de controle. Todos os empreendimentos foram gerenciados por meio do software Informakon, ferramenta que integra os módulos de orçamento, planejamento, suprimentos, contratos e controle de produção, assegurando o registro histórico das informações ao longo de todo o ciclo de execução.

Tabela 2 – Caracterização das Obras

OBRA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	TIPOLOGIA	Nº DE PAVIMENTOS	PADRÃO	SISTEMA ESTRUTURAL
OBRA 1	5073,26	residencial multifamiliar	11	MÉDIO	concreto armado
OBRA 2	5710,4	shopping center	6	MÉDIO	concreto armado
OBRA 3	15968,42	residencial multifamiliar	25	MÉDIO	concreto armado
OBRA 4	11667,56	residencial multifamiliar	25	MÉDIO	concreto armado

Fonte: Autor

A caracterização preliminar das quatro obras revela um cenário que mistura semelhanças operacionais com distinções funcionais relevantes. Três dos empreendimentos correspondem a edifícios residenciais multifamiliares, variando principalmente em área construída e número de pavimentos. A Obra 2, contudo, destaca-se por tratar-se de um shopping center, conferindo ao conjunto uma heterogeneidade importante. Essa diferença tipológica vai além da nomenclatura: empreendimentos comerciais possuem padrões de ocupação distintos, exigem infraestruturas prediais mais complexas — como sistemas de climatização e elétricos robustos — e contam com grandes áreas técnicas e de circulação, fatores que impactam diretamente a composição de custos.

A inclusão da Obra 2 no universo analisado não buscou a homogeneidade, mas sim testar a robustez do procedimento metodológico proposto. Ao submeter um empreendimento comercial à mesma análise de residenciais multifamiliares, verifica-se se a metodologia mantém sua validade mesmo diante de tipologias diferentes, desde que preservadas condições de comparabilidade como porte aproximado, padrão construtivo médio e sistema estrutural em concreto armado. Assim, avalia-se não apenas o comportamento dos insumos em obras similares, mas a consistência dos resultados frente a variações de uso e funcionalidade.

As especificidades de cada obra permitem leituras adicionais sobre os dados. As Obras 3 e 4, com 25 pavimentos cada, demandam naturalmente uma coordenação logística mais intensa, uso extensivo de transporte vertical e um planejamento de suprimentos mais rigoroso em comparação a edificações de menor altura. A Obra 1, embora menor em escala, pode apresentar uma proporcionalidade maior de custos indiretos, traço comum em empreendimentos de porte intermediário. Já a Obra 2, mesmo com menor número de pavimentos, concentra grandes áreas e vãos livres, impondo desafios estruturais e de execução típicos de grandes centros comerciais.

Em síntese, o conjunto formado por essas quatro obras oferece uma amostra variada o suficiente para análises comparativas sólidas, ao mesmo tempo em que mantém elementos comuns — padrão construtivo, estrutura de concreto armado e gestão via mesmo software — que conferem coerência interna ao estudo. A presença do shopping center, reforça o alcance da abordagem ao demonstrar que o procedimento analítico é aplicável a diferentes tipologias sem perda de consistência.

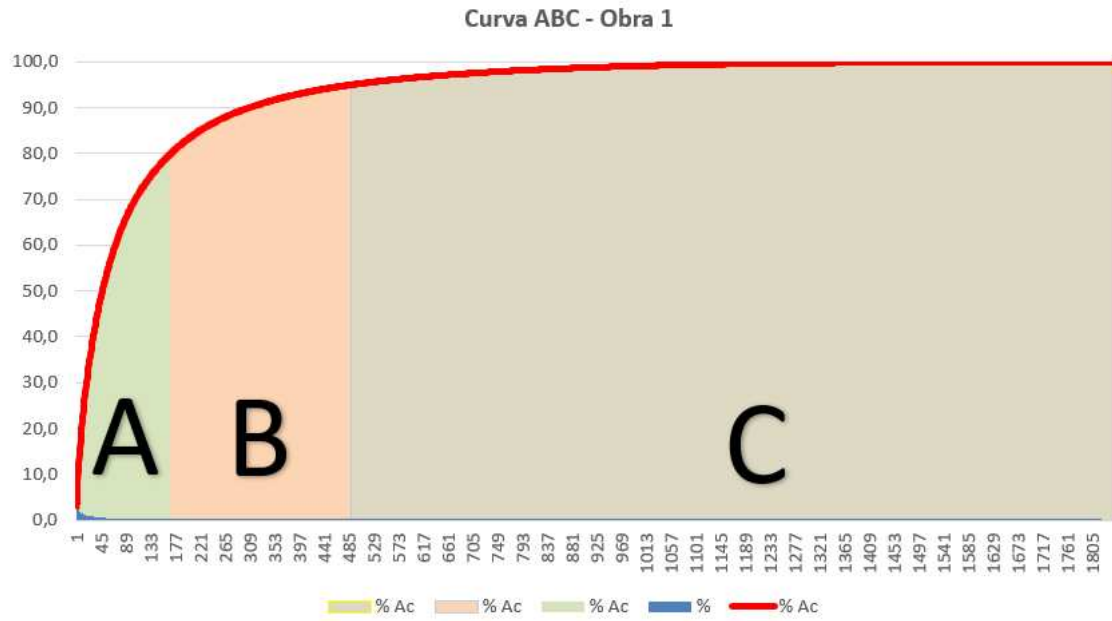
#### **4.2 Estrutura orçamentária e curva ABC das obras**

A análise da estrutura orçamentária das obras avaliadas fundamenta-se na aplicação da curva ABC aos insumos registrados no software de gestão, com o objetivo de identificar quais itens concentram a maior parcela dos custos e, conseqüentemente, exercem maior influência sobre o orçamento global. A curva ABC baseia-se no princípio de Pareto, premissa clássica da administração de materiais e controle de custos, segundo a qual uma parcela reduzida dos itens responde pela maior parte do valor movimentado. Na prática, insumos classificados na faixa “A” representam aqueles de maior impacto financeiro; os da faixa “B” têm relevância intermediária; e os da faixa “C” compõem a grande massa de itens de baixo valor unitário ou pouca representatividade no custo final.

Neste estudo, a curva ABC foi construída individualmente para cada obra, considerando variáveis como classe do insumo, descrição, unidade de medida, quantidade, preço unitário e total, acumulado financeiro, percentual e percentual acumulado, além da classificação nas faixas A, B ou C. Esse procedimento permitiu ordenar os insumos não apenas por valor, mas observar objetivamente o comportamento dos custos ao longo das diferentes categorias.

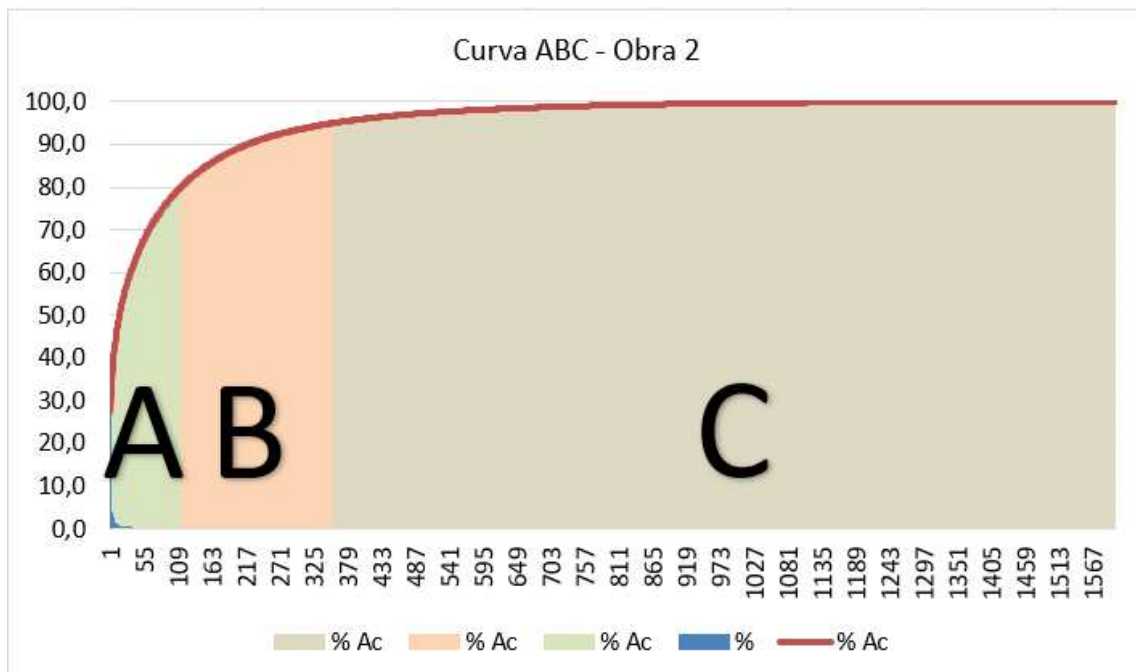
Os critérios de seleção priorizaram os insumos pertencentes às classes Materiais (M) e Trabalhadores (T). A opção por esses dois grupos deve-se ao fato de apresentarem caráter marcadamente quantitativo, variação ao longo da execução e participação significativa no custo total. Outras classes, como serviços terceirizados, envolvem contratos fechados e valores globalizados que dependem diretamente da negociação entre a construtora e parceiros, tendo menor relação com o consumo físico direto. Da mesma forma, classes como equipamentos, ferramentas e encargos tendem a ter comportamento mais rígido ou caráter administrativo, razão pela qual não foram contempladas na análise principal.

Gráfico 1 – Curva ABC – Obra 1



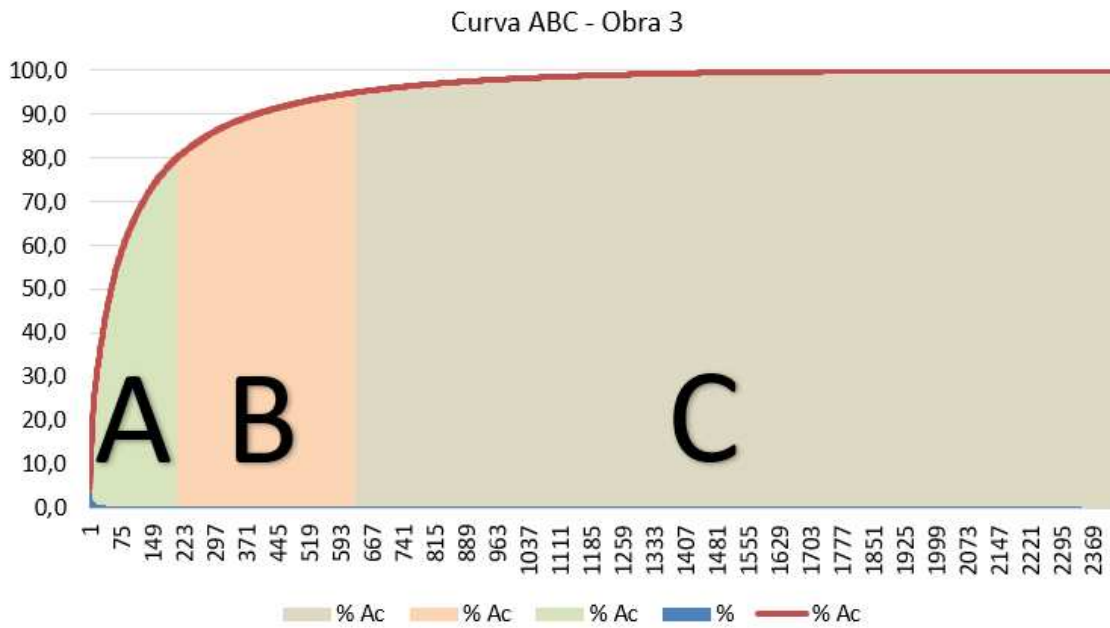
Fonte: Autor

Gráfico 2 – Curva ABC – Obra 2



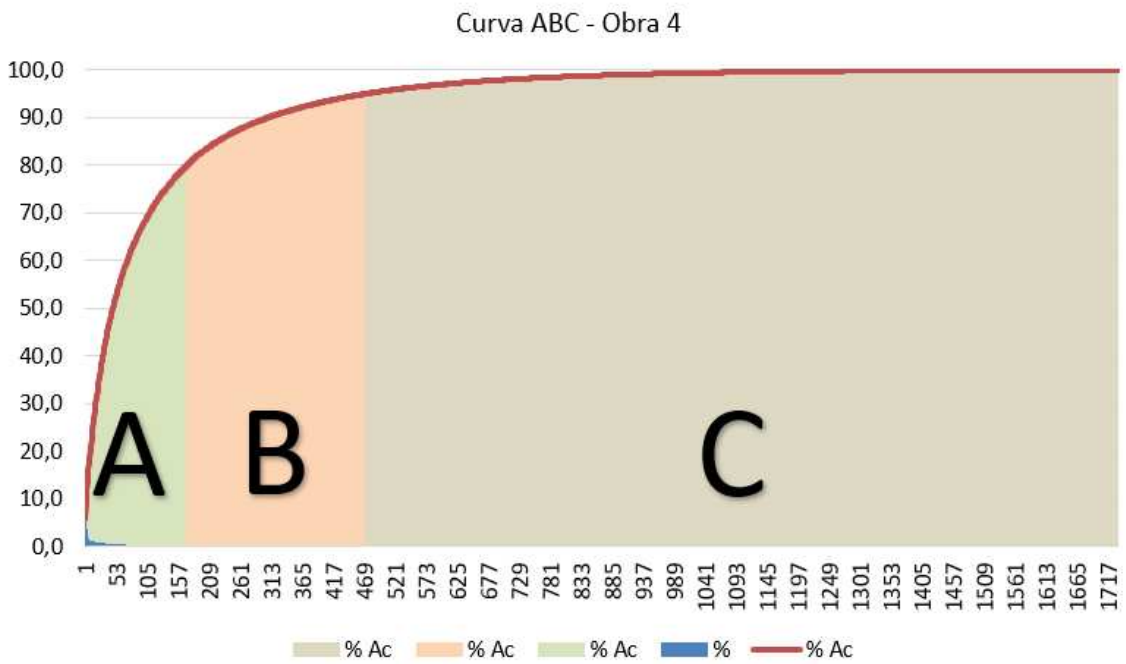
Fonte: Autor

Gráfico 3 – Curva ABC – Obra 3



Fonte: Autor

Gráfico 4 – Curva ABC – Obra 4



Fonte: Autor

Os resultados da curva ABC refletem tanto a representatividade financeira de cada item quanto o perfil construtivo dos empreendimentos. Na Obra 1, foram identificados 133 insumos na faixa A, em um universo total de 1.805 itens. Na Obra 2, 109 insumos classe A entre 1.567 itens totais; na Obra 3, 223 insumos classe A em um total de 2.369; e na Obra 4, 157 insumos classe A dentre 1.717. Observa-se um comportamento coerente: empreendimentos de maior área e número de pavimentos, como as Obras 3 e 4, possuem naturalmente mais itens orçamentários e, portanto, maior número de insumos na faixa A.

E para esta seção detalha-se os principais insumos da classe dos materiais e mão de obra de cada obra. A base de dados completa, devido ao seu volume, não foi integralmente inserida neste trabalho, uma versão resumida, mostrando apenas a curva A encontram-se nos anexos 1 ao 4.

Tabela 3 – Curva A – Obra 1

#	Class	Insumo	Especificação	Unidad	Quantidade	Preço Unitário	Total	Acumulado	%	% Ac	Curva
6	T	3741	Pintor	h	12.744,7330	25,600000	326.265,16	2.895.229,54	1,59	14,13	A
13	M	75667	Forro de gesso aramado FGE, Com	m²	3.502,2900	67,400000	236.054,35	4.893.957,25	1,15	23,88	A
14	T	82541	Complemento de produção	Vb	233.371,9528	1,000000	233.371,95	5.127.329,20	1,14	25,02	A
16	M	80615	Bancada em granito Verde Ubatuba	m²	362,2375	588,000000	212.995,65	5.566.308,85	1,04	27,16	A
21	T	3698	Gesseiro	h	21.807,6811	9,000000	196.269,13	6.585.053,91	0,96	32,13	A
26	M	81198	Quadros elétricos	Vb	168.205,7000	1,000000	168.205,70	7.475.445,04	0,82	36,48	A
30	T	3731	Servente	h	19.887,5835	7,956000	158.225,61	8.121.530,85	0,77	39,63	A
32	T	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tip	h	11.983,8245	12,805000	153.452,87	8.429.919,52	0,75	41,13	A
33	M	79562	Porcelanato 60x60cm Munari cor ci	m²	3.074,3634	45,630000	140.283,20	8.570.202,72	0,68	41,82	A
36	T	3703	Eletricista	h	12.645,2697	10,660000	134.798,58	8.982.072,04	0,66	43,83	A
37	T	3423	Mestre de obras	mês	19,0000	7.000,000000	133.000,00	9.115.072,04	0,65	44,48	A
38	M	81643	Tijolo cerâmico 11,5x19x19 cm, cor	un	128.580,4767	1,000000	128.580,48	9.243.652,52	0,63	45,10	A
39	M	82646	Porcelanato forma branco acetinad	m²	3.729,5139	34,070000	127.064,54	9.370.717,05	0,62	45,72	A
41	M	36318	Cabo isolado em PVC flexível 0,6/1	m	8.397,0000	14,630000	122.848,11	9.619.665,16	0,60	46,94	A

Fonte: Autor

Quanto aos Materiais (M), os itens classificados na faixa A espelham as etapas mais significativas do processo construtivo. Na Obra 1, destacam-se o forro de gesso, bancadas em granito, porcelanato 60×60, tijolo cerâmico e cabos flexíveis. Estão associados às fases de vedação, instalações e acabamentos. O porcelanato e as bancadas, itens de alto valor unitário, influenciam diretamente a percepção de qualidade, enquanto o tijolo, de menor custo, aparece pelo grande consumo. Os cabos flexíveis refletem o peso das instalações elétricas.

Tabela 4 – Curva A – Obra 2

#	Class	Insumo	Especificação	Unidad	Quantidade	Preço Unitário	Total	%	% A	Cur
13	T	3702	Armador	h	19.081,7307	11,9600	228.217,50	0,88	48,33	A
14	T	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (T	h	18.112,3652	11,4100	206.662,09	0,80	49,13	A
19	M	85780	Telha Trapezoidal Termoacústica	m²	1.670,0000	104,2100	174.030,70	0,67	52,66	A
20	T	3707	Carpinteiro	h	14.373,6552	11,9600	171.908,92	0,66	53,32	A
21	M	33675	Aço ca-50 3/4" (20,00 mm) - cor	kg	26.752,2397	5,9800	159.978,39	0,62	53,94	A
22	M	80829	Aço ca-50 1" (25,00 mm) - corta	kg	26.120,8600	5,9800	156.202,74	0,60	54,54	A
23	M	63692	Cimento portland CP II-F-32, Co	kg	206.589,7287	0,7400	152.876,40	0,59	55,13	A
26	M	78720	Grupo gerador para força, diese	un	1,0000	138.000,0000	138.000,00	0,53	56,79	A
28	T	3731	Servente	h	16.900,1660	7,8200	132.159,30	0,51	57,81	A
30	M	78807	Transformador 500KVA a seco /	un	1,0000	115.000,0000	115.000,00	0,44	58,74	A
31	T	3703	Eletricista	h	9.546,6755	11,9600	114.178,24	0,44	59,18	A
32	M	57291	Cabo flexível PP com 4 condutor	m	3.800,0000	29,9200	113.696,00	0,44	59,62	A

Fonte: Autor

Na Obra 2, de tipologia comercial, os principais materiais são telha trapezoidal termoacústica, aço CA-50, cimento Portland, transformador 500 kVA e cabos flexíveis. O perfil é distinto, marcado por maior participação de elementos estruturais e infraestrutura elétrica. A presença do transformador de grande porte e telhas

termoacústicas é típica de comerciais, que exigem conforto ambiental e grandes vãos, embora aço e cimento confirmem seu papel central na estrutura.

Tabela 5 – Curva A – Obra 3

#	Class	Insumo	Especificação	Unid	Quantidade	Preço Unitário	Total	Acumulad	%	% Ac	Curva
2	M	247	Tela de arame galvanizada	m²	19.774,6346	95,0000	1.878.590,29	4.152.703,63	3,59	7,94	A
4	M	63487	Aço ca-50 5/8" (16,00 mm) - cortado	kg	160.342,2957	7,7600	1.244.256,21	7.266.645,08	2,38	13,90	A
9	T	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C	h	71.477,8538	9,9000	707.630,75	11.732.990,46	1,35	22,44	A
12	T	3731	Servente	h	71.405,0074	7,3800	526.968,95	13.527.969,26	1,01	25,87	A
16	T	3702	Armador	h	44.683,6059	9,9000	442.367,70	15.441.513,34	0,85	29,53	A
17	T	3698	Gesseiro	h	44.048,1304	9,6800	426.385,90	15.867.899,24	0,82	30,34	A
19	T	76157	Pedreiro de Acabamento	h	37.918,4923	10,2800	389.802,10	16.669.497,14	0,75	31,87	A
20	M	59549	Bloco de gesso 7,0 x 50 x 67 cm	un	29.999,3508	12,4200	372.591,94	17.042.089,08	0,71	32,59	A
22	M	88814	Bloquete para pavimento intertravado	un	8.000,0000	45,0000	360.000,00	17.771.108,46	0,69	33,98	A
24	M	81470	Porcelanato Urban Off White 61X61m	m²	8.184,4183	43,1700	353.321,34	18.478.868,48	0,68	35,33	A
26	T	3422	Engenheiro civil	mês	37,0000	9,105,4600	336.902,02	19.158.224,50	0,64	36,63	A
27	T	3741	Pintor	h	33.014,0863	10,1400	334.762,84	19.492.987,34	0,64	37,27	A

Fonte: Autor

Na Obra 3, os materiais de maior representatividade incluem tela de arame, aço CA-50, blocos de gesso, textura para pintura externa e cimento CP II. A combinação evidencia o peso da estrutura e das soluções de fechamento, especialmente em edifícios altos. O uso de bloco de gesso aponta para vedação racionalizada, comum em verticais de grande porte, e a textura externa reflete custos de fachada e durabilidade.

Tabela 6 – Curva A – Obra 4

#	Class	Insumo	Especificação	Unidad	Quantidade	Preço Unitário	Total	Acumulado	%	% Ac	Curva
6	M	63490	Aço ca-50 1/2" (12,50 mm) - cortado e	kg	78.955,93	5,86	462.681,72	5.525.812,48	1,37	16,31	A
7	M	89847	Porcelanato Campus Off White AC 70x	m²	8.845,15	48,33	427.486,12	5.953.298,61	1,26	17,58	A
8	M	63487	Aço ca-50 5/8" (16,00 mm) - cortado e	kg	72.541,20	5,86	425.091,44	6.378.390,04	1,26	18,83	A
14	T	3731	Servente	h	49.779,87	7,82	389.278,62	8.780.522,62	1,15	25,92	A
18	T	3427	Técnico de edificações	mês	86,00	3.675,00	316.050,00	10.144.656,62	0,93	29,95	A
19	T	3707	Carpinteiro	h	26.063,74	11,96	311.722,31	10.456.378,94	0,92	30,87	A
23	M	69415	Aço ca-50 5/16" (8,00 mm) - cortado e	kg	46.136,75	6,32	291.584,29	11.648.702,72	0,86	34,39	A
24	T	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C	h	25.388,15	11,41	289.450,57	11.938.153,29	0,85	35,24	A
25	T	3703	Eletricista	h	22.645,72	11,96	270.842,86	12.208.996,15	0,80	36,04	A
27	T	3741	Pintor	h	25.612,60	10,14	259.711,77	12.735.406,16	0,77	37,60	A
30	M	72909	Bloco de gesso hidrofugante 7,0 x 50 x	un	13.413,00	18,32	245.726,16	13.487.345,08	0,73	39,82	A
31	M	85179	Textura Predial Engenharia Terracor	kg	25.224,00	9,41	237.357,80	13.724.702,88	0,70	40,52	A
33	M	1567	Cimento portland CP II-Z-32, Conform	kg	315.059,14	0,74	233.143,76	14.191.901,52	0,69	41,90	A

Fonte: Autor

Na Obra 4, reaparecem aço CA-50, porcelanato, bloco de gesso, textura externa e cimento CP II, confirmando o padrão semelhante ao da Obra 3. A reincidência sugere que em residenciais verticais, os maiores impactos concentram-se nas fases estruturais (aço e cimento) e de acabamento (porcelanato, blocos e revestimentos).

Em relação aos Trabalhadores (T), os resultados também são consistentes. Na Obra 1, os principais são pintor, gesseiro, servente, pedreiro de alvenaria/reboco e eletricista, focados em acabamento e instalações. Na Obra 2, aparecem armador, pedreiro de alvenaria, carpinteiro, servente e eletricista, com ênfase na fase estrutural, coerente com o shopping center. Nas Obras 3 e 4, repetem-se servente, carpinteiro, pedreiro de alvenaria, eletricista, pintor, gesseiro e armador, evidenciando a força de trabalho direta em diversas fases.

Em síntese, a curva ABC permitiu identificar onde os impactos financeiros são mais relevantes. Há um núcleo comum de insumos críticos associados a estrutura, vedação, instalações e acabamento, permitindo direcionar a análise para os itens de maior influência. As planilhas completas encontram-se no Apêndice.

### 4.3 Comparativo entre quantidade orçada × solicitada

A comparação entre as quantidades orçadas e as efetivamente solicitadas ao longo da execução permite avaliar o grau de aderência do planejamento inicial à realidade do empreendimento. Para esta análise, adotam-se dois conceitos: sobra e estouro. Considera-se sobra quando o quantitativo orçado supera o solicitado, indicando superestimação de consumo ou ganhos de produtividade; o estouro ocorre quando o solicitado supera o orçado, apontando subestimação inicial, perda de materiais, retrabalho ou alterações de escopo.

Na prática da construção civil, esses desvios são inerentes ao processo e não devem ser vistos apenas como falhas, mas como reflexo da complexidade executiva. Projetos, interferências, mudanças de clientes, clima e variação de produtividade influenciam diretamente os consumos. Mais importante do que o erro nulo é compreender os padrões que se repetem.

Um ponto relevante é o funcionamento do Informakon, base de dados do estudo. O software permite reorçamentos durante a execução: o gestor pode revisar quantitativos ao identificar insuficiências. Na prática, observa-se que os usuários tendem a ajustar para cima em caso de estouro, mas raramente reduzem as quantidades quando há sobra. Assim, as sobras tendem a ser mais fidedignas, pois não foram "corrigidas", enquanto parte dos estouros pode ter sido amortecida por revisões sucessivas.

Tabela 7 – Orçado x Solicitado – Obras

OBRA	QTE ORÇADO	QTE SOLICITADO	DESVIO PERCENTUAL	STATUS DA OBRA
OBRA 1	7052451,73	6120333,90	13%	FINALIZADA
OBRA 2	5552664,87	5337345,47	4%	FINALIZADA
OBRA 3	16852551,41	12986514,82	23%	EM ANDAMENTO
OBRA 4	10485457,82	3838283,94	63%	EM ANDAMENTO

Fonte: Autor

- a) Obra 1 – desvio percentual de 13% (obra finalizada): A Obra 1 apresenta um desvio de 13% entre o valor orçado e o solicitado, com o quantitativo solicitado inferior ao previsto. Por ser obra concluída, o percentual expressa o comportamento final. Isso sugere superestimação de consumo em algumas frentes, possivelmente por coeficientes conservadores de perdas ou produtividade superior à esperada. É um resultado consolidado e confiável.
- b) Obra 2 – desvio percentual de 4% (obra finalizada): A Obra 2 apresenta o menor desvio (4%), indicando alta aderência entre orçamento e consumo. Trata-se de um shopping center, tipologia distinta das residenciais. A inclusão visava verificar a aplicabilidade do método em naturezas diferentes, e os resultados sugerem consistência. O baixo desvio também pode estar ligado ao maior detalhamento de projetos típico de edificações comerciais.
- c) Obra 3 – desvio percentual de 23% (obra em andamento): Com desvio de 23%, a diferença é mais expressiva. Parte do valor pode decorrer do estágio de avanço físico, pois serviços já orçados ainda não geraram solicitações. O maior porte e o número de pavimentos aumentam a probabilidade de variações acumuladas, contribuindo para percentuais mais altos.

- d) Obra 4 – desvio percentual de 63% (obra em andamento): A Obra 4 teve o desvio mais significativo (63%). Isso pode estar associado a serviços orçados ainda não convertidos em solicitações e ajustes de escopo. Considerando o reorçamento no Informakon, esse valor não deve ser interpretado isoladamente como erro inicial, mas como reflexo do estágio de execução e do processo de revisão contínua.

#### 4.3.1 Relação entre porte e magnitude do desvio

A análise conjunta sugere que empreendimentos de maior porte tendem a apresentar maiores percentuais de desvio. Obras com mais pavimentos, área e diversidade de serviços reúnem mais fontes de incerteza — variabilidade de produtividade, interferências, mais equipes e retrabalhos. Embora não haja causalidade direta, há uma associação clara entre complexidade e amplitude do desvio.

#### 4.3.2 Obra finalizada × obra em andamento

O estágio de execução influencia diretamente os resultados. Empreendimentos finalizados têm percentuais mais estáveis, pois tudo foi executado e registrado. Nas obras em andamento, há orçamento para serviços futuros, gerando diferença natural entre orçado e solicitado. Os desvios em execução devem ser interpretados com cautela, pois tendem a se reduzir até a conclusão.

#### 4.3.3 Confiabilidade diferenciada

Dadas as características do sistema e das práticas de gestão, os dados de obra tendem a ser mais representativos da realidade final, pois raramente sofrem revisão. Já os estouros devem ser analisados sob a ótica do reorçamento, pois parte da diferença original pode ter sido incorporada aos quantitativos ao longo do tempo, reduzindo artificialmente o desvio.

O estudo avaliou exclusivamente quantitativos físicos de insumos. Custos indiretos, administrativos, mobilização e canteiro de obras não integram esta análise.

### 4.4 Análise dos principais insumos

Esta seção detalha os desvios insumo a insumo.

#### 4.4.1 Obra 1 – principais insumos

A Obra 1 apresentou um comportamento quantitativo que, à primeira vista, demonstra coerência com o orçamento. Contudo, a observação detalhada dos insumos de maior representatividade financeira (Classe A) revela variações pontuais entre quantidades orçadas e solicitadas. O objetivo aqui não é apenas apontar estouros ou sobras, mas compreender como esses desvios são produzidos, considerando reorçamentos no Informakon, ajustes projetuais e decisões da equipe.

#### a) Materiais – principais insumos

Tabela 8 – Materiais – Curva ABC – Obra 1

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtdc Orc	Qtdc SO	sobre/falta	apontamento	desvio
26	79562	Porcelanato 60x60cm Munari cor cimento, Conforme NBR 15463	m <sup>2</sup>	3.074,36	3.050,00	-24,36	100	-0,3%
18	75667	Forro de gesso aramado FGE, Conforme NBR 14715	m <sup>2</sup>	3.502,29	3.478,00	-24,29	100	-0,7%
54	80615	Bancada em granito Verde Ubatuba	m <sup>2</sup>	358,42	358,42	0,00	100	0,0%

Fonte: Autor

A tabela de materiais da Obra 1 destaca três insumos: porcelanato 60×60 cm, forro de gesso aramado FGE e bancadas em granito Verde Ubatuba. Eles aparecem associados a um número expressivo de composições (26, 18 e 54, respectivamente), o que amplia sua relevância e suscetibilidade a desvios acumulados.

No caso do porcelanato 60×60 cm, a quantidade orçada foi de 3.074,36 m<sup>2</sup> e a solicitada de 3.050,00 m<sup>2</sup>, resultando em um desvio de -0,3% (sobra). Esse comportamento pode estar ligado à otimização de cortes e modulação de paginação, pequenas variações de áreas úteis ou adoção de coeficientes conservadores no orçamento. Sendo um material de acabamento aplicado em múltiplos ambientes (26 composições), pequenas variações se distribuem pelo todo.

O forro de gesso aramado FGE, com 3.502,29 m<sup>2</sup> orçados e 3.478,00 m<sup>2</sup> solicitados, teve desvio de -0,7% (sobra). Serviços de forro são suscetíveis a ajustes de paginação, inserção ou supressão de rebaixos e interferências com instalações, o que favorece diferenças entre áreas projetadas e executadas. Revisões de projeto executivo também podem reduzir trechos previstos.

Já a bancada em granito Verde Ubatuba apresentou comportamento distinto: quantidades orçada e solicitada coincidiram exatamente (358,42 m<sup>2</sup>), com desvio de 0,0%. Isso indica elevada precisão do levantamento inicial. Ao contrário de revestimentos de piso e forro, bancadas estão associadas a ambientes e dimensões bem definidas (cozinhas, lavatórios, áreas de serviço), com menor interferência geométrica e variabilidade.

De modo geral, houve tendência à sobra de quantitativos, ainda que em percentuais reduzidos. Isso é coerente com a prática no uso do Informakon: diante de estouros, ajusta-se para cima; nas sobras, raramente se ajusta para baixo. Assim, as sobras tendem a representar melhor o consumo real. Os desvios percentuais pequenos indicam boa aderência entre projeto e execução.

#### b) Mão de obra – principais insumos

Tabela 9 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 1

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtde Orc	Qtde SO	sobre/falta	pontamentc	desvio
259	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco	h	11.983,82	12.853,58	869,76	91,5	1,0%
837	3731	Servente	h	19.887,58	20.499,87	612,29	91,9	0,3%
46	3698	Gesseiro	h	21.807,68	21.807,68	0,00	100,0	0,0%
107	3741	Pintor	h	12.744,73	11.566,00	-1.178,73	99,1	9,2%

Fonte: Autor

A análise da mão de obra na Obra 1 mostra um comportamento distinto dos materiais. Enquanto estes tenderam à sobra, a mão de obra demonstrou maior propensão ao estouro, especialmente em acabamentos e correções.

Destacam-se quatro insumos principais: pedreiro de alvenaria/reboco, servente, gesseiro e pintor. Estão distribuídos em muitas composições — pedreiros e serventes com 259 e 837 composições, respectivamente — o que indica participação intensa em diversas fases e suscetibilidade a variações acumuladas de produtividade.

O pedreiro de alvenaria/reboco apresentou quantidade orçada de 11.983,82 h e solicitada de 12.853,58 h, um estouro de 1,0%. Essa atividade depende de condições de frente de serviço, interferências entre equipes e necessidade de correções geométricas. O consumo superior pode refletir retrabalhos locais, dificuldades logísticas ou produtividade inferior à estimada.

O servente também teve estouro, com 19.887,58 h orçadas e 20.499,87 h solicitadas (desvio de 0,3%). Como está em praticamente todas as etapas — transporte, apoio, serviços auxiliares —, pequenas ineficiências distribuídas ao longo da obra somam horas. A mensuração também é menos precisa, pois atividades auxiliares nem sempre estão rigidamente vinculadas a uma composição única.

Para o gesso, há coincidência entre orçado e solicitado (21.807,68 h), com desvio de 0,0%. Isso sugere bom alinhamento, associado a um escopo bem delimitado e menos interferência de retrabalhos. Serviços de gesso seguem etapas repetitivas e padronizadas, reduzindo a variabilidade.

O insumo com maior desvio foi o pintor, com 12.744,73 h orçadas e 11.566,00 h solicitadas, uma sobra de 9,2%. Isso indica que o orçamento foi conservador, estimando produtividades menores que as alcançadas. Melhoria de técnica, mecanização parcial, padronização e aprendizado contribuíram para o aumento de produtividade e redução de horas.

Em síntese, a mão de obra está mais sujeita à variabilidade operacional que os materiais. O registro de horas envolve subjetividade e apontamentos manuais. A análise confirma o orçamento como instrumento dinâmico, sujeito a atualizações e decisões gerenciais.

#### 4.4.2 *Obra 2 – principais insumos*

A análise da Obra 2, a partir dos dados levantados, revela um perfil de consumo concentrado na fase estrutural e nos revestimentos de piso. A composição dos insumos de maior impacto financeiro aponta para um empreendimento onde o concreto armado e a execução de pavimentação de alto padrão desempenham papéis centrais, demandando um rigoroso controle de logística e produtividade.

##### a) **Materiais – principais insumos**

Tabela 10 – Materiais – Curva ABC – Obra 2

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtde Orc	Qtde SO	sobre/falta	apontamento	desvio
168	63692	Cimento portland CP II-F-32, Conforme NBR 11578	kg	206.589,73	206.150,00	-439,73	100,00	-0,6%
1	85780	Telha Trapezoidal Termoacústica em Alumínio	m²	1.670,00	1.461,50	-208,51	100,00	-12,5%

Fonte: Autor

A tabela de materiais da Obra 2 é composta predominantemente por telha trapezoidal termoacústica, aço CA-50, cimento Portland, transformador 500 kVA, com destaque para: cimento portland CP II. Essa configuração sugere que o custo da obra fortemente atrelado ao volume de concreto.

A quantidade atrelada ao cimento portland CP II evidencia a magnitude da etapa de concretagem. A presença marcante desse insumo indica um volume significativo de

obras de infraestrutura, fundações e estrutura de concreto armado. A gestão desse material é crítica, pois tem um alto volume físico e transporte complexo.

Já a telha trapezoidal termoacústica, tem seu valor elevado por ser um tipo específico de material que ocupa uma grande área, e por estar presente em apenas uma composição sua análise deve ser feita de forma individual, não precisando de um modelo estatístico de análise.

O aço CA-50, por sua vez, complementa o panorama estrutural. Sua presença no topo dos custos confirma a intensidade do uso de concreto armado no empreendimento. A análise deste insumo deve estar atenta aos índices de perda por corte e sobra de barras, bem como à eficácia do planejamento de cortes, que em obras com grande volume de estrutura representa uma oportunidade relevante de economia, pela sua variabilidade de bitolas e detalhamento de projeto, também não entrará no modelo estatístico.

Logo, os dados indicam que a Obra 2 tem seu custo massivamente impulsionado pela "casca" do edifício (estrutura de concreto e aço) e pela cobertura (telha trapezoidal termoacústica). Diferente de obras onde a diversidade de acabamentos (granitos, tintas especiais, gesso) fragmenta os custos, aqui a concentração permite um foco mais direto no controle de recebimento, dosagem de concreto e montagem da coberta. A precisão no quantitativo de cimento é um excelente indicador da aderência entre o projeto estrutural e o executado em campo.

## b) Mão de obra – principais insumos

Tabela 11 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 2

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtde Orc	Qtde SO	sobre/falta	pontamento	desvio
311	3731	Servente	h	16.900,17	16.486,56	-413,60	98,71	-2,3%
38	3707	Carpinteiro	h	14.373,66	14.212,15	-161,51	100,00	-2,6%
128	76156	Pedreiro de Alvenaria	h	18.112,37	17.709,92	-402,44	99,22	-1,6%
57	3702	Armador	h	19.081,73	18.633,34	-448,39	100,00	-5,8%

Fonte: Autor

A análise da mão de obra da Obra 2, por sua vez, reflete as demandas físicas impostas por esse perfil de materiais. A lista dos insumos de maior representatividade — servente, carpinteiro, pedreiro de alvenaria/reboco e armador — demonstra uma força de trabalho voltada para a pesada execução estrutural e alvenaria.

O servente lidera o ranking, o que é coerente com a alta demanda de materiais básicos. A movimentação de agregados e o abastecimento das betoneiras ou centrais de concreto consomem uma quantidade expressiva de horas de serventes. A produtividade da estrutura está diretamente ligada à eficiência logística desses profissionais, o que torna seu controle essencial para evitar atrasos no cronograma de concretagem.

O carpinteiro aparece como o segundo ofício mais relevante, confirmando o peso da fase de formas na obra. Grandes volumes de concreto exigem grandes áreas de fôrmas, e a montagem/desmontagem dessas estruturas é uma atividade intensiva em mão de obra especializada. O desvio de horas nesta categoria está frequentemente ligado ao índice de reaproveitamento das formas e ao grau de complexidade geométrica da estrutura.

O pedreiro de alvenaria/reboco garante a continuidade da obra após a estrutura, sendo responsável pela vedação e nivelamento. Sua presença forte na lista indica que a obra avançou significativamente nas etapas de fechamento, consumindo horas proporcionais ao metro quadrado de alvenaria erguida.

Um ponto interessante é a presença do eletricitista entre os top 5. Em uma obra dominada por estrutura e alvenaria, isso sugere que as instalações elétricas são executadas de forma concorrente ou imediatamente após a alvenaria, exigindo mão de obra qualificada para passagem de tubulações e caixas em paralelo aos serviços de pedreiros, o que aumenta a complexidade da coordenação de equipes.

Interpretação geral da mão de obra: A configuração da força de trabalho na Obra 2 é típica de uma obra onde a execução "pesada" (estrutura e alvenaria) dominou o cenário ou teve os maiores custos acumulados até o momento. A combinação de serventes e carpinteiros em alta, aponta para um canteiro focado em produtividade estrutural e controle de logística de materiais. Os desvios de orçamento neste tipo de obra estão intimamente ligados à eficiência do ciclo de concretagem (formagem, lançamento e cura) e ao ritmo de avanço da alvenaria.

#### 4.4.3 Obra 3 – principais insumos

A Obra 3, caracterizada como um edifício residencial de grande porte com 25 pavimentos, apresenta um perfil de insumos que reflete os desafios logísticos e estruturais de edificações verticais. A análise detalhada dos itens de maior representatividade financeira evidencia uma forte concentração de recursos na estrutura vertical e em sistemas de vedação racionalizados, necessários para garantir a rapidez e a segurança em uma obra dessa magnitude.

##### a) Materiais – principais insumos

Tabela 12 – Materiais – Curva ABC – Obra 3

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtde Orc	Qtde SO	sobrefalta	pontamento	desvio
20	81470	Porcelanato Urban Off White 61X61m	m <sup>2</sup>	8.184,42	8.597,78	413,36	100	0,0%
38	59549	Bloco de gesso 7,0 x 50 x 67 cm	un	29.999,35	28.187,00	-1.812,35	100	-4,9%
78	63487	Aço ca-50 5/8" (16,00 mm) - cortado	kg	160.342,30	171.819,26	11.476,97	100	-3,9%

Fonte: Autor

A tabela de materiais da Obra 3 é dominada por elementos que compõem a "espinha dorsal" do edifício e sua envoltória externa. Os destaques —aço CA-50, blocos de gesso e Porcelanato — indicam uma estratégia construtiva focada em industrialização parcial.

Diferentemente da Obra 1, onde vedações em tijolo cerâmico eram predominantes, a presença marcante dos blocos de gesso aponta para a escolha de um sistema de vedação racionalizado. Em edifícios de 25 pavimentos, o uso de blocos de gesso (drywall ou gesso acartonado para paredes internas) oferece vantagens significativas: redução do peso próprio da estrutura, menor geração de entulho e velocidade de montagem. A análise deste insumo é crítica pois, sendo um sistema seco ou semi-úmido, suas perdas são controladas de forma diferente dos materiais cerâmicos,

e sua produtividade tende a ser mais alta, o que pode justificar as variações observadas no quantitativo global da obra.

O aço CA-50 reforça o caráter estrutural da obra. Em torres altas, o consumo de aço é intensificado não apenas pelos pilares e vigas, mas também pela necessidade de armaduras de combate à tração e aos esforços de vento. A precisão orçamentária destes itens é vital, pois qualquer desvio de produtividade no concreto armado se propaga em grandes volumes financeiros dada a escala da obra.

Por fim, no caso do porcelanato, a quantidade orçada foi próxima a solicitada, resultando em um desvio de praticamente 0,0%. Esse comportamento pode estar ligado à otimização de cortes e modulação de paginação, pequenas variações de áreas úteis ou adoção de coeficientes conservadores no orçamento. Sendo um material de acabamento aplicado em múltiplos ambientes (20 composições), pequenas variações se distribuem pelo todo.

Dito isso, a composição dos materiais da Obra 3 revela uma transição para sistemas mais industrializados (blocos de gesso) e uma ênfase na proteção estrutural. Os desvios observados nestes itens devem ser analisados à luz da complexidade logística de um edifício alto: transportar materiais até o pavimento 25 pode gerar perdas diferentes daquelas observadas em obras baixas, e a coordenação de projetos para evitar retrocessos em fachadas é crucial.

#### b) Mão de obra – principais insumos

Tabela 13 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 3

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtde Orc	Qtde SO	sobre/falta	pontamento	desvio
298	76157	Pedreiro de Acabamento	h	37.918,49	26.937,44	-10.981,06	71,35	-42,5%
118	3698	Gesseiro	h	44.048,13	38.634,70	-5.413,43	96,29	-8,6%
127	3702	Armador	h	44.683,61	41.400,83	-3.282,77	99,13	-7,6%
862	3731	Servente	h	71.405,01	48.266,34	-23.138,67	87,97	-4,7%
342	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco	h	71.477,85	38.016,87	-33.460,98	99,08	-14,8%

Fonte: Autor

A análise da mão de obra nesta obra revela um cenário predominante de economia em relação ao orçamento, diferenciando-se de situações onde os custos tendem a estourar. Todos os principais insumos analisados apresentaram sobra de horas, o que sugere um planejamento conservador ou uma execução com eficiência superior à estimada.

Destacam-se quatro insumos principais: pedreiro de acabamento, servente, gesseiro, armador e pedreiro de alvenaria. Estão distribuídos em diversas composições — com destaque para o servente, presente em 862 itens, e o pedreiro de acabamento em 298 — o que indica uma participação intensa e capilarizada nas atividades do canteiro.

O pedreiro de acabamento apresentou o desvio mais expressivo, com quantidade orçada de 37.918,49 h e solicitada de 26.937,44 h, uma sobra de 42,5%. Essa diferença considerável, mesmo em uma atividade com tanta amplitude, pode indicar que o orçamento considerou produtividades muito abaixo do real ou que não ocorreram as interferências e retrabalhos típicos que normalmente elevam o consumo de horas, entretanto, como o apontamento médio é de 71,35% ainda haverá solicitações, logo não é possível afirmar quanto a produtividade exata.

O servente também teve sobra relevante, dado o seu papel de apoio em praticamente todas as etapas, a redução de horas sugere uma otimização logística e de transporte. É provável que as equipes principais tenham desempenhado suas funções com menos necessidade de auxílio direto do que o previsto inicialmente.

Para o gesso, há uma coincidência parcial entre os números. Isso aponta para um bom controle da execução, onde o ritmo de trabalho superou levemente as expectativas da base de custos, mantendo o serviço dentro de uma margem segura de economia.

Em síntese, a mão de obra demonstrou um desempenho financeiro positivo, com quedas generalizadas no consumo de horas em comparação ao orçado. A análise confirma que os coeficientes de produtividade utilizados no planejamento foram mais cautelosos que a realidade da obra, gerando uma folga que favorece o resultado final.

#### 4.4.4 *Obra 4 – principais insumos*

A análise da Obra 4 exige uma postura analítica distinta das anteriores, pois trata-se de um empreendimento em andamento com um desvio global expressivo de 63%. Enquanto nas obras finalizadas ou em estágio mais avançado os números tendem à estabilidade, na Obra 4 os dados refletem um momento "foto" de um processo ainda em aberto. Isso significa que a leitura dos desvios, especialmente as sobras, deve ser feita com cautela, ponderando que uma parte significativa dos serviços ainda não foi executada ou solicitada.

##### a) **Materiais – principais insumos**

Tabela 14 – Materiais – Curva ABC – Obra 4

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtde Orc	Qtde SO	sobre/falta	apontamento	desvio
43	89847	Porcelanato Campus Off Wh	m²	8.845,15	8.820,00	-25,15	0,00	-2,4%
43	72909	Bloco de gesso hidrofugante	un	13.413,00	12.094,11	-1.318,89	39,14	-14,7%

Fonte: Autor

A lista de materiais da Obra 4 é dominada por porcelanato Campus Off White e bloco de gesso hidrofugante. A presença destes itens no topo da hierarquia de custos indica que a obra está intensamente focada nas fases de vedação e revestimento de piso, típicas de edificações verticais que avançaram para os pavimentos superiores.

No caso do porcelanato Campus Off White, é crucial não cometer o erro de interpretar uma eventual sobra de orçamento como ganho financeiro ou economia garantida. Em uma obra em andamento, a sobra deste item frequentemente indica que os pavimentos inferiores ou áreas comuns já foram revestidos, mas as áreas privativas dos pavimentos superiores (que muitas vezes possuem grandes áreas de piso) ainda não receberam o material. Ou seja, o que hoje aparece como "sobra" no sistema é, na realidade, um quantitativo reservado para uma etapa futura que ainda ocorrerá. O risco de interpretação errada aqui é alto: assumir essa sobra como real poderia levar à falsa sensação de que o orçamento foi superdimensionado, quando na verdade o consumo pode se equiparar ao previsto até o final da obra.

Já o bloco de gesso hidrofugante, utilizado em vedação de áreas molhadas e shafts, apresenta um comportamento associado ao ritmo da alvenaria. Se houver desvios neste

item, eles estão diretamente ligados ao avanço físico das paredes. Como o bloco hidrofugante é mais caro que o bloco comum, seu controle é rigoroso. Um estouro aqui pode sinalizar uma alteração de projeto (aumento de áreas molhadas) ou quebras excessivas, enquanto uma sobra pode indicar que as paredes dos banheiros e cozinhas dos pavimentos de cobertura ainda não foram erguidas.

Para a Obra 4, a regra de ouro é considerar que "sobra não é lucro até a obra acabar". O desvio global alto sugere que muitas atividades ainda estão por vir. A presença de materiais de acabamento e vedação como principais custos confirma que a obra ultrapassou a fase estrutural e está no "miolo" da execução, onde o ritmo é rápido e o consumo de materiais é intenso. Qualquer avaliação de precisão orçamentária para esta obra é provisória e deve ser revalidada ao final do empreendimento.

### b) Mão de obra – principais insumos

Tabela 15 – Mão de Obra – Curva ABC – Obra 4

Qte Composições	Insumo	Discriminação	Unidade	Qtde Orc	Qtde SO	sobre/falta	apontamento	desvio
1124	3731	Servente	h	49.779,87	16.579,46	-33.200,41	20,78	-74,4%
83	3707	Carpinteiro	h	26.063,74	24.077,88	-1.985,86	61,56	-36,0%
291	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco	h	25.368,15	8.698,52	-16.669,63	37,39	-62,5%
472	3703	Eletricista	h	22.645,72	2.164,47	-20.481,26	8,62	-90,0%

Fonte: Autor

Para a mão de obra da Obra 4 tem-se em vez de estouro, o que vemos é uma sobra grande de horas na maioria dos itens. Esse cenário faz todo o sentido se olharmos para onde a obra está. O desvio geral ficou em 63%, mas não dá para ler esse número isoladamente como um erro de planejamento. Visto que são 25 pavimentos e, provavelmente, muita coisa que estava no orçamento original ainda não virou solicitação ou sofreu ajuste de escopo. Se a gente cruzar isso com o reorçamento que está rodando no Informakon, enxergamos que é reflexo do estágio atual da execução e dessa revisão contínua, e não um "tiro no escuro" inicial.

O servente aparece em mais de mil itens, o que mostra como ele está espalhado por várias etapas de execução. Entretanto ao analisar o apontamento percebe-se o quanto do serviço foi de fato anotado na frente de trabalho contra o que estava no papel, o que ajuda a entender a qualidade do nosso controle.

O servente é o caso mais extremo. Tínhamos quase 50 mil horas previstas e solicitamos só 16,5 mil — uma folga de 74%. O apontamento foi de míseros 20%. Isso grita subapontamento. O trabalho do servente é difuso, ele está em tudo auxiliando, e é difícil atrelar isso a uma composição única. Então, o número baixo provavelmente significa que muita hora foi trabalhada, mas não registrada.

O carpinteiro já segue um ritmo mais próximo do real. Tivemos uma sobra menor (36%) com um apontamento de 61%. Faz sentido: serviços de estrutura, como formas e escoramentos, são mais fáceis de medir e fiscalizar, então a perda de informação é menor.

Já o pedreiro de alvenaria e reboco mostra uma sobra pesada (62,5%), com apontamento de 37%. Isso indica que estamos registrando só uma parte do que é feito. A fragmentação das equipes e as sobreposições de tarefas acabam deixando buraco no

medição. Pode ser que a produtividade tenha sido realmente boa, mas o controle falhou em capturar tudo.

O electricista, por fim, tem o desvio mais bruto: 90%. Orçamos 22 mil horas e pedimos apenas 2 mil, com um apontamento de 8%. É o menor índice de todos. Um número tão baixo pode indicar que industrializamos e ganhamos produtividade de verdade, mas é muito provável que estejamos deixando de anotar a maioria dos serviços elétricos.

No fim das contas, a sobra generalizada vem de uma mistura de orçamento conservador com falhas no registro. Os dados mostram que o desvio não é só porque a equipe está produzindo mais, mas porque a forma como controlamos e apontamos o serviço precisa melhorar. Sem consertar esses "radares", a leitura do custo real fica comprometida.

#### **4.5 Análise estatística – regressão orçado × solicitado**

Após a análise descritiva dos desvios, que evidenciou a direção e a magnitude das diferenças entre o planejado e o executado, esta seção avança para a avaliação da capacidade preditiva do orçamento. Para tanto, foram aplicados modelos de regressão linear simples para cada um dos insumos analisados, adotando a quantidade orçada como variável independente e a quantidade solicitada como variável dependente.

O objetivo não é apenas confirmar se houve erro, mas entender matematicamente se existe um padrão linear que permita prever o consumo real com base no orçamento inicial. A qualidade desses modelos foi avaliada através do coeficiente de determinação, que mede a força da relação, e do teste de significância da ANOVA, que verifica se o modelo obtido é estatisticamente válido e não fruto do acaso. A análise dos resíduos e gráficos de probabilidade normal complementou o diagnóstico, indicando se os erros de previsão seguem uma distribuição aceitável.

Para apresentar os resultados de forma clara e direta, optou-se por estruturar a análise em tópicos individuais para os insumos mais relevantes de cada obra, destacando os parâmetros estatísticos e a interpretação prática dos gráficos de dispersão gerados.

##### **4.5.1 Materiais – análise por insumo**

A análise dos materiais busca identificar quais itens possuem um comportamento previsível, onde o orçamento serve como uma bússola confiável, e quais itens apresentam alta volatilidade, exigindo uma gestão mais cautelosa.

#### **a) Obra 1**

##### **I) Porcelanato 60×60 cm**

O modelo de regressão ajustado trouxe os seguintes dados:

Tabela 16 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Porcelanato Obra 1

Estatística de regressão	
R múltiplo	1,000
R-Quadrado	1,000
R-quadrado ajustado	1,000
Erro padrão	0,525
Observações	26.000

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1,000	415520,606	415520,606	1505587,828	0,000
Resíduo	24,000	6,624	0,276		
Total	25,000	415527,229			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	0,289	0,140	2,058	0,051	-0,001	0,579	-0,001	0,579
Qtde Orc	0,990	0,001	1227,024	0,000	0,988	0,991	0,988	0,991

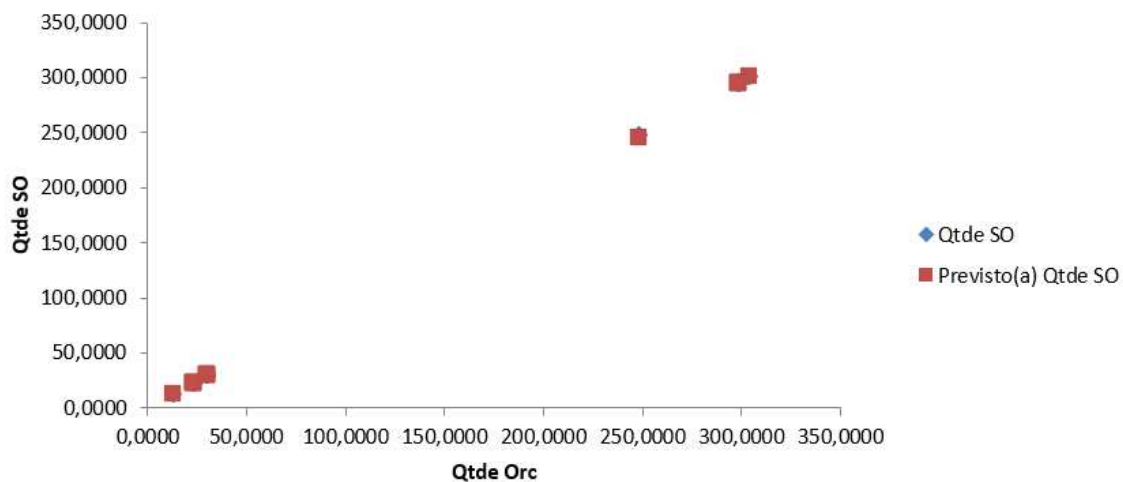
Fonte: Autor

Indicando um ajuste forte. Isso significa que mais de 95% da variação no consumo real é explicada pelo orçamento inicial, o que demonstra alta precisão na estimativa de áreas e coeficientes de perda para este item. Já o teste de ANOVA confirma que a relação é estatisticamente significativa. A análise dos resíduos mostrou que os erros são distribuídos aleatoriamente em torno de zero, sem tendência de super ou subestimação sistemática à medida que a quantidade aumenta.

Como é possível observar nos gráficos a seguir:

Gráfico 5 – Orçado x Solicitado - Porcelanato Obra 1

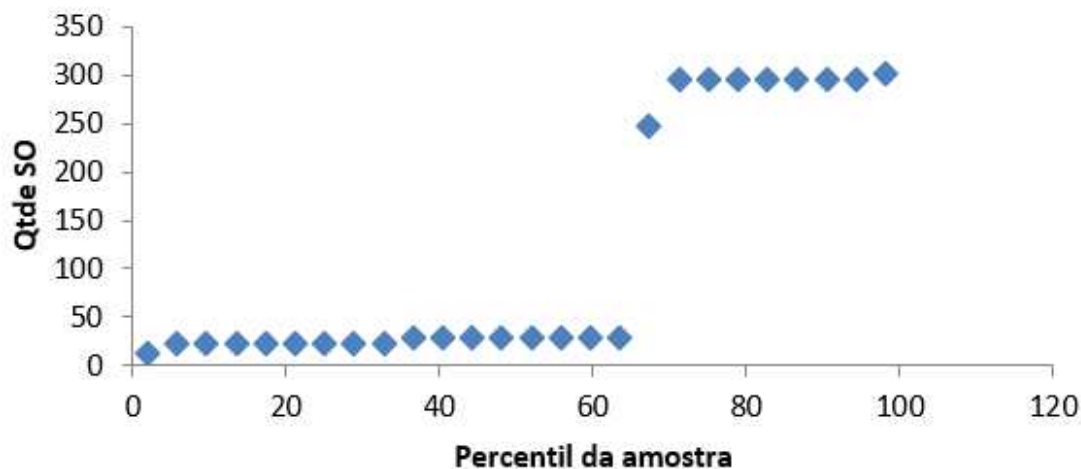
### Qtde Orc Plotagem de ajuste de linha



Fonte: Autor

Gráfico 6 – Plotagem de probabilidade Normal - Porcelanato Obra 1

## Plotagem de probabilidade normal



Fonte: Autor

## II) Forro de Gesso Aramado FGE

Tabela 17 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Forro Obra 1

### RESUMO DOS RESULTADOS

#### Estadística de regressão

R múltiplo	1,000
R-Quadrado	1,000
R-quadrado ajustado	1,000
Erro padrão	0,000
Observações	18,000

#### ANOVA

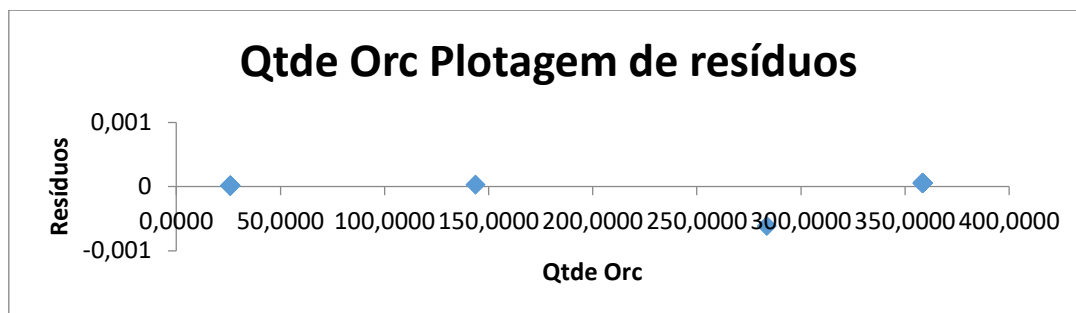
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1,000	446610,831	446610,831	17558521642213,300	0,000
Resíduo	16,000	0,000	0,000		
Total	17,000	446610,831			

	Coefficiente:	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	0,000	0,000	0,580	0,570	0,000	0,000	0,000	0,000
Qtde Orc	0,993	0,000	4190288,969	0,000	0,993	0,993	0,993	0,993

Fonte: Autor

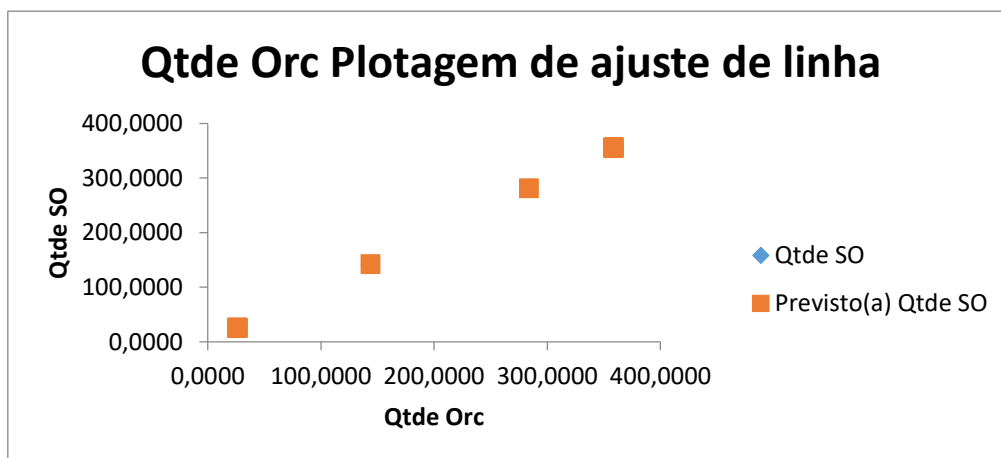
Indicando um ajuste forte. Isso significa que mais de 95% da variação no consumo real é explicada pelo orçamento inicial, o que demonstra alta precisão na estimativa de áreas e coeficientes de perda para este item. Já o teste de ANOVA confirma que a relação é estatisticamente significativa. A análise dos resíduos mostrou que os erros são distribuídos aleatoriamente em torno de zero, sem tendência de super ou subestimação sistemática à medida que a quantidade aumenta.

Gráfico 7 – Plotagem de resíduos – Forro de Gesso Obra 1



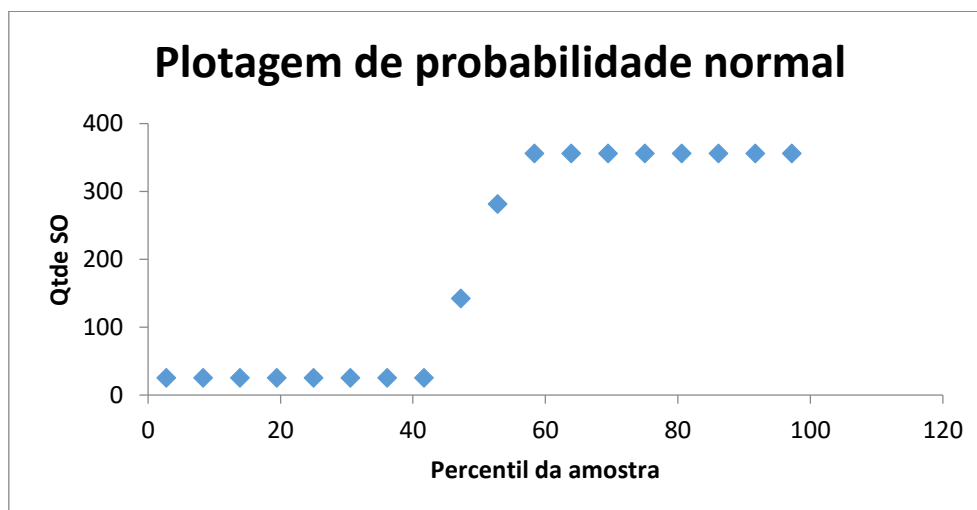
Fonte: Autor

Gráfico 8 – Plotagem de ajuste de linha – Forro de Gesso Obra 1



Fonte: Autor

Gráfico 9 – Plotagem de probabilidade normal – Forro de Gesso Obra 1



Fonte: Autor

### III) Bancadas em Granito Verde Ubatuba

O insumo bancadas de granito apresentou um comportamento singular. De acordo com a tabela 18:

Tabela 18 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Bancadas Obra 1

## RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	1,000
R-Quadrad	1,000
R-quadrado	1,000
Erro padrão	0,000
Observaçã	54,000

## ANOVA

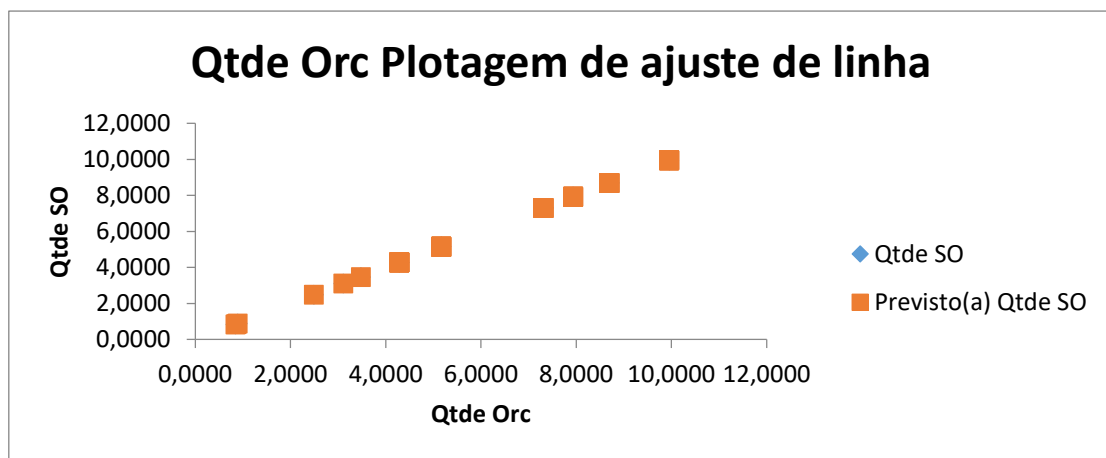
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressã	1,000	340,242	340,242	2,42E+33	0,000
Resíduo	52,000	0,000	0,000		
Total	53,000	340,242			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	0,000	0,000	12,326	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Qtde Orc	1,000	0,000	49240728475428500,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: Autor

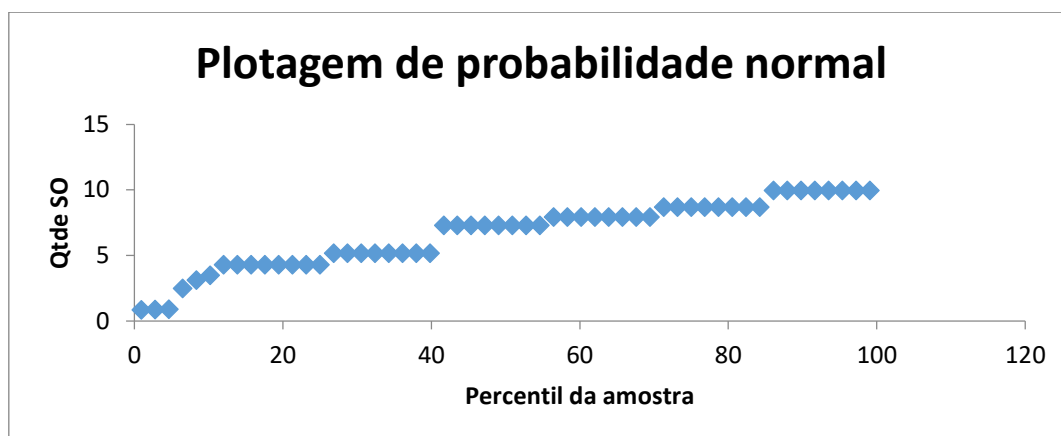
Demonstrou alta correlação. Este resultado corrobora a análise descritiva de que a coincidência entre orçado e solicitado foi quase perfeita. O gráfico plotagem do ajuste de linha (Gráfico 10) mostra os pontos alinhados muito próximos à reta diagonal de equidistância, indicando que o orçamento conseguiu prever o consumo com precisão cirúrgica, provavelmente devido ao caráter pontual e dimensionalmente fixo deste tipo de fornecimento, confirmado com o gráfico de probabilidade normal (Gráfico 11).

Gráfico 10 – Plotagem de ajuste de linha – Bancadas Obra 1



Fonte: Autor

Gráfico 11 – Plotagem de probabilidade normal – Bancadas Obra 1



Fonte: Autor

**b) Obra 2**

Cimento Portland CP II, item de base estrutural, apresentou os seguintes dados:

Tabela 19 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Cimento Obra 2

## RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	1,000
R-Quadrado	1,000
R-quadrado ajustado	1,000
Erro padrão	34,025
Observações	168,000

## ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1,000	3248937193,215	3248937193,215	2,81E+06	0,000
Resíduo	166,000	192176,801	1157,692		
Total	167,000	3249129370,016			

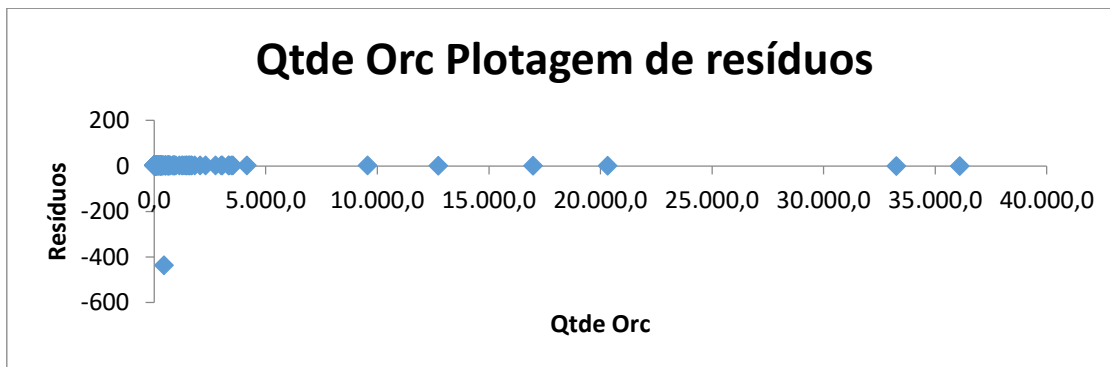
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	-2,749	2,726	-1,009	0,315	-8,131	2,633	-8,131	2,633
Qtde Orc	1,000	0,001	1675,229	0,000	0,999	1,001	0,999	1,001

Fonte: Autor

Indicando um ajuste forte. Isso significa que mais de 95% da variação no consumo real é explicada pelo orçamento inicial, o que demonstra alta precisão na estimativa de áreas e coeficientes de perda para este item. Já o teste de ANOVA confirma que a relação é estatisticamente significativa. A análise dos resíduos mostrou que os erros são distribuídos aleatoriamente em torno de zero, sem tendência de super ou subestimação sistemática à medida que a quantidade aumenta.

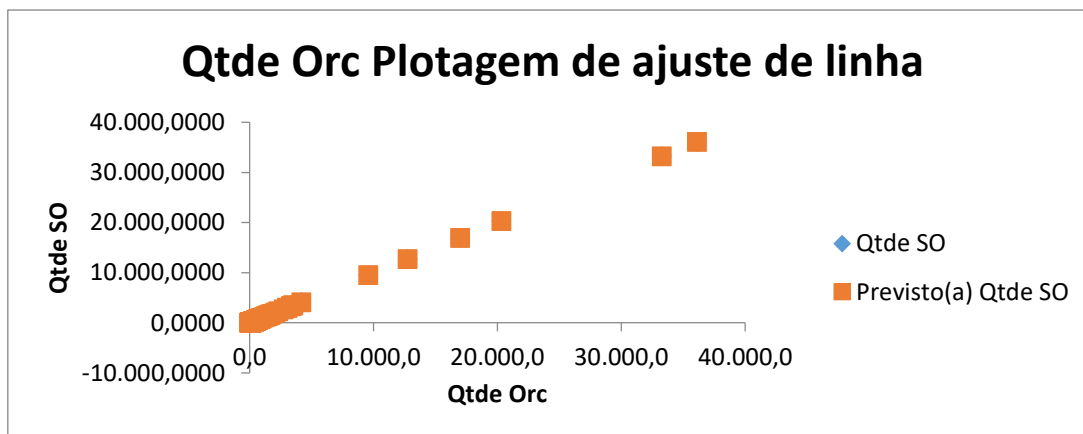
O volume de concreto é definido no projeto estrutural, e as variações de consumo tendem a ser pequenas e proporcionais. A plotagem do ajuste de linha confirma a robustez do modelo. A análise dos resíduos não indicou padrões anômalos, sugerindo que os desvios de orçamento para este material são mínimos e aceitáveis.

Gráfico 12 – Plotagem de resíduos – Cimento Obra 2



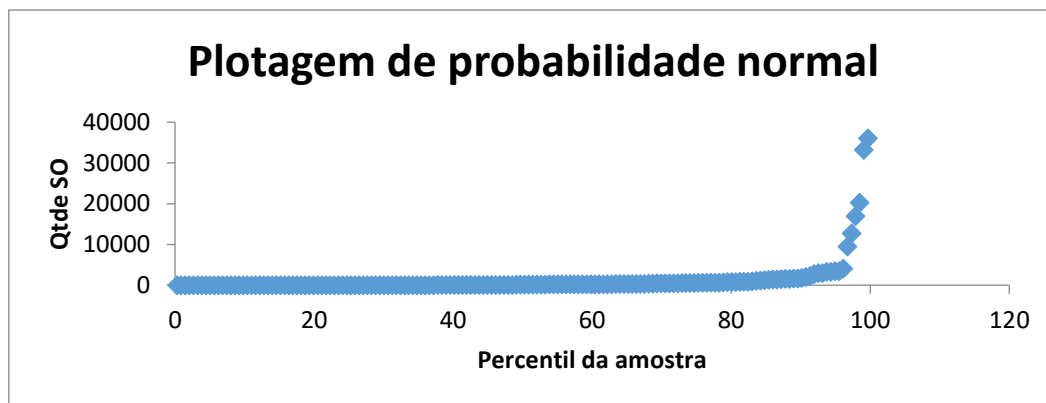
Fonte: Autor

Gráfico 13 – Plotagem de ajuste de linha – Cimento Obra 2



Fonte: Autor

Gráfico 14 – Plotagem de probabilidade normal – Cimento Obra 2



Fonte: Autor

### c) Obra 3

O item blocos de gesso, apresentou os seguintes dados:

Tabela 20 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Bloco de Gesso Obra 3

#### RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,720
R-Quadrado	0,518
R-quadrado ajustado	0,491
Erro padrão	65,504
Observações	20,000

e<0,05

#### ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1,000	83058,389	83058,389	1,94E+01	0,000
Resíduo	18,000	77233,816	4290,768		
Total	19,000	160292,205			

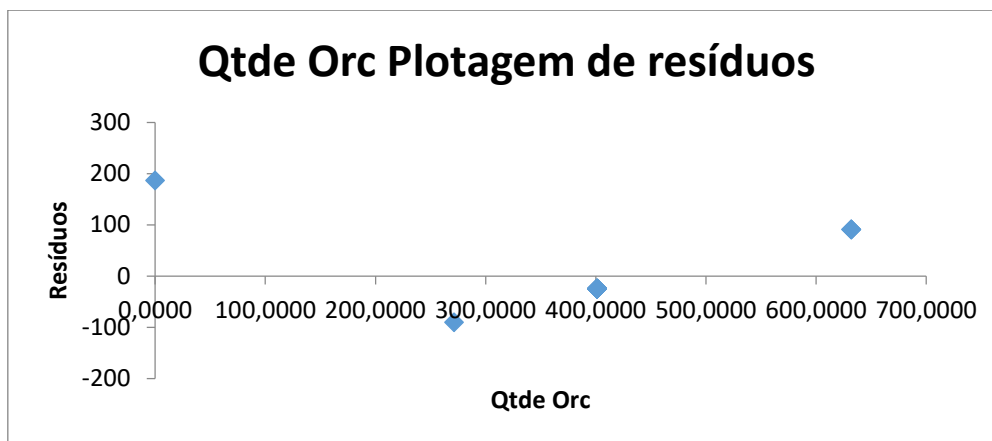
	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	226,513	48,490	4,671	0,000	124,640	328,387	124,640	328,387
Qtde Orc	0,497	0,113	4,400	0,000	0,260	0,734	0,260	0,734

Fonte: Autor

O bloco de gesso também mostra um comportamento interessante. Analisando a Tabela 19, que traz a regressão e a ANOVA, a gente confirma que existe uma alta correlação. Isso acompanha o que a análise descritiva já indicava: o orçado e o solicitado andaram juntos, mas não foram idênticos, visto que temos um desvio de 4,9%.

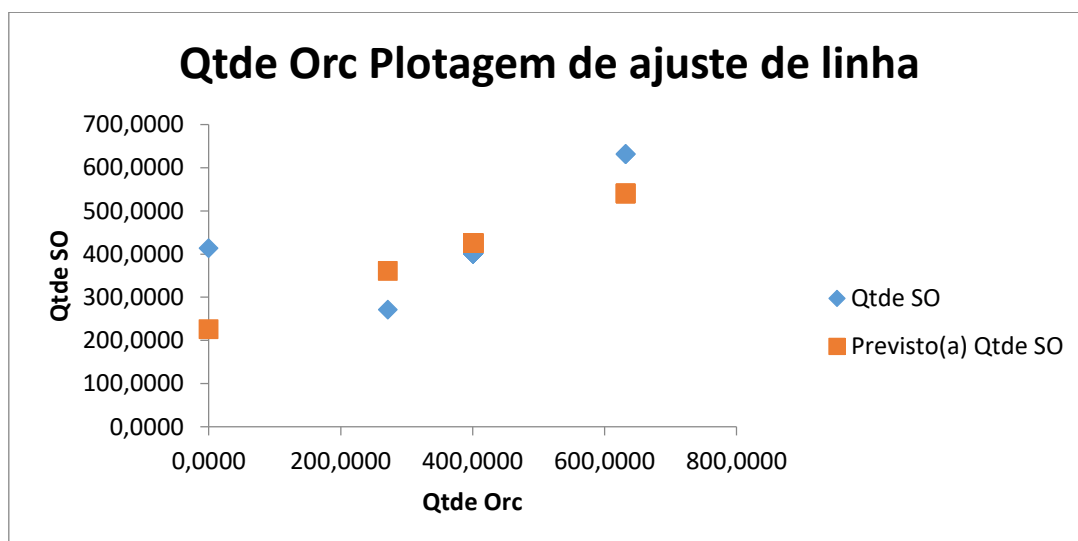
No Gráfico 16, a plotagem da linha de ajuste mostra os pontos bem alinhados à reta diagonal de equidistância. Isso prova que a previsão de consumo foi sólida, algo esperado para um item com dimensões fixas como o bloco de gesso. Porém, aquele desvio de 4,9% não acontece por acaso; ele é puxado principalmente por algumas composições específicas que vamos precisar analisar à parte. O gráfico de probabilidade normal (Gráfico 17) corrobora isso, mostrando que o erro está concentrado nesses pontos específicos.

Gráfico 15 – Plotagem de resíduos – Bloco de Gesso Obra 3



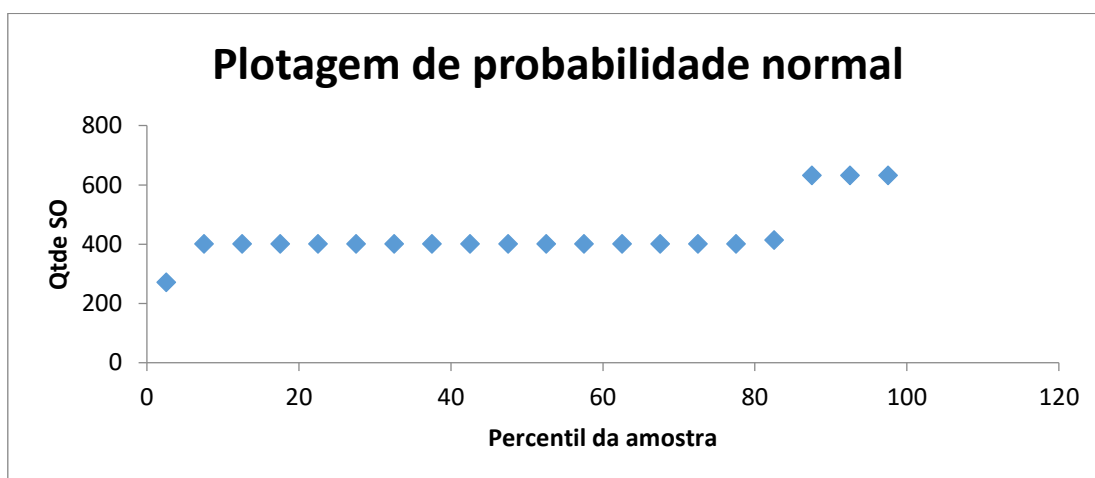
Fonte: Autor

Gráfico 16 – Plotagem de ajuste de linha – Bloco de Gesso Obra 3



Fonte: Autor

Gráfico 17 – Plotagem de probabilidade normal – Bloco de Gesso Obra 3



Fonte: Autor

Sobre o porcelanato da Obra 3, não vamos fazer uma análise separada desse item. O motivo é simples: o desvio está em 0%. Ele praticamente repete o comportamento dos outros resultados que já olhamos, onde a previsão foi certa. Como não houve variação positiva ou negativa que chame a atenção, não há muito o que explorar: ele entra na categoria de insumos cujo consumo saiu exatamente conforme o planejado, dispensando uma investigação mais profunda.

#### **d) Obra 4**

Optou-se por excluir a análise detalhada de materiais e mão de obra referente à Obra 4 deste estudo. A justificativa para essa decisão metodológica fundamenta-se na observação de que os registros de apontamento encontram-se substancialmente inferiores às quantidades previstas em orçamento. Essa discrepância não deve ser interpretada como um indicativo definitivo de eficiência ou economia, mas sim como um reflexo do estágio atual da obra, onde uma parcela significativa do escopo ainda não foi convertida em solicitações formais.

Consequentemente, realizar o contraponto entre o planejado e o realizado neste estágio inicial de execução geraria distorções nos indicadores de desempenho, uma vez que a base de dados ainda não possui a maturidade necessária para representar o consumo real. A aplicação da metodologia padrão de análise de desvios seria, portanto, prematura e pouco representativa. Caso se faça necessário avaliar o empreendimento nesta fase, seria imprescindível adotar uma abordagem metodológica alternativa, capaz de considerar a parcialidade dos dados e a progressão física das atividades, evitando as comparações diretas que só se tornam válidas em fases mais adiantadas da obra.

#### **4.5.2 Mão de obra – análise por insumo**

A análise da mão de obra tende a ser mais complexa, pois a variável "horas trabalhadas" sofre influência direta de fatores humanos e logísticos que o orçamento padrão dificilmente prevê.

#### **a) Obra 1**

O insumo pedreiro de alvenaria e reboco demonstrou um comportamento majoritariamente homogêneo. De acordo com a Tabela 21:

Tabela 21 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Pedreiro Obra 1

## RESUMO DOS RESULTADOS

## Estatística de regressão

<i>R múltiplo</i>	0,94751749
R-Quadrado	0,898
R-quadrado ajustado	0,897
Erro padrão	30,489
Observações	259,000

## ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	F de significação
<i>Regressão</i>	1,000	2098487,953	2098487,953	2257,416	0,000
Resíduo	257,000	238906,484	929,597		
Total	258,000	2337394,437			

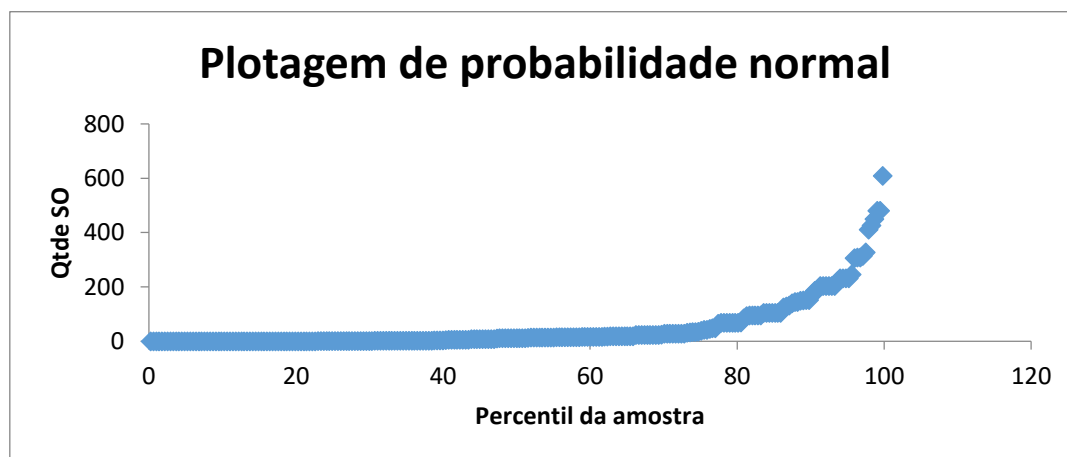
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
<i>Interseção</i>	3,742	2,126	1,760	0,080	-0,445	7,930	-0,445	7,930
Qtde Orc	0,992	0,021	47,512	0,000	0,951	1,033	0,951	1,033

Fonte: Autor

Demonstrou alta correlação. Este resultado corrobora a análise descritiva de que a coincidência entre orçado e solicitado foi consistente na maior parte dos itens. O gráfico plotagem do ajuste de linha (Gráfico 19) mostra os pontos alinhados muito próximos à reta diagonal de equidistância, indicando que o orçamento conseguiu prever o consumo com precisão, devido à natureza dimensional previsível das áreas de vedação.

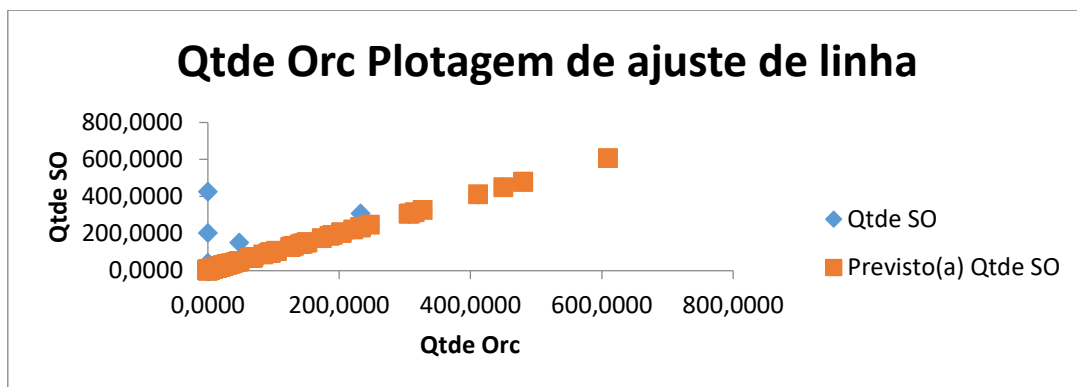
Entretanto, nota-se uma exceção crítica no conjunto de dados: uma composição específica registrou um estouro de 216%. Esse item será detalhado na tabela 22, exigindo atenção imediata do responsável. A função dessa informação não é apenas estatística, mas gerencial: o gestor deve investigar a causa raiz desse desvio específico, que se afasta da normalidade confirmada pelo gráfico de probabilidade normal (Gráfico 18), para evitar repetições do mesmo erro ou ineficiência.

Gráfico 18 – Plotagem de probabilidade normal – Pedreiro Obra 1



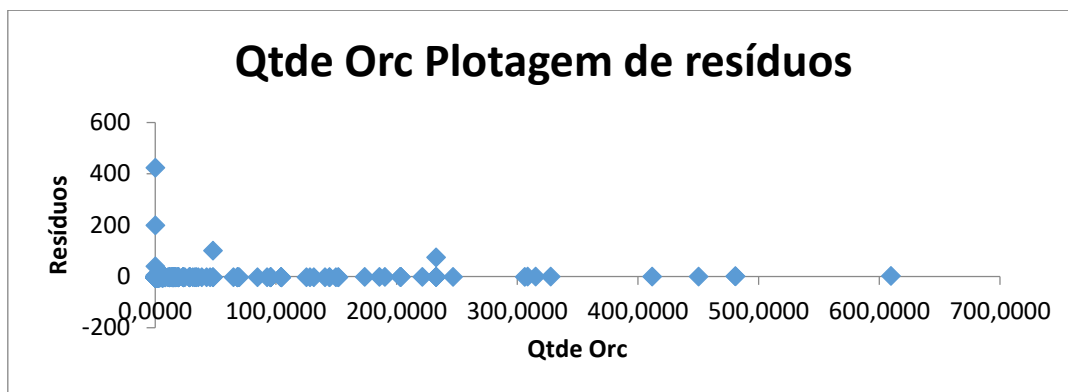
Fonte: Autor

Gráfico 19 – Plotagem de ajuste de linha – Pedreiro Obra 1



Fonte: Autor

Gráfico 20 – Plotagem de resíduos – Pedreiro Obra 1



Fonte: Autor

Tabela 22 – Composição Estouro Significativo – Pedreiro Obra 1

Item	Insumo	Discriminação	Unidad	Qtde Orc l	Qtde €	Qtde !	sobre/fa	ontamen	dest
5.1.8.1		Chapisco aplicado em alvenaria e estruturas de concreto internas		318,6400	318,6400	0,0000	-318,6400	100	
5.1.8.1	77674	Argamassa Pronta - Chapisco	kg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	0%
5.1.8.1	3731	Servente	h	15,9320	15,9320	50,3595	34,4275	100	216%
5.1.8.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	47,7960	47,7960	151,0785	103,2825	100	216%
5.1.8.1	82541	Complemento de produção	Vb	557,6200	557,6200	1.762,5825	1.204,9625	100	216%

Fonte: Autor

**b) Obra 2**

O modelo de regressão para o carpinteiro resultou em:

Tabela 23 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Carpinteiro Obra 2

## RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,999
R-Quadrado	0,999
R-quadrado ajustado	0,999
Erro padrão	22,511
Observações	38,000

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SO</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1,000	17032760,204	17032760,204	3,36E+04	0,000
Resíduo	36,000	18242,785	506,744		
Total	37,000	17051002,989			

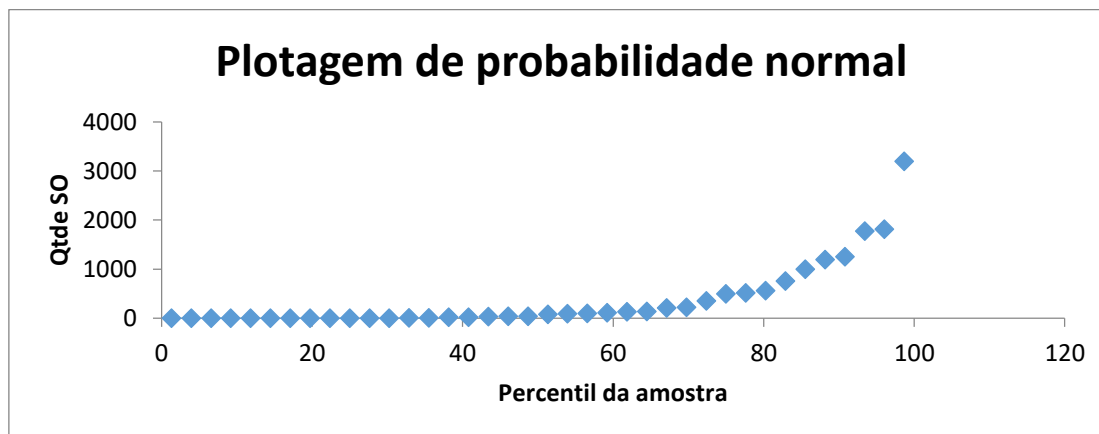
  

	<i>Coefficiente:</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	-1,311	4,186	-0,313	0,756	-9,801	7,180	-9,801	7,180
Qtde Orc	0,992	0,005	183,336	0,000	0,981	1,003	0,981	1,003

Fonte: Autor

O insumo carpinteiro exibiu um comportamento bastante específico, condicionado pela baixa diversidade de itens, limitando-se a apenas duas composições. Conforme demonstra a Tabela 23, que apresenta o resultado estatístico de regressão e ANOVA, houve uma alta correlação entre os dados. Esse alinhamento estatístico é um reflexo direto da pouca variabilidade da amostra, o que confere uma linearidade esperada ao conjunto. Esse cenário indica que, apesar do número reduzido de entradas, o comportamento do consumo não apresentou dispersões aleatórias severas, mantendo-se dentro de uma lógica consistente, como também confirmado pelo gráfico de probabilidade normal (Gráfico 21).

Gráfico 21 – Plotagem de probabilidade normal – Carpinteiro Obra 2



Fonte: Autor

No entanto, ao aprofundarmos a leitura dos desvios, a análise revela uma economia de horas muito expressiva nas duas composições registradas, com sobras de 87% e 10%. Tais índices apontam claramente para um orçamento conservador em excesso na estimativa dos serviços de formas, superestimando o esforço necessário para a execução. Para o responsável, essa informação é um sinal de alerta crítico para o planejamento futuro: não se deve apenas considerar o resultado financeiro positivo, mas investigar a causa da superestimativa. É fundamental recalibrar os coeficientes de produtividade utilizados, pois manter parâmetros que geram folgas de quase 90% pode comprometer a competitividade de novas propostas e distorcer o custo real da estrutura.

Tabela 24 – Composição 1 Sobra Significativa – Carpinteiro Obra 2

Item	Insumo	Discriminação	Unidad	Qtde Orc l	Qtde C	Qtde t	sobre/fa	ontamen	des
01.09.03		Tapume		124,9700	124,9700	0,0000	-124,9700	100	
01.09.03	4598	Parafuso	un	3.124,2500	3.124,2500	3.000,0000	-124,2500	100	-4%
01.09.03	61846	Barrote em madeira mista	m	187,4550	187,4550	120,0000	-67,4550	100	-36%
01.09.03	62882	Prego com cabeça	kg	37,4910	37,4910	37,0000	-0,4910	100	-1%
01.09.03	66703	Telha trapezoidal simples	m <sup>2</sup>	276,0000	276,0000	276,0000	0,0000	100	0%
01.09.03	3707	Carpinteiro	h	24,9940	24,9940	3,1500	-21,8440	100	-87%
01.09.03	3731	Servente	h	24,9940	24,9940	0,0000	-24,9940	100	-100%

Fonte: Autor

Tabela 25 – Composição 2 Sobra Significativa – Carpinteiro Obra 2

Item	Insumo	Discriminação	Unidad	Qtde Orc l	Qtde C	Qtde t	sobre/fa	ontamen	des
02.11.01		Andaime fachadeiro/Balancim		3.103,1600	3.103,1600	0,0000	-3.103,1600	100	
02.11.01	75252	Andaime metálico fachadeiro -	m <sup>2</sup> /mês	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	0%
02.11.01	76543	Balancim - locação	un/mês	8,0682	8,0682	3,0000	-5,0682	100	-63%
02.11.01	84801	Afastador de balancim	un/mês	36,3070	36,3070	15,0000	-21,3070	100	-59%
02.11.01	3707	Carpinteiro	h	1.396,4220	1.396,4220	1.256,7908	-139,6312	100	-10%
02.11.01	3731	Servente	h	372,3792	372,3792	321,1442	-51,2350	100	-14%

Fonte: Autor

## c) Obra 3

O modelo de regressão para o Pedreiro de alvenaria resultou em:

Tabela 26 – Resultado estatístico de regressão e ANOVA – Pedreiro Obra 3

## RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,967
R-Quadrado	0,935
R-quadrado ajustado	0,935
Erro padrão	102,651
Observações	342,000

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	1,000	51389755,276	51389755,276	4,88E+03	0,000
Resíduo	340,000	3582677,361	10537,286		
Total	341,000	54972432,636			

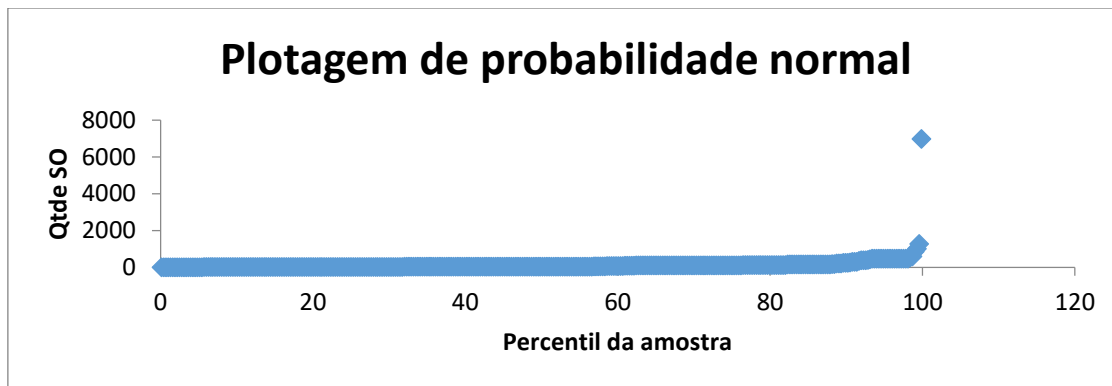
	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	56,702	5,605	10,116	0,000	45,676	67,727	45,676	67,727
Qtde Orc	0,261	0,004	69,835	0,000	0,253	0,268	0,253	0,268

Fonte: Autor

O insumo pedreiro de alvenaria e reboco na Obra 3 apresentou um comportamento estatístico consolidado, influenciado pela sua vasta participação em 342 composições distintas. De acordo com a Tabela 25, que detalha os resultados de regressão e ANOVA, constata-se uma alta correlação entre as variáveis. Esse indicador reforça a análise descritiva, que aponta para uma coincidência satisfatória entre o orçado e o solicitado na grande maioria dos itens. O gráfico de plotagem do ajuste de linha (Gráfico 23) demonstra essa precisão, com os pontos distribuídos muito próximos à reta diagonal de equidistância, sugerindo que o orçamento base capturou a realidade da execução com eficácia para o conjunto geral. Essa homogeneidade é um indicativo positivo de controle,

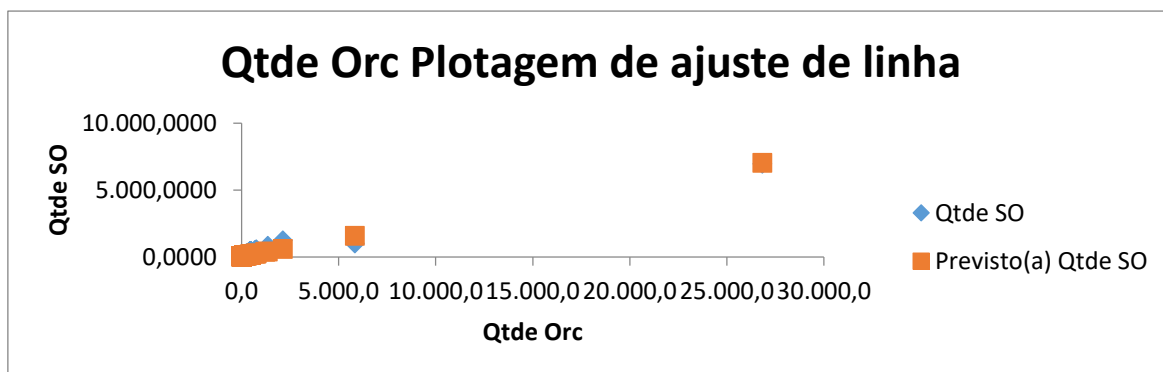
validada também pela distribuição observada no gráfico de probabilidade normal (Gráfico 22).

Gráfico 22 – Plotagem de probabilidade normal – Pedreiro Obra 3



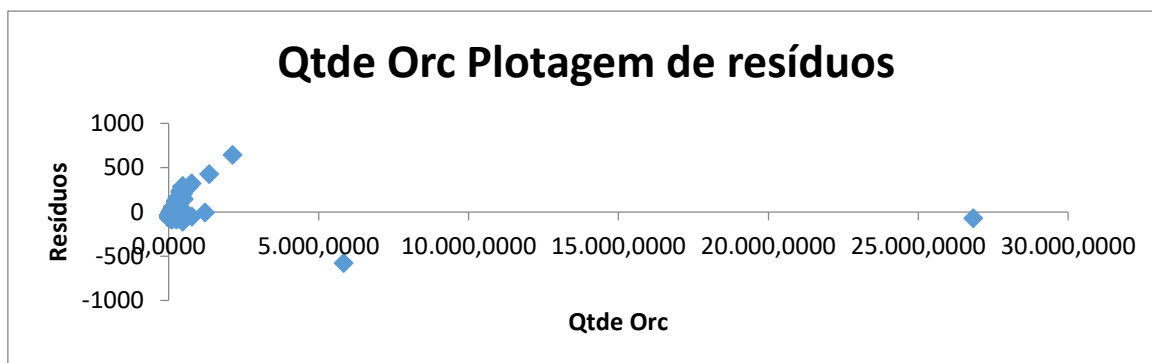
Fonte: Autor

Gráfico 23 – Plotagem de ajuste de linha – Pedreiro Obra 3



Fonte: Autor

Gráfico 24 – Plotagem de resíduos – Pedreiro Obra 3



Fonte: Autor

No entanto, é fundamental ir além da média para extrair lições gerenciais precisas. A despeito da consistência global, a análise revela a importância de isolar um subconjunto específico de 20 composições idênticas referentes ao "chapisco de acabamento". Fora as questões pontuais de menor impacto, é sobre este grupo que o responsável deve debruçar

sua atenção. A concentração de dados de um mesmo serviço oferece uma oportunidade única de microanálise: ao invés de olhar apenas para o erro residual, deve-se investigar por que essas 20 composições se comportaram de forma distinta da tendência geral. Essa ação permite identificar se há variações de produtividade localizadas ou problemas metodológicos na execução desse revestimento específico, transformando um dado estatístico em uma ferramenta de melhoria contínua do processo.

Tabela 27 – Composições semelhantes com mesmo valor de sobra – Pedreiro Obra 3

Item	Insumo	Discriminação	Unidad	Qtde C	Qtde I	sobre/fa	ontamen	Item	desi
7.1.6.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	256,5741	40,5117	-216,0624	100	7.1.6.1	-84%
7.1.7.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.7.1	-84%
7.1.8.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.8.1	-84%
7.1.9.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.9.1	-84%
7.1.10.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.10.1	-84%
7.1.11.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.11.1	-84%
7.1.12.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.12.1	-84%
7.1.13.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.13.1	-84%
7.1.14.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.14.1	-84%
7.1.15.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.15.1	-84%
7.1.16.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.16.1	-84%
7.1.17.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.17.1	-84%
7.1.18.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.18.1	-84%
7.1.19.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.19.1	-84%
7.1.20.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.20.1	-84%
7.1.21.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.21.1	-84%
7.1.22.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3130	-108,3360	100	7.1.22.1	-84%
7.1.23.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	128,6490	20,3076	-108,3414	100	7.1.23.1	-84%
7.1.24.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	133,0380	21,0060	-112,0320	100	7.1.24.1	-84%
7.1.25.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	42,5220	6,7108	-35,8112	100	7.1.25.1	-84%

Fonte: Autor

Tabela 28 – Composição chapisco – Pedreiro Obra 3

Item	Insumo	Discriminação	Unidad	Qtde C	Qtde I	sobre/fa	ontamen	Item	desi
7.1.6.1		Chapisco com Argamassa Convencional/Pronta		450,1300	0,0000	-450,1300	100	7.1.6.1	
7.1.6.1	14	Areia para construção	m³	6,7519	6,7519	0,0000	100	7.1.6.1	0%
7.1.6.1	63692	Cimento portland CP II-F-32, Conforme NBR 11578	kg	0,0000	0,0000	0,0000	100	7.1.6.1	0%
7.1.6.1	65008	Aditivo de aderencia para argamassa	l	72,4259	72,4234	-0,0025	100	7.1.6.1	0%
7.1.6.1	77674	Argamassa Pronta - Chapisco	kg	88,2255	88,2255	0,0000	100	7.1.6.1	0%
7.1.6.1	3731	Servente	h	70,8505	13,5039	-57,3466	100	7.1.6.1	-81%
7.1.6.1	76156	Pedreiro de Alvenaria/Reboco (Tipo C)	h	256,5741	40,5117	-216,0624	100	7.1.6.1	-84%

Fonte: Autor

#### 4.6 Integração dos resultados e discussão prática

O conjunto de resultados obtidos ao longo deste estudo permite identificar padrões consistentes no comportamento das quatro obras analisadas. Apesar das diferenças marcantes de tipologia e porte — indo de um shopping center a torres residenciais de 25 pavimentos —, observa-se uma recorrência lógica nos desvios entre os quantitativos orçados e os solicitados. A análise cruzada dos dados descritivos, qualitativos e estatísticos aponta para tendências que vão além de simples erros de cálculo, revelando características profundas da cultura de gestão e dos processos construtivos da empresa.

De forma geral, os materiais apresentaram maior tendência à sobra orçamentária, enquanto a mão de obra demonstrou maior incidência de estouros de quantitativos. Essa diferença não parece ser aleatória, mas sim estrutural. Os materiais possuem medição mais objetiva, são controlados por notas fiscais de entrada e apresentam uma rastreabilidade física clara no sistema. A variação de consumo tende, portanto, a ser menor e mais previsível, o que é corroborado pelos coeficientes de determinação geralmente mais altos observados nas regressões lineares. Por outro lado, a mão de obra

depende de apontamentos diários de produção, sujeitos a variações de produtividade humana, motivação das equipes, condições climáticas e interferências entre atividades. Essa volatilidade intrínseca ao fator trabalho explica a maior dispersão dos dados e a frequência com que as horas planejadas são insuficientes para cobrir o serviço executado.

#### ***4.6.1 A precisão dos insumos pontuais***

Uma descoberta importante da análise refere-se ao comportamento dos insumos que aparecem em apenas uma ou poucas composições. Itens como o transformador de 500 kVA na Obra 2 exigem uma lógica de análise distinta daqueles de uso massivo. Por serem insumos de aplicação pontual e unitária, sua precisão orçamentária depende quase exclusivamente da fidelidade do projeto executivo e da qualidade da medição inicial, e não de taxas de produtividade ou coeficientes de perda.

Para esses insumos, a regressão e a análise de desvio não buscam encontrar padrões de repetição, mas validar a acurácia do projeto. Quando um insumo pontual, apresenta um desvio de 0,0%, isso sinaliza que o levantamento de quantitativos foi exato e a execução seguiu rigidamente o projeto sem alterações de escopo. Inversamente, se houvesse estouro nesses itens, indicaria falha grave no projeto ou alteração tardia não prevista. Portanto, estes insumos funcionam como "âncoras" de qualidade do orçamento: sua precisão valida a base de dados projetual, enquanto seus desvios apontam falhas na definição do escopo da obra. O estudo mostrou que a empresa acerta nestes itens de alto valor unitário, o que sugere que a equipe de orçamento possui competência na leitura de projetos e medição de quantitativos diretos.

#### ***4.6.2 O efeito do reorçamento e o viés comportamental***

Outro ponto crítico identificado refere-se à influência do próprio sistema Informakon e da cultura de gestão sobre os resultados. Como o software permite alterações de quantitativos ao longo da execução, os valores classificados como "orçados" no momento da análise não representam, necessariamente, o orçamento original. A prática corrente dos gestores, evidenciada pela análise das Obras 2 e 3, foi a de realizar reorçamentos para cima quando o estoque se aproximava do fim (estouro iminente), mas raramente reduzir os quantitativos superdimensionados.

Esse comportamento cria um viés importante na análise: as sobras tendem a ser mais confiáveis do que os estouros, pois não foram "corrigidas" ao longo do processo. Em outras palavras, se sobrou material ou horas, isso provavelmente é um ganho real de produtividade ou um superdimensionamento inicial que persistiu até o final. Já os estouros foram mascarados por ajustes sucessivos que "diluíram" o erro no orçamento atualizado. Isso tem uma implicação direta na gestão: a empresa está, sistematicamente, gerando orçamentos atualizados que tendem a "estourar", enquanto suas economias reais ficam ocultas em linhas que nunca foram revistas para baixo.

#### ***4.6.3 Comportamento por tipologia e porte***

A análise comparativa entre as obras também revelou padrões distintos entre tipologias. A Obra 2 (shopping center) apresentou um comportamento de mão de obra inverso ao da Obra 1 (residencial), com sobras massivas de horas em atividades como acabamento e estrutura. Isso sugere que o parâmetro de produtividade utilizado para obras

comerciais é conservador, possivelmente importado de tabelas residenciais ou desatualizado para o alto nível de organização e mecanização de canteiros comerciais. Já nas Obras 3 e 4 (torres altas), os desafios se concentraram na logística vertical, impactando fortemente a produtividade de serventes e o consumo de materiais de transporte vertical.

Os materiais, por sua vez, mantiveram um comportamento mais linear e previsível em todas as tipologias, confirmando que a estrutura de concreto e a vedação racionalizada (blocos de gesso) obedecem a leis físicas mais rígidas e menos suscetíveis a variações organizacionais. No entanto, insumos de acabamento (porcelanato, texturas) mostraram-se mais sensíveis à complexidade arquitetônica e interferências de projeto.

#### **4.6.4 Implicações para a gestão empresarial**

A síntese desses resultados transcende a análise estatística e oferece direcionamentos claros para aprimorar os processos da construtora:

- **Para o Planejamento:** Os dados indicam que o principal gargalo não está na execução, mas na base de projetos e especificações. Obras com maior detalhamento executivo (como o shopping) sofreram menos com alterações de escopo. Investir na qualidade do projeto arquitetônico e de compatibilização reduz a incidência de reforçamentos e retrabalhos que geram os maiores estouros de mão de obra.
- **Para o Orçamento:** A prática de copiar composições padrão (SEINFRA) sem calibração mostrou-se ineficiente. A empresa deve instituir um processo formal de "retroalimentação" do banco de dados de custos. A regressão linear deve ser usada não apenas como ferramenta de análise pós-obra, mas como um método para ajustar os coeficientes de produtividade para projetos futuros, criando uma curva de aprendizado própria que substitua as tabelas genéricas.
- **Para a Gestão de Compras:** A aplicação da Curva ABC provou ser acertada. O esforço de negociação e controle deve se concentrar nos itens de Classe A (cimento, aço, porcelanato). Pequenas variações nestes insumos têm impacto financeiro devastador, enquanto itens Classe C podem ser gerenciados com procedimentos mais ágeis.
- **Para a Gestão de Produção:** A cultura de "só reajustar para cima" precisa ser revista. A gestão de obra tem duas alternativas, incorporar a revisão de sobras como prática saudável: se um serviço saiu mais barato, o orçamento deve ser atualizado para baixo para refletir a realidade e permitir que essa eficiência seja contabilizada na margem de lucro real. Ou não implementar os estouros nas composições, e sim, em aditivos externos, para que o orçado x solicitado seja mais confiável, possibilitando análises mais precisas.

Em suma, o estudo demonstra que a precisão orçamentária é uma faca de dois gumes. O uso de software integrado como o Informakon é fundamental, mas apenas se apoiado por uma postura gerencial crítica. Não basta registrar dados; é preciso questionar as discrepâncias, corrigir os coeficientes internos e transformar a experiência histórica das obras em inteligência competitiva para os novos empreendimentos.

## 5. CONCLUSÃO

A gestão de custos na construção civil exige mais do que o uso de referências externas: demanda rigorosa comparação entre o planejado e o realizado. Para atender ao objetivo geral deste trabalho — o aprimoramento do processo de controladoria —, realizou-se um estudo de caso em uma construtora de Fortaleza, analisando quatro empreendimentos (dois concluídos e dois em andamento). A investigação comparou as composições de custos e a produtividade da mão de obra, confirmando que tabelas genéricas, como a SEINFRA, são insuficientes sem o crivo da realidade operacional da empresa (MATTOS, 2016).

A análise permitiu isolar as discrepâncias entre o projeto e a execução, filtrando ineficiências para identificar o custo que "deveria ter sido". Esse refinamento alinha-se ao conceito de "organização que aprende" (SENGE, 1990), onde o histórico de obras subsidia orçamentos futuros. A pesquisa demonstrou que a calibração das composições de serviços com base em dados empíricos é essencial para corrigir as distorções das tabelas padrão e aumentar a previsibilidade de custos e prazos.

Contudo, a eficácia desse modelo depende da agilidade da ferramenta de suporte. O estudo identificou que o sistema atual (Informakon) apresenta limitações na rastreabilidade. Para viabilizar a metodologia proposta, sugerem-se três melhorias práticas: a implementação de apontamento móvel no canteiro de obras (eliminando o uso de planilhas paralelas); a flexibilidade de ajuste nas composições sem perda do dado original; e o rigoroso controle de versionamento para impedir a replicação de erros para novos projetos (LAUDON & LAUDON, 2014).

Em suma, a precisão orçamentária não é um destino, mas um ciclo perpétuo. A volatilidade do mercado é incontrolável, mas a resposta interna da empresa pode ser precisa. Ao alinhar uma metodologia crítica de análise de dados a um sistema de informação ágil e intuitivo, a construtora transforma sua memória operacional em inteligência estratégica, garantindo competitividade em cenários incertos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Marcos de Oliveira; FARIA, Wendel Alex Castro; SILVA, Alessandro Porcile Ribeiro da. **Incerteza e desempenho econômico do setor de construção civil no Brasil**. Revista Econômica do Nordeste, v. 52, n. 3, 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/1104>. Acesso em: 3 dez. 2025.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Panorama da construção civil 2024/2025**. Brasília: CBIC, 2024. Disponível em: <https://cbic.org.br>. Acesso em: 20 maio 2025.

CASTRO, A. B. de. **Construção civil: ciclos, perspectivas e estratégias econômicas 2024-2025**. São Paulo: Atlas, 2025.

CAVALCANTE, Lucas Alysson da Silva; ARAÚJO, Bruna Hélen Brito de; SANTOS, Marcos David dos; MEDEIROS, Fernanda Karolline de. **Análise Comparativa de Planilha Orçamentária – Estudo de Caso no Projeto de Uma Escola na Cidade de São José do Sabugi-PB**. São José do Sabugi, 2020.

CEARÁ. Secretaria da Infraestrutura (SEINFRA). Portaria nº 170, de 03 de outubro de 2001. **Dispõe sobre a utilização da Tabela de Custos Unitários de Serviços de Engenharia**. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, 2001.

DIAS, M. A. P. **Gerenciamento de materiais na construção civil: planejamento, controle e logística**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

GOLDIN, S. R. **Princípios de orçamentação de obras**. Porto Alegre: SAGAH, 1997.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997.

LIMMER, C. V. **Planejamento e custos de obras e orçamentos**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

KERZNER, H. **Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle**. 2. ed. São Paulo: AMGH, 2017.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, engenheiros e arquitetos**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2019.

MATTOS, A. D. **Ponto de equilíbrio: análise econômica de empreendimentos**. São Paulo: Pini, 2016.

NUNES, Sara Hellen de Almeida. **Gerenciamento de Obras: Estratégias e Ferramentas**. 2023. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, Monteiro, 2023.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (PMBOK Guide)**. 7. ed. Newtown Square: PMI, 2021.

SENA, Dalva Ferreira de. **Gerenciamento de Obras: Planejamento e Controle**. [s.d.]. Trabalho acadêmico (Graduando em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Norte – Uninorte, Departamento de Ciências Exatas, Manaus, Amazonas.

SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. **Planejamento e Controle de Obras**. 2011. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SILVA, Shirley M. Vidal. **Controle de Custos de Obras**. 2009. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2009.

Terra Brasil Notícias. **CONSTRUÇÃO civil no Brasil dispara em 2024 e 2025**, São Paulo, 13 set. 2024. Disponível em: <https://terrabrasilnoticias.com.br/construcao-civil-brasil-dispara-2024-2025>. Acesso em: 15 novembro 2025.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). Acórdão nº 2522/2023 - Plenário. **Relatório de Auditoria Operacional: Análise de Referenciais de Preços em Obras Públicas**. Brasília: TCU, 2023. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br>. Acesso em: 21 dezembro 2025.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Relatório de Auditoria: Referencial Básico de Custos para Obras Públicas**. Brasília: TCU, 2022. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br>. Acesso em: 14 dezembro 2025.

## 7. ANEXOS

## Anexo 1 – Curva A – obra 1

#	Classe	Insumo	Unidade	Quantidade	Total	%	% Ac	Curva
6	T	3741	h	12.744,7330	326.265,16	1,59	14,13	A
13	M	75667	m <sup>2</sup>	3.502,2900	236.054,35	1,15	23,88	A
14	T	82541	Vb	233.371,9528	233.371,95	1,14	25,02	A
16	M	80615	m <sup>2</sup>	362,2375	212.995,65	1,04	27,16	A
21	T	3698	h	21.807,6811	196.269,13	0,96	32,13	A
26	M	81198	Vb	168.205,7000	168.205,70	0,82	36,48	A
30	T	3731	h	19.887,5835	158.225,61	0,77	39,63	A
32	T	76156	h	11.983,8245	153.452,87	0,75	41,13	A
33	M	79562	m <sup>2</sup>	3.074,3634	140.283,20	0,68	41,82	A
36	T	3703	h	12.645,2697	134.798,58	0,66	43,83	A
37	T	3423	mês	19,0000	133.000,00	0,65	44,48	A
38	M	81643	un	128.580,4767	128.580,48	0,63	45,10	A
39	M	82646	m <sup>2</sup>	3.729,5139	127.064,54	0,62	45,72	A
41	M	36318	m	8.397,0000	122.848,11	0,60	46,94	A
42	T	3707	h	8.881,0202	121.137,12	0,59	47,53	A
45	M	69413	kg	17.072,7400	114.387,36	0,56	49,24	A
47	T	76547	mês	49,0000	107.996,00	0,53	50,29	A
48	T	63918	mês	12,0000	100.800,00	0,49	50,78	A
49	M	82514	m <sup>3</sup>	219,3407	100.019,36	0,49	51,27	A
51	T	3740	h	9.239,4325	98.492,35	0,48	52,24	A
52	T	3716	h	11.339,9097	97.886,10	0,48	52,72	A
55	T	3702	h	8.466,4446	90.252,30	0,44	54,08	A
56	T	76157	h	6.305,4431	87.462,80	0,43	54,50	A
60	M	71031	m	9.120,0000	86.001,60	0,42	56,18	A
61	M	80221	un	102,0000	85.591,26	0,42	56,60	A
63	M	1567	kg	120.472,2004	85.053,37	0,42	57,43	A
64	M	75219	m	45.800,0000	84.730,00	0,41	57,84	A
65	M	69416	kg	12.676,0000	80.999,64	0,40	58,24	A
67	M	82515	m <sup>3</sup>	166,8285	76.907,94	0,38	59,00	A
68	T	3428	mês	18,0000	75.600,00	0,37	59,36	A
69	M	61500	kg	77.560,6478	73.682,62	0,36	59,72	A
72	M	70029	m	2.859,5380	71.917,38	0,35	60,79	A
73	M	67760	kg	18.081,2864	71.421,08	0,35	61,14	A
74	M	84761	un	101,0000	71.221,16	0,35	61,48	A
75	T	72023	mês	44,0000	71.016,00	0,35	61,83	A
76	M	84013	m <sup>2</sup>	1.185,6187	70.900,00	0,35	62,18	A
78	M	81370	m <sup>2</sup>	116,5500	69.930,00	0,34	62,86	A
79	M	81103	un	96,0000	67.695,36	0,33	63,19	A
83	M	85264	un	139,0000	61.595,07	0,30	64,44	A
84	M	81622	un	1,0000	60.000,00	0,29	64,73	A
88	M	69415	kg	8.296,1720	55.584,35	0,27	65,85	A
90	M	61850	un	493,0006	54.131,47	0,26	66,38	A
92	M	69412	kg	7.170,0000	52.054,20	0,25	66,89	A
93	M	84934	un	34.485,0000	51.727,50	0,25	67,15	A
94	M	63490	kg	8.235,3673	51.059,28	0,25	67,40	A
96	T	3429	mês	11,0000	49.500,00	0,24	67,88	A

98	M	78662	m²	152,0000	48.948,56	0,24	68,36	A
101	T	71260	mês	25,0000	48.127,00	0,23	69,07	A
102	M	71041	m	2.382,0000	47.888,20	0,23	69,30	A
103	M	75401	m	1.677,6659	45.931,70	0,22	69,52	A
105	M	85265	un	113,0000	45.519,79	0,22	69,97	A
106	T	3424	mês	15,0000	45.000,00	0,22	70,19	A
107	M	77743	m³	98,9874	44.346,36	0,22	70,41	A
108	T	81873	mês	9,0000	43.322,13	0,21	70,62	A
109	M	2198	m	830,2300	42.828,80	0,21	70,83	A
110	M	82683	un	49,0000	42.581,00	0,21	71,03	A
111	M	3904	un	731,0425	41.791,26	0,20	71,24	A
113	M	61466	un	98,0000	39.592,00	0,19	71,63	A
114	M	85345	un	131,0000	39.300,00	0,19	71,82	A
116	M	84771	un	48,0000	38.903,52	0,19	72,20	A
118	M	10989	l	7.310,0000	37.865,80	0,18	72,57	A
119	M	81570	un	666,0000	37.229,40	0,18	72,75	A
120	M	68592	m	4.375,3100	36.971,37	0,18	72,93	A
122	T	3720	h	4.173,0320	36.021,61	0,18	73,29	A
124	T	3718	h	3.567,5307	34.712,07	0,17	73,63	A
125	T	3705	h	3.230,6766	34.439,01	0,17	73,80	A
128	M	84947	l	1.877,4872	34.414,34	0,17	74,30	A
133	M	80617	m²	56,6685	33.322,21	0,16	75,13	A
134	M	63487	kg	5.368,0000	33.281,60	0,16	75,29	A
136	M	80878	un	7,0000	32.898,60	0,16	75,61	A
137	M	70421	un	42,0000	32.760,00	0,16	75,77	A
138	T	72924	mês	13,0000	32.500,00	0,16	75,93	A
140	T	3427	mês	10,0000	32.310,00	0,16	76,25	A
141	M	71833	un	544,6200	32.132,58	0,16	76,40	A
145	M	74545	m²	74,0160	31.086,72	0,15	77,02	A
147	T	76541	mês	19,0000	30.400,00	0,15	77,32	A
149	M	76870	m²	556,2924	29.939,66	0,15	77,61	A
150	M	85433	un	86,0000	27.950,00	0,14	77,75	A
153	T	3719	h	3.135,6566	27.066,99	0,13	78,15	A
155	M	72937	m	730,0000	26.280,00	0,13	78,40	A
156	M	2615	m	189,8114	25.662,50	0,13	78,53	A
158	M	61499	kg	26.950,0000	25.602,50	0,12	78,78	A
166	M	59280	un	2,0000	24.000,00	0,12	79,74	A
167	M	84015	kg	29.183,5292	23.930,49	0,12	79,86	A

### Anexo 2 – Curva A – Obra 2

#	Classe	Insumo	Unidade	Quantidade	Total	%	% Ac	Curva
13	T	3702	h	19.081,7307	228.217,50	0,88	48,33	A
14	T	76156	h	18.112,3652	206.662,09	0,80	49,13	A
19	M	85780	m²	1.670,0000	174.030,70	0,67	52,66	A
20	T	3707	h	14.373,6552	171.908,92	0,66	53,32	A
21	M	33675	kg	26.752,2397	159.978,39	0,62	53,94	A
22	M	80829	kg	26.120,8600	156.202,74	0,60	54,54	A
23	M	63692	kg	206.589,7287	152.876,40	0,59	55,13	A
26	M	78720	un	1,0000	138.000,00	0,53	56,79	A

28	T	3731	h	16.900,1660	132.159,30	0,51	57,81	A
30	M	78807	un	1,0000	115.000,00	0,44	58,74	A
31	T	3703	h	9.546,6755	114.178,24	0,44	59,18	A
32	M	57291	m	3.800,0000	113.696,00	0,44	59,62	A
34	M	63487	kg	18.618,5211	111.338,76	0,43	60,48	A
36	M	989	kg	16.322,7826	102.833,53	0,40	61,30	A
37	T	3741	h	10.099,0511	102.404,38	0,40	61,70	A
38	T	3718	h	11.899,1562	101.618,79	0,39	62,09	A
40	M	71423	m <sup>2</sup>	2.700,0000	98.955,00	0,38	62,86	A
41	M	80014	un	26.741,0339	98.941,83	0,38	63,24	A
43	M	83212	m <sup>2</sup>	7.056,9912	93.857,98	0,36	63,98	A
44	M	80593	m <sup>2</sup>	116,4057	93.124,56	0,36	64,33	A
45	T	3427	mês	25,0000	91.875,00	0,35	64,69	A
46	M	61866	un	614,0209	91.397,01	0,35	65,04	A
49	M	61818	m <sup>2</sup>	3.958,5100	86.493,44	0,33	66,07	A
51	T	3422	mês	16,0000	85.576,00	0,33	66,73	A
54	M	86099	m <sup>2</sup>	1.219,6803	78.779,15	0,30	67,66	A
56	M	88650	m <sup>2</sup>	95,2800	76.224,00	0,29	68,25	A
57	M	87050	kg	7.874,1828	75.592,15	0,29	68,54	A
59	M	76115	m	1.620,0000	73.305,00	0,28	69,11	A
60	T	72023	mês	42,0000	71.437,38	0,28	69,39	A
61	M	14	m <sup>3</sup>	922,1446	70.691,61	0,27	69,66	A
62	M	86083	m <sup>2</sup>	232,3000	69.457,70	0,27	69,93	A
63	M	84705	l	10.407,0000	69.206,55	0,27	70,20	A
65	M	69416	kg	10.835,1462	66.744,50	0,26	70,72	A
66	T	3716	h	7.781,0155	66.449,87	0,26	70,98	A
70	M	85759	m	726,0101	62.799,87	0,24	71,96	A
72	M	71427	m <sup>2</sup>	1.530,0000	61.215,30	0,24	72,44	A
73	M	63490	kg	10.176,5417	60.855,72	0,23	72,67	A
75	M	69415	kg	8.933,4090	57.620,49	0,22	73,13	A
78	M	61500	kg	49.588,3429	54.547,18	0,21	73,77	A
81	M	85614	l	442,8000	53.091,72	0,20	74,39	A
82	T	81873	mês	12,0000	52.800,00	0,20	74,60	A
83	T	3740	h	4.572,9138	52.176,95	0,20	74,80	A
85	M	85483	m <sup>3</sup>	368,0000	51.888,00	0,20	75,20	A
88	T	76157	h	4.029,8807	49.527,23	0,19	75,78	A
92	M	80569	m	270,0000	47.962,80	0,19	76,53	A
93	T	76158	h	3.510,4770	46.232,98	0,18	76,71	A
95	T	3428	mês	17,0000	45.887,08	0,18	77,06	A
97	M	86098	m <sup>2</sup>	766,1105	45.223,50	0,17	77,41	A
101	M	69413	kg	6.858,1435	44.235,03	0,17	78,10	A
102	M	61617	m <sup>2</sup>	945,8978	43.586,97	0,17	78,27	A
103	T	3424	mês	18,0000	43.548,30	0,17	78,44	A
105	M	85760	m	552,1210	42.237,26	0,16	78,77	A
106	T	71253	mês	13,0000	41.950,09	0,16	78,93	A
107	M	86589	m <sup>2</sup>	34,5500	41.460,00	0,16	79,09	A
108	M	66518	m	5.199,0000	41.436,03	0,16	79,25	A

## Anexo 3 – Curva A – Obra 3

#	Classe	Insumo	Und	Quantidade	Total	%	% Ac	Curva
2	M	247	m²	19.774,63	1.878.590,29	3,59	7,94	A
4	M	63487	kg	160.342,30	1.244.256,21	2,38	13,90	A
9	T	76156	h	71.477,85	707.630,75	1,35	22,44	A
12	T	3731	h	71.405,01	526.968,95	1,01	25,87	A
16	T	3702	h	44.683,61	442.367,70	0,85	29,53	A
17	T	3698	h	44.048,13	426.385,90	0,82	30,34	A
19	T	76157	h	37.918,49	389.802,10	0,75	31,87	A
20	M	59549	un	29.999,35	372.591,94	0,71	32,59	A
22	M	88814	un	8.000,00	360.000,00	0,69	33,98	A
24	M	81470	m²	8.184,42	353.321,34	0,68	35,33	A
26	T	3422	mês	37,00	336.902,02	0,64	36,63	A
27	T	3741	h	33.014,09	334.762,84	0,64	37,27	A
29	M	61500	kg	374.497,69	322.068,02	0,62	38,52	A
30	T	3707	h	32.287,34	319.644,69	0,61	39,13	A
31	M	81103	un	310,00	319.368,20	0,61	39,74	A
33	M	63692	kg	510.876,99	308.978,40	0,59	40,93	A
34	M	76473	m²	6.275,78	306.320,69	0,59	41,51	A
35	M	71031	m	29.930,80	293.061,44	0,56	42,07	A
37	M	61818	m²	11.881,30	287.527,42	0,55	43,18	A
38	T	3703	h	28.499,90	282.149,04	0,54	43,72	A
42	M	80695	un	279,00	262.876,59	0,50	45,79	A
44	T	3728	h	2.245,10	248.543,30	0,48	46,75	A
45	M	86075	m²	10.613,12	248.240,83	0,47	47,23	A
46	M	80829	kg	33.957,61	243.475,98	0,47	47,69	A
47	T	63919	mês	16,00	240.000,00	0,46	48,15	A
48	M	84761	un	276,00	233.104,08	0,45	48,60	A
49	M	33674	kg	31.430,69	225.357,84	0,43	49,03	A
50	M	88123	m²	19.724,63	221.704,89	0,42	49,45	A
53	M	84022	m²	4.418,62	215.672,94	0,41	50,70	A
54	M	84162	kg	27.212,40	213.617,37	0,41	51,11	A
56	T	3716	h	27.985,78	206.535,09	0,39	51,91	A
57	M	82988	un	198,00	203.983,56	0,39	52,30	A
62	M	69415	kg	24.521,20	192.491,43	0,37	54,17	A
64	M	1826	m	127.965,16	184.013,90	0,35	54,89	A
65	T	74414	mês	74,00	183.190,70	0,35	55,24	A
67	T	3423	mês	38,00	177.451,64	0,34	55,92	A
68	M	70174	un	177.747,85	174.192,89	0,33	56,26	A
72	T	3720	h	22.253,32	164.229,50	0,31	57,55	A
74	T	3424	mês	37,00	162.981,30	0,31	58,17	A
75	M	70029	m	8.925,59	160.660,62	0,31	58,48	A
77	M	71395	m²	9.434,88	155.675,52	0,30	59,08	A
78	T	65937	mês	35,00	152.250,00	0,29	59,37	A
79	M	34095	l	2.966,74	152.193,55	0,29	59,66	A
81	T	3705	h	14.269,94	141.272,38	0,27	60,22	A
82	M	74557	l	26.636,31	136.644,28	0,26	60,48	A
83	M	14	m³	1.700,81	136.064,85	0,26	60,74	A
85	M	66292	un	136.491,68	133.761,85	0,26	61,26	A
87	M	42018	l	11.326,19	128.212,42	0,25	61,75	A

88	T	63921	mês	47,00	127.746,47	0,24	61,99	A
90	M	79509	m	18.341,55	126.006,45	0,24	62,48	A
91	M	62008	un	1.141,00	125.510,00	0,24	62,72	A
97	M	84930	m²	2.397,41	117.017,34	0,22	64,11	A
99	T	3428	mês	36,00	116.110,80	0,22	64,55	A
100	M	65777	m²	335,16	115.831,43	0,22	64,77	A
101	M	80845	m²	288,39	113.914,05	0,22	64,99	A
102	M	61617	m²	2.091,06	111.035,46	0,21	65,20	A
104	T	76158	h	9.236,83	109.641,15	0,21	65,62	A
105	T	3740	h	10.608,91	109.059,58	0,21	65,83	A
106	T	76547	mês	66,60	108.173,86	0,21	66,04	A
107	T	65951	mês	27,00	108.000,00	0,21	66,24	A
108	M	63636	un	2.200,00	107.008,00	0,20	66,45	A
110	T	3719	h	14.154,96	104.463,60	0,20	66,85	A
113	M	69416	kg	13.720,08	103.037,83	0,20	67,44	A
114	M	178	l	7.796,36	101.352,63	0,19	67,64	A
117	M	65307	un	31,40	99.602,37	0,19	68,21	A
119	T	72023	mês	58,60	98.421,30	0,19	68,59	A
120	M	64252	un	2.000,00	97.660,00	0,19	68,78	A
121	T	66280	mês	73,00	96.360,00	0,18	68,96	A
122	M	71358	m²	2.819,01	95.705,39	0,18	69,14	A
125	M	80885	un	281,00	93.263,90	0,18	69,69	A
126	T	3718	h	12.591,91	92.928,28	0,18	69,86	A
128	M	78077	m	12.292,00	92.190,00	0,18	70,22	A
130	M	87955	m²	672,00	88.885,44	0,17	70,56	A
132	M	75401	m	3.182,00	86.773,14	0,17	70,90	A
136	T	3427	mês	25,00	82.320,25	0,16	71,55	A
138	M	78720	un	1,00	81.476,10	0,16	71,86	A
139	M	65008	l	6.257,94	81.353,21	0,16	72,01	A
140	M	81370	m²	237,54	81.238,68	0,16	72,17	A
141	M	69413	kg	10.345,00	81.208,24	0,16	72,32	A
142	M	89285	un	969,00	80.233,20	0,15	72,48	A
146	M	61866	un	405,43	79.246,21	0,15	73,09	A
147	M	79180	m²	1.805,47	77.941,93	0,15	73,24	A
148	T	84095	mês	12,00	75.477,60	0,14	73,38	A
149	M	66072	m²	2.356,80	75.417,65	0,14	73,53	A
150	M	11589	kg	242.540,57	75.187,58	0,14	73,67	A
152	M	1881	m	1.230,02	73.801,44	0,14	73,95	A
153	M	83009	un	73,00	73.210,97	0,14	74,09	A
154	T	72924	mês	40,00	71.047,60	0,14	74,23	A
155	M	89746	l	1.656,00	70.843,68	0,14	74,36	A
156	M	71833	un	1.330,00	69.027,00	0,13	74,50	A
163	M	77674	kg	26.285,17	65.712,93	0,13	75,40	A
165	M	85916	m²	362,92	65.506,52	0,13	75,65	A
166	M	82514	m³	144,00	64.800,00	0,12	75,77	A
170	M	88755	l	125,73	62.818,60	0,12	76,25	A
171	M	71	kg	4.095,43	62.291,53	0,12	76,37	A
174	M	74627	kg	6.908,00	61.557,63	0,12	76,73	A
175	T	83915	mês	31,00	61.365,43	0,12	76,84	A
176	M	75986	un	406.673,74	61.001,06	0,12	76,96	A
177	T	71260	mês	30,00	60.000,00	0,11	77,07	A

178	M	70829	m	3.979,75	59.696,30	0,11	77,19	A
179	M	74335	m²	18.900,00	57.078,00	0,11	77,30	A
180	T	76210	mês	32,00	56.838,08	0,11	77,41	A
181	M	80086	un	295,67	56.256,47	0,11	77,51	A
182	M	70533	m²	1.761,19	55.371,81	0,11	77,62	A
186	M	43822	un	27.607,65	54.663,15	0,10	78,04	A
187	M	1480	m	212,00	54.390,72	0,10	78,14	A
188	M	68417	m	9.650,00	54.233,00	0,10	78,25	A
190	T	71092	mês	29,00	51.509,51	0,10	78,45	A
192	M	80837	m²	149,62	51.168,40	0,10	78,64	A
195	M	61466	un	392,00	50.768,11	0,10	78,94	A
197	M	61467	un	277,00	49.860,00	0,10	79,13	A
198	M	80858	m²	125,63	49.623,85	0,09	79,22	A
199	M	62882	kg	3.095,50	48.408,28	0,09	79,31	A
202	M	88212	m²	636,51	48.075,86	0,09	79,59	A
203	M	61465	un	218,00	47.960,00	0,09	79,68	A
206	M	57327	m	42.126,40	47.181,57	0,09	79,95	A

## Anexo 4 – Curva A – Obra 4

#	Classe	Insumo	Unidade	Quantidade	Total	%	% Ac	Curva
6	M	63490	kg	78.955,93	462.681,72	1,37	16,31	A
7	M	89847	m²	8.845,15	427.486,12	1,26	17,58	A
8	M	63487	kg	72.541,20	425.091,44	1,26	18,83	A
14	T	3731	h	49.779,87	389.278,62	1,15	25,92	A
18	T	3427	mês	86,00	316.050,00	0,93	29,95	A
19	T	3707	h	26.063,74	311.722,31	0,92	30,87	A
23	M	69415	kg	46.136,75	291.584,29	0,86	34,39	A
24	T	76156	h	25.368,15	289.450,57	0,85	35,24	A
25	T	3703	h	22.645,72	270.842,86	0,80	36,04	A
27	T	3741	h	25.612,60	259.711,77	0,77	37,60	A
30	M	72909	un	13.413,00	245.726,16	0,73	39,82	A
31	M	85179	kg	25.224,00	237.357,80	0,70	40,52	A
33	M	1567	kg	315.059,14	233.143,76	0,69	41,90	A
35	M	69416	kg	36.658,07	221048,1585	0,6526	43,2061	A
36	M	69413	kg	34.962,23	220961,2626	0,6523	43,8584	A
39	T	3702	h	18.005,04	215340,2473	0,6357	45,7804	A
40	M	33675	kg	35.352,20	207163,8668	0,6116	46,3920	A
43	T	3716	h	22.644,02	193379,965	0,5709	48,1438	A
44	M	80829	kg	31.121,64	182372,828	0,5384	48,6822	A
47	T	3718	h	19.018,10	162414,5868	0,4795	50,1747	A
48	M	70174	un	293.067,40	161187,0716	0,4759	50,6506	A
50	T	3698	h	10.781,64	156980,6711	0,4634	51,5890	A
54	M	85142	un	1,00	152166,15	0,4492	53,4077	A
55	T	3720	h	17.601,15	150313,7903	0,4438	53,8515	A
56	M	14	m³	1.457,78	145778,49	0,4304	54,2818	A
59	M	68417	m	18.303,68	138375,851	0,4085	55,5196	A
61	T	76158	h	10.287,21	135482,5083	0,4000	56,3215	A

64	T	76540	mês	85,00	133668,28	0,3946	57,5118	A
65	T	3705	h	10.747,85	128544,2394	0,3795	57,8913	A
66	M	84761	un	256,00	124413,44	0,3673	58,2586	A
67	T	71261	mês	79,00	124232,872	0,3668	58,6254	A
68	M	10993	l	20.001,85	120011,094	0,3543	58,9797	A
69	T	76547	mês	69,00	117361,41	0,3465	59,3262	A
70	M	88334	m²	7.035,16	117276,1172	0,3462	59,6724	A
71	M	59549	un	9.015,93	116575,9749	0,3442	60,0165	A
72	M	79587	m²	257,71	115970,4	0,3424	60,3589	A
73	M	61866	un	689,51	113769,6285	0,3359	60,6948	A
74	M	61500	kg	112.869,66	111740,9675	0,3299	61,0247	A
75	M	71728	m	61.960,50	107191,665	0,3165	61,3411	A
76	M	11589	kg	204.933,30	106565,3148	0,3146	61,6557	A
77	M	989	kg	18.022,91	106335,1796	0,3139	61,9696	A
79	T	88684	h	5.756,75	105060,6948	0,3102	62,5917	A
80	M	81103	un	215,00	104487,85	0,3085	62,9002	A
81	M	83212	m²	8.494,40	101932,74	0,3009	63,2011	A
83	T	88569	h	8.757,34	99921,2038	0,2950	63,7913	A
84	M	84943	m²	1.219,76	98458,9868	0,2907	64,0820	A
85	M	80014	un	29.307,96	96716,2683	0,2855	64,3675	A
86	M	71	kg	9.081,14	94988,7296	0,2804	64,6479	A
88	M	61818	m²	4.207,90	90091,0534	0,2660	65,1875	A
89	T	3719	h	10.496,34	89638,7111	0,2646	65,4521	A
90	M	42178	un	1,00	89480,5	0,2642	65,7163	A
91	M	85951	m	3.240,66	89280,2987	0,2636	65,9799	A
92	T	76157	h	7.232,89	88892,1739	0,2624	66,2423	A
93	M	63692	kg	116.700,93	86358,6909	0,2549	66,4972	A
95	M	67760	kg	18.724,86	84449,1024	0,2493	66,9960	A
96	M	79585	un	168,00	82780,32	0,2444	67,2404	A
98	T	65951	mês	18,00	79380	0,2343	67,7109	A
99	T	65393	mês	88,00	79200	0,2338	67,9447	A
100	T	85840	mês	12,00	78000	0,2303	68,1750	A
101	M	84162	kg	14.688,88	76382,176	0,2255	68,4005	A
102	T	3424	mês	24,00	75600	0,2232	68,6237	A
104	T	65937	mês	17,00	74970	0,2213	69,0664	A
105	T	81873	mês	17,00	74970	0,2213	69,2878	A
107	M	85141	un	6,00	74121,54	0,2188	69,7264	A
111	M	61846	m	7.269,39	71458,0998	0,2110	70,5887	A
112	T	71092	mês	32,00	71413,12	0,2108	70,7995	A
114	M	61617	m²	1.359,38	69328,1709	0,2047	71,2145	A
115	T	3428	mês	24,00	68896,8	0,2034	71,4179	A
118	T	63921	mês	29,00	64718,14	0,1911	72,0091	A
119	M	84651	m	3.477,35	64157,0706	0,1894	72,1985	A
123	M	74621	Vb	1,00	63044,61	0,1861	72,9481	A
125	M	43971	l	847,85	61587,8748	0,1818	73,3125	A
127	M	86111	m²	3.586,80	60078,9	0,1774	73,6688	A
128	M	78896	un	168,00	59524,08	0,1757	73,8445	A
131	M	69412	kg	8.374,14	57362,8494	0,1693	74,3587	A
134	T	3740	h	4.849,69	55334,9515	0,1634	74,8542	A
135	M	85180	l	3.132,54	55320,6635	0,1633	75,0175	A
137	T	71253	mês	12,00	52920	0,1562	75,3314	A

141	T	72924	mês	23,00	51328,18	0,1515	75,9410	A
142	M	84399	m <sup>2</sup>	152,52	51016,4148	0,1506	76,0917	A
143	M	176	kg	26.690,83	50445,6687	0,1489	76,2406	A
144	M	79178	m <sup>2</sup>	167,91	50307,5151	0,1485	76,3891	A
149	M	85035	m <sup>2</sup>	633,96	49455,1962	0,1460	77,1256	A
150	T	3426	mês	36,00	49215,6	0,1453	77,2709	A
151	M	3748	l	1.962,87	49071,715	0,1449	77,4158	A
155	M	11591	m	6.484,24	46556,8432	0,1374	77,9780	A
157	M	85097	un	2,00	44700,72	0,1320	78,2425	A
158	T	72914	mês	20,00	44633,2	0,1318	78,3743	A
159	M	85092	un	86,00	44566,06	0,1316	78,5059	A
160	M	78589	m <sup>2</sup>	1.622,56	44149,8603	0,1303	78,6362	A
161	M	85147	un	312,00	44129,28	0,1303	78,7665	A
162	T	76541	mês	28,00	44031,904	0,1300	78,8965	A
163	M	177	l	9.952,91	43991,8746	0,1299	79,0264	A
164	T	88611	h	2.409,53	43818,1114	0,1294	79,1557	A
165	M	86636	un	17.449,56	43623,8907	0,1288	79,2845	A
166	M	1650	m	9.667,27	43309,3517	0,1279	79,4124	A
167	M	67625	un	272,00	42486,4	0,1254	79,5378	A
168	M	66013	m	378,00	42305,76	0,1249	79,6627	A