

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

LETÍCIA MARIA FRITZEN NASCIMENTO
RAFAEL FELDMANN

**ESTUDO DAS ETAPAS DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS
QUE MAIS IMPLICAM EM ATRASOS NOS CRONOGRAMAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2013

LETÍCIA MARIA FRITZEN NASCIMENTO
RAFAEL FELDMANN

**ESTUDO DAS ETAPAS DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS
QUE MAIS IMPLICAM EM ATRASOS NOS CRONOGRAMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Engenharia de Produção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Cezar Augusto Romano,

CURITIBA
2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTUDO DAS ETAPAS DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS QUE MAIS IMPLICAM EM ATRASOS NOS CRONOGRAMAS

Por

**LETÍCIA MARIA FRITZEN NASCIMENTO
RAFAEL FELDMANN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 01 de Outubro de 2013, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – Cezar Augusto Romano, Dr.
UTFPR

Profa. Vanessa Nahhas Scandelari, Dra.
UTFPR

Prof. Alfredo Iarozinski Neto.
UTFPR

Aos familiares e amigos que deram suporte em todos os momentos desta caminhada.

Ao professor e orientador Cezar Augusto Romano pela disponibilidade, apoio e incentivo em todos os momentos.

À professora Dra. Janine Nicolosi Corrêa pelas boas sugestões.

«Planeje com antecedência: não estava chovendo quando Noé construiu a arca. » Richard C. Cushing (1885-1970), Cardeal americano.

RESUMO

NASCIMENTO, Leticia Maria Fritzen; FELDMANN, Rafael. Análise por meios estatísticos das etapas de execução das obras de edificações que mais afetam os atrasos nos cronogramas, 2013. 65 Fls. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Engenharia de Produção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2013.

Este estudo tem como objetivos comparar os atrasos de cronogramas dos empreendimentos através de um índice comparativo e correlacionar este ao tamanho da obra; analisar a influência de cada etapa das obras amostrais no atraso dos cronogramas; e identificar as causas de atrasos mais recorrentes nas obras analisadas. Para investigar as etapas que mais provocam os atrasos em obra optou-se pela coleta de dados junto a grandes empresas do setor da construção de edifícios atuantes na região metropolitana de Curitiba. Os dados foram analisados e tratados seguindo princípios de estatística segundo fundamentos da teoria dos erros, utilizando conceitos de distribuição de Laplace-Gauss, ou Gaussiana, e de avaliação para correlação linear entre dados através do coeficiente de Pearson, resultando em índices de atraso por etapa de execução da obra. Os resultados demonstram que o fator climático impacta de forma significativa os atrasos nos cronogramas de obra, sendo as etapas mais influentes a de emboço externo e infraestrutura. Ainda foi possível obter índices que permitem a previsão de atrasos ocorridos em cada etapa executiva da obra, em função da quantidade de unidades habitacionais construídas.

Palavras-chave: Planejamento, Cronograma, Atrasos, Teoria dos erros, Déficit habitacional.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Letícia Maria Fritzen; FELDMANN, Rafael. Analysis by statistical tools of the critical processes in noncompliance with deadline schedules, 2013. 65 Pages. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Engenharia de Produção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2013.

This study aims to compare schedule delays in projects through a comparative index and correlate this to the number of apartments constructed, analyze the critical processes in noncompliance with deadline schedules and identify the most frequent causes of delays. It was collected data from large companies, which act in Curitiba. Using statistical tools, this study analyzes data according to the Theory of Errors, using concepts of Gauss-Laplace distribution, and evaluation of a linear correlation between variables via Pearson's correlation coefficient, resulting in indexes to each critical process. The results demonstrate that weather is a significant factor to consider when planning schedules in site, being the most influential processes external plastering and infrastructure. Yet, it was possible to correlate weeks of delay in schedule and number of units constructed throughout indexes.

Keywords: Planning, Schedule, Delays, Theory of Errors, Housing Deficit.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS POR EMPRESA ANALISADA	33
FIGURA 2 - INTERFACE DO <i>MS-PROJECT</i> EM GRÁFICO DE GANTT PARA EMPREENDIMENTO A1	40
FIGURA 3 - CAMINHO CRÍTICO DE PROJETO	41
FIGURA 4 - (A) GRÁFICO DE ÍNDICES DE ATRASO CONSIDERANDO EMPREENDIMENTO C1; (B) GRÁFICO DE ÍNDICES DE ATRASO DESCONSIDERANDO EMPREENDIMENTO C1	51

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - NÚMERO DE UNIDADES HABITACIONAIS POR EMPREENDIMENTO.....	33
GRÁFICO 2 - ATRASO TOTAL DAS OBRAS EM MESES.....	34
GRÁFICO 3 - RELAÇÃO ENTRE ATRASO TOTAL OCORRIDO E NÚMERO DE UNIDADES HABITACIONAIS	35
GRÁFICO 4 - DISPERSÃO DE DADOS PARA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE UNIDADES HABITACIONAIS E ATRASO FINAL EM MESES	36
GRÁFICO 5 - DISPERSÃO DE DADOS PARA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE UNIDADES HABITACIONAIS E ATRASO FINAL EM MESES APÓS ELIMINAÇÃO DE DADO ESPÚRIO.....	38
GRÁFICO 6 - ANÁLISE DOS ATRASOS EM ATIVIDADES CRÍTICAS DO EMPREENDIMENTO A1.....	42
GRÁFICO 7 - ANÁLISE DOS ATRASOS EM ATIVIDADES CRÍTICAS DO EMPREENDIMENTO.....	42
GRÁFICO 8 - RECORRÊNCIA DE ATRASOS POR ETAPA CRÍTICA DA OBRA ...	43
GRÁFICO 9 - RECORRÊNCIA DE GANHOS DE PRODUTIVIDADE POR ETAPA CRÍTICA DA OBRA.....	44
GRÁFICO 10 - ÍNDICES DE MENSURAÇÃO DO ATRASO POR ETAPA DA OBRA EM FUNÇÃO DO TAMANHO DO EMPREENDIMENTO	48
GRÁFICO 11 - ÍNDICES DE MENSURAÇÃO DO ATRASO POR ETAPA DA OBRA EM FUNÇÃO DO TAMANHO DO EMPREENDIMENTO DESCONSIDERANDO O EMPREENDIMENTO C1.....	50
GRÁFICO 12 - IMPORTÂNCIA DE CADA CAUSA PARA OS ATRASOS NAS OBRAS DA AMOSTRA ANALISADA	54
GRÁFICO 13 - EXISTÊNCIA DE PLANEJAMENTO PRÉVIO ANTES DO INÍCIO DA EXECUÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	55

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DESDOBRAMENTO DO CONTROLE DE SERVIÇOS.....	25
QUADRO 2 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PARES ORDENADOS PARA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE U.H. E ATRASO FINAL.....	35
TABELA 2 - TRATAMENTO DE GRANDEZA DOS DADOS ANALISADOS.....	37
TABELA 3 - ANÁLISE DE TENDÊNCIA DOS ATRASOS REGISTRADOS POR ETAPA DE OBRA EM CADA EMPREENDIMENTO.....	39
TABELA 4 - ANÁLISE DE RECORRÊNCIAS EM GANHO E PERDA DE PRODUTIVIDADE.....	43
TABELA 5 - COMPARAÇÃO DO ATRASO EM EMBOÇO EXTERNO DAS OBRAS A2 E A3.....	45
TABELA 6 - ÍNDICE DE ATRASO EM SEMANAS POR CEM UNIDADES HABITACIONAIS PARA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA.....	45
TABELA 7 - ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO.....	46
TABELA 8 - REPRESENTAÇÃO DE DADOS ESPÚRIOS À DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....	46
TABELA 9 - ELIMINAÇÃO DOS DADOS ESPÚRIOS À DISTRIBUIÇÃO.....	47
TABELA 10 - ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO APÓS TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	47
TABELA 11 - MÉDIA DOS ÍNDICES POR ETAPA DE EXECUÇÃO DA OBRA.....	48
TABELA 12 - ÍNDICE DE ATRASO EM SEMANAS POR UNIDADES HABITACIONAIS PARA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA DESCONSIDERANDO O EMPREENDIMENTO C1.....	49
TABELA 13 - ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO SEM O EMPREENDIMENTO C1.....	49
TABELA 14 - REPRESENTAÇÃO DE DADOS ESPÚRIOS À DISTRIBUIÇÃO NORMAL SEM O EMPREENDIMENTO C1.....	49
TABELA 15 - ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO APÓS TRATAMENTO ESTATÍSTICO SEM O EMPREENDIMENTO C1.....	50
TABELA 16 - IMPORTÂNCIA DAS CAUSAS DE ATRASOS APONTADAS PARA CADA ATIVIDADE DA OBRA.....	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. PROBLEMÁTICA	13
1.2. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA.....	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES	15
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
2. O ESTADO DA ARTE	17
2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.2.1. PLANEJAMENTO.....	20
2.2.2. CONTROLE.....	23
2.2.3. PRODUÇÃO	26
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	30
3.1. ORIENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	31
4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	32
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	32
4.2. AMOSTRA	33
4.3. CORRELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE U.H. E ATRASO FINAL DA OBRA.....	35
4.4. ANÁLISE DO ATRASO POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO	39
4.5. ANÁLISE DE CAUSAS PARA OS ATRASOS DE CRONOGRAMAS.....	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
5.1. CONCLUSÕES.....	57
5.2. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	58
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE A – Formulário aplicado	64

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

Com importante participação na economia nacional, representante de 5,7% do Produto Interno Bruto (CBIC, 2013), a construção civil é alvo de análises devido à baixa produtividade de seus processos produtivos e à falta de qualidade de seus produtos (GUTHEIL, 2004). Muitos são os estudos que alegam ser necessário à indústria da Construção Civil passar por uma mudança cultural, gerencial e tecnológica (LANTELME, 2004).

Por ser um ambiente particularmente dinâmico e mutável, o canteiro de obras exhibe grande complexidade e elevado número de variáveis envolvidas nos seus processos construtivos, exigindo muito da capacidade de gerenciamento do gestor. “No entanto, muito de improvisação ainda tem lugar nos canteiros por todo o mundo” (MATTOS, 2010).

É comum encontrar no mercado, segundo Yazigi (2009), programas de computadores que auxiliem na elaboração de cronogramas, porém não há *softwares* que facilitem à formação de estratégias dos executores para gerenciarem uma obra. Uma vez que o plano executivo do empreendimento é definido, a estratégia de execução diretora engessa a tomada de decisões, fazendo com que a construção seja gerenciada no improvisado se houver qualquer mudança de conjuntura que não estava prevista (YAZIGI, 2009).

“É nos canteiros de obra que hoje estão os principais desafios das empresas: falta de mão de obra qualificada; o número de construções atrasadas é crescente; os custos passam a estourar; o aparecimento de falhas técnicas tem sido recorrente. Enfim, falta competência do mercado para responder, em prazos curtos e com orçamentos apertados, a um número cada vez maior de empreendimentos, distribuídos nacionalmente e com tecnologias cada vez mais complexas.” (REIS, 2010).

Os atrasos no cronograma de uma obra estão diretamente relacionados com a eficiência do modelo de gestão implementado no empreendimento pelos responsáveis (CABRITA, 2008). Muitos dos riscos negativos que podem prejudicar o cronograma podem ser evitados, principalmente se houver um planejamento bem elaborado, antecipação de desafios e tomada de decisões mais ágil (FILIPPI, 2010).

Menezes (2012) reporta que ao menos 23 empreendimentos residenciais foram entregues com atrasos de 6 meses a 2 anos e meio, no período entre 2007 e

2009, prejudicando milhares de famílias em Curitiba. No total foram 6.121 apartamentos atrasados, o que representa 20,3% das unidades de mais de 4 andares construídas. As razões para estes atrasos variam desde a falta de mão de obra, de materiais até intempéries acima do normal. Alguns especialistas afirmam que estes atrasos são também consequências de erros gerenciais e estratégicos do setor.

Há diversos problemas decorrentes de atrasos na entrega dos empreendimentos que podem afetar seriamente os resultados da empresa. Além da sua imagem frente ao mercado ser afetada, processos judiciais gerados por clientes insatisfeitos, indenizações ou multas eventuais (REIS, 2010), contínuas correção do valor dos imóveis, pelo Índice Nacional dos Custos da Construção (INCC), e pagamento de juros podem implicar em um aumento sensível dos custos da construção (MENEZES, 2012).

Pelos motivos expostos, faz-se necessário um estudo direcionado aos atrasos nos cronogramas para obtenção de dados que representem a realidade do setor da indústria na região de Curitiba.

1.2. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA

Com base nos dados fornecidos por grandes empresas de construção que atuam na região metropolitana de Curitiba/PR, busca-se identificar quais etapas da obra causaram com maior frequência os atrasos nos cronogramas de execução das obras de construção de edifícios, as que apresentam maior impacto relativo sobre o atraso e as razões pelas quais acontecem, seja por intempéries, má qualificação da mão de obra e consequentes reserviços, ou ainda erro no planejamento prévio do projeto, entre outros.

A pesquisa limita-se a analisar empreendimentos de empresas inseridas no mercado de padrão médio e baixo, que concorrem pelo mesmo segmento, e portanto assume-se que conduzem de forma semelhante seus processos executivos, construídos entre 2009 e 2013.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar as etapas de construção de edifícios que mais impactaram em atrasos nos cronogramas de execução em obras de edificações na Região Metropolitana de Curitiba.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo será necessário cumprir os seguintes objetivos secundários:

- Comparar os atrasos de cronograma dos empreendimentos através de índice comparativo e correlacioná-los ao tamanho da obra.
- Avaliar a influência de cada etapa das obras amostrais no atraso do cronograma.
- Identificar as causas de atrasos mais recorrentes nas obras analisadas.

1.4. JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES

Em um cenário onde a competitividade no setor da Construção Civil é alta e inversamente proporcional às margens de lucratividade das empresas, é importante estudar e interpretar todas as razões pelas quais ocorrem as ineficiências e desperdícios de esforços e de recursos que comprometem o andamento do empreendimento (GOLDMAN, 2004).

Este estudo busca contribuir com outras pesquisas na busca de soluções gerenciais de um problema atual da indústria da Construção Civil, um dos mais importantes motores da economia do país, com importante participação na formação

do Produto Interno Bruto (PIB) o nacional e grande empregador de mão de obra em mais variados níveis de qualificação (PEREIRA, 2003).

Otimizar o processo de construção dá maior flexibilidade às construtoras para trabalhar seus custos e, com isso, maior poder de inserção no mercado, agregando valor aos serviços e produtos ofertados, possibilitando estabelecer preços mais competitivos e mais acessíveis às classes mais deficitárias em habitações na sociedade brasileira, de renda inferior à 2 salários mínimos, que representam 83% da demanda habitacional do Brasil e que, por consequência, não conseguem consumir o metro quadrado construído ofertado em larga escala no mercado de habitações no Brasil, devido ao seu alto preço (BONDUKI, 2010).

Tendo em vista os motivos expostos, e com base nas possibilidades de desenvolvimento de uma investigação voltada aos objetivos deste trabalho, justifica-se esta pesquisa.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é dividido em cinco capítulos. Neste primeiro são apresentados a problemática envolvida pelo tema abordado, a delimitação da pesquisa, os objetivos do estudo e as justificativas da importância de abordar o assunto no contexto atual do setor de Construção Civil.

O capítulo 2 apresenta uma breve revisão bibliográfica, com os principais autores referências na área de gestão da Construção Civil, e a fundamentação teórica deste trabalho de pesquisa, dividida em três grandes áreas de gestão: planejamento, controle e produção.

No capítulo 3, os autores expõem a metodologia a ser aplicada para a pesquisa e coleta de dados que embasará a análise dos dados, a ser apresentada na segunda etapa do Trabalho de Conclusão de Curso.

O capítulo 4 trata a análise dos dados coletados e os resultados obtidos, exibindo interpretações gráficas para melhor análise e entendimento.

Por fim, o capítulo 5 traz as considerações finais deste estudo com as conclusões dos autores e sugestões para trabalhos futuros inseridos no tema abordado.

2. O ESTADO DA ARTE

2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Bernardes (2001) trata, em sua tese de doutorado intitulada “Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção”, da deficiência nas etapas de planejamento e controle em empresas de construção civil. No trabalho, através de análise por pesquisa de dez empresas do setor, o autor propõe formas de desenvolver os sistemas de planejamento das construtoras utilizando o conceito de “Construção Enxuta”, entre as quais estão: a implementação de sistemas de indicadores de produção, para avaliação do processo; programas de treinamento, para qualificar gerentes e técnicos e aumentar o envolvimento deles com o planejamento; auxiliar funcionários no gerenciamento do tempo.

Formoso (1991) descreve, em sua tese de doutorado, publicada na universidade de Salford (Inglaterra), a importância do planejamento para a execução da construção e como este deve estar integrado à metodologia de trabalho e à estrutura organizacional da empresa. A gestão da informação é o principal fator ressaltado pelo autor, que enaltece a utilização de novas tecnologias de controle de dados e implementação de sistemas que permitam um controle mais efetivos das variáveis envolvidas no processo construtivo. Para que isso seja feito da forma correta, Formoso (1991) sugere a organização das atividades, a divisão em pacotes de trabalho e o controle através da validação dos resultados encontrados.

Mattos (2010) escreve sobre planejamento e controle de obras de forma mais técnica. Em seu livro, publicado pela editora PINI, o autor introduz ao leitor o conceito de planejamento, sua importância para o sucesso do projeto e analisa as diversas etapas de desenvolvimento do projeto, explicando como deve ser feito o controle gráfico das atividades e como estas se inter-relacionam durante o ciclo de vida do projeto.

Melhado (2003) propõe diretrizes a serem tomadas para alterar o tradicional esquema de produção adotado pelas construtoras. O autor cita a falta de qualidade do processo construtivo como a causa para a baixa eficiência da construção, sendo o desenvolvimento tecnológico, a racionalização e a melhor construtibilidade partes

da solução, que, no entanto, em 2003 encontravam resistência para serem implementados nas grandes empresas de construção civil.

Voltado para o estudo da produtividade da mão-de-obra, Souza (2006) apresenta os conceitos de produtividade e os índices utilizados para avaliação de desempenho nas construções. Ainda, o autor ressalta a importância de prever a produtividade de médio prazo, sugere modelos de previsão e atenta para a melhoria contínua dos processos produtivos nos empreendimentos de construção.

2.2. REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura de baixa produtividade na construção civil brasileira tem parte de suas origens no cenário econômico nacional no final da década de 1980 e início dos anos 90, quando o país passava por forte instabilidade devido à inflação. Facilidade para obtenção de financiamento bancário para produção e comercialização de imóveis, e alta oferta de mão de obra proveniente dos campos incentivaram as grandes empresas construtoras do país, especialmente do ramo de edificações, a aumentarem sua atuação no mercado, atingindo padrões de rentabilidades satisfatórios, sem preocupação maior com a qualidade ou produtividade. Por este motivo, as construtoras não atentaram à busca por inovações tecnológicas, por melhor produtividade ou qualidade dos produtos e serviços que ofereciam ao mercado (AGUIAR, 2001).

A partir de meados da década de 1990, com o lançamento do Plano Real, derrubando a inflação e as tarifas comerciais, a economia brasileira passou por uma modificação radical, tornando-se mais estável. A busca por maior mobilidade de capital, crescimento de investimentos externos, desregulamentação de mercados e flexibilização das regras de contratação de mão de obra, levou o Governo Federal, sob a chefia do então Presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, a privatizar diversos setores da economia nacional (SAYAD, 2013).

Com as sucessivas mudanças no cenário político, econômico e social do país, o perfil da mão de obra utilizada nos canteiros de obras mudou, bem como as características do consumidor e a forma com que estes se relacionam com o mercado, o que induziu as empresas a despertarem para a necessidade de

tornarem-se mais competitivas e, por conseguinte, objetivarem processos produtivos otimizados, com mais qualidade e menos desperdícios de recursos (VARGAS, 1993 *apud* AGUIAR, 2001). No entanto, diferentemente de meados dos anos 80, quando o mercado de construção civil estava também bastante aquecido, já em 2001 os recursos para produção eram escassos. Para tornar seus empreendimentos viáveis, as empresas passaram a buscar novas alternativas de financiamento, como também a redução de custos (AGUIAR, 2001).

“Com a obtenção de taxas expressivas de crescimento, as empresas passaram a encontrar maiores dificuldades na contratação de mão de obra qualificada ou, em menor grau, na aquisição de determinados bens de capital. Tornou-se consenso que para sustentar o ciclo atual o setor precisa elevar sua produtividade, ou seja, utilizar de maneira mais eficiente os recursos disponíveis.” (ENCONTRO...,2012)

Segundo Farah (1992), há duas políticas que podem ser adotadas pelas empresas para a redução dos custos. A primeira é utilizar insumos baratos e de baixa qualidade e tornar precárias as relações trabalhistas. A segunda, mais aplicada no setor de construção imobiliária em 1992, é aumentar a produtividade e ampliar a qualidade para baixar custos de produção e aumentar a competitividade da empresa no mercado (GOMES, 2006).

De acordo com Melhado (1994), para que as empresas tenham maior penetração no mercado, a política de qualidade implementada pelas empresas de construção civil deve ser voltada para a redução de custos dos produtos, para a busca de maior competitividade e menor perdas durante o processo construtivo.

Picchi (1993 *apud* MELHADO, 1994) estima que 30% do custo total da obra advém de projetos não otimizados e desperdícios gerados, “tais como a geração de entulho, a perda de produtividade, e a efetuação de reparos” e a forma de reduzir este impacto causado é investindo em qualidade e na apropriação de dados em todo o processo.

2.2.1. PLANEJAMENTO

No acentuado crescimento, com pico de produção de residências, entre os anos 2007 e 2008 e em seguida com a implementação do programa social *Minha Casa, Minha vida*¹, o volume de negócios tornou o gerenciamento dos cronogramas mais complexo e a busca pela pontualidade, um desafio. Para que consigam entregar seus empreendimentos dentro do prazo, é preciso que as empresas dediquem suas atenções ao planejamento, tanto para evitar atrasos, quando resolver problemas com rapidez (NETTO, 2010).

Planejamento é definido de diversas formas diferentes na literatura. Apesar da abrangência do termo, a prática gerencial de planejar pode ser entendida como um processo de antecipação de um futuro desejado (GUTHEIL, 2004).

Conforme a definição de Formoso *et al.* (1998), a designação de metas a serem cumpridas e procedimentos para atingi-las compõem a fase de planejamento, só sendo esta efetiva, se seguida por um controle gerencial adequado. (FORMOSO, 1998 *apud* GUTHEIL, 2004).

De acordo com Hoc (1988), o planejamento é a tomada de decisões baseada na previsão de prováveis acontecimentos, baseando-se em eventos do passado, buscando resultados mais satisfatórios (HOC, 1988 *apud* FORMOSO, 1991).

Já Yazigi (2009) discorda, argumentando que o desempenho passado não deve ser tomado como base para decisões futuras, pois nada garante que o desempenho e as variáveis serão mantidos iguais às do passado, no presente. Segundo ele, planejamento “diz respeito às implicações futuras de decisões presentes” e deve ser gerenciado como um processo de reavaliação constante, o que não é feito por alguns gerentes que relutam em discutir os planos traçados (YAZIGI, 2009). A falta de atualização do planejamento inicial é um fator problemático. “Planejamento sem controle não existe” e, por este motivo, é preciso que exista um controle de dados que permitam ao gerente avaliar o desempenho da obra e a necessidade ou não de re-planejá-la (MATTOS, 2010).

¹ “Minha Casa, Minha Vida” é o título do programa social lançado pelo Governo Federal, cujo objeto é a redução do déficit habitacional do Brasil

De toda forma, o planejamento é um dos principais aspectos do gerenciamento, integrador de outras áreas, como orçamentos, compras, gestão de pessoas, comunicações, entre outras. “A deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa.” Por ser uma atividade complexa, que abrange grande quantidade de variáveis, a construção civil depende muito de planejamento para que o gerente consiga priorizar suas ações e acompanhar o andamento do serviço. Atrasos nos cronogramas e aumento do custo do empreendimento são consequências diretas e que podem colocar em risco o sucesso do empreendimento (MATTOS, 2010).

Goldman (2004) reforça a ideia e complementa, reiterando a necessidade de coletar informações de campo e trabalhá-las, de forma que possam servir como base de conhecimento para os gerentes da construção. Essas informações serão, segundo Souza (2006), ferramentas essenciais para tomadas de decisões sobre programação ou controle de atividades.

Segundo Bernardes (2010), “o planejamento tem se resumido, em geral, à produção de orçamentos e outros documentos referentes às etapas a serem seguidas durante a execução do empreendimento.” (BALLARD e HOWELL, 1997^a *apud* BERNARDES, 2010). “O planejamento não deve ser entendido apenas como a elaboração do modelo e programação do empreendimento”, conforme Laufer e Tucker (1987), que atribuem esta falha de conceitos ao foco principal no prazo e a pouca preocupação com a alocação de recursos (LAUFER e TUCKER, 1987 *apud* GOMES, 2006).

A má utilização de recursos é também resultante na falta de pro atividade dos gestores no controle da obra e na informalidade na troca de informações entre engenheiros e mestre de obras, visando ações a serem tomadas em curto prazo, sem vínculo com o planejamento em longo prazo (FORMOSO, 1991 *apud* BERNARDES, 2010).

Mattos (2010) cita a informalidade na comunicação no canteiro de obras entre engenheiros e subordinados como causa para a dificuldade de comunicação entre os vários setores da empresa e condena a postura de gerenciamento de obra apenas com base na experiência profissional do engenheiro para resolver problemas cotidianos com rapidez.

Goldman (2004) argumenta que o planejamento, em geral deve estar concluído antes da obra ser iniciada, “o que não ocorre na prática das construtoras de hoje.”.

Formoso *et al.* (1999) sustenta esta opinião, dizendo ser comum encontrar profissionais que baseiam suas decisões em suas experiências e intuições, sem que tenham desenvolvido um planejamento adequado, “contribuindo para o estabelecimento do perfil de ‘tocador de obras’.” (FORMOSO, 1999 *apud* BERNARDES, 2010).

A certeza nos parâmetros de gerenciamento da construção civil não faz parte da natureza do processo. O produto e as próprias condições legais, e locais alteram de um empreendimento para outro. No entanto, o planejamento deve ser um exercício de previsão do impacto das atividades, em um cenário mais verossímil possível (MATTOS, 2010).

Cohenca *et al.* (1989) dizem ser a incerteza “frequentemente negligenciada não sendo realizadas ações no sentido de reduzi-la ou de eliminar seus efeitos nocivos”. Em planos de longo prazo bastante detalhados, desconsiderar a incerteza podem exigir maior tempo dedicado à atualização dos mesmos. (COHENCA *et al.*, 1989 *apud* GOMES, 2006)

Segundo Bernardes (2001) é importante formalizar o planejamento de curto prazo, registrando as tarefas designadas por meio de planilhas eletrônicas, de maneira clara e organizadas, o que facilitará a designação de metas às equipes de trabalho e o controle de produção, reduzindo os efeitos da incerteza no processo construtivo.

A utilização de dispositivos visuais no compartilhamento de informações aumenta a transparência dos processos, facilitando aos funcionários envolvidos identificar, de forma imediata, os padrões e desvios existentes (KOSKELA, 1992 *apud* BERNARDES, 2001).

O detalhamento das atividades e suas especificações também podem evitar retrabalhos e possíveis interferências nas tarefas sucessoras, favorecendo o aumento na compreensão do processo e o controle dos serviços, visto que o início e o término de cada pacote de trabalho podem ser identificados de maneira mais precisa (BERNARDES, 2001). Formoso (1991) atenta para o fato de que planos muito detalhados também devem ser evitados, pois muita informação exige mais

recursos para gerenciá-las e produz uma quantidade grande de papéis administrativos.

“Mas a implantação de inovações gerenciais implica mudanças na organização que, por sua vez, esbarram em problemas culturais” (JOSHI, 1991 *apud* BERNARDES, 2010)

O setor da construção civil precisa absorver conceitos de gestão da produção utilizados em outras indústrias, consideradas mais avançadas neste quesito, para se modernizar. Com esta finalidade, para que o impacto das melhorias não seja limitado, deve ser grande o esforço para requalificar os gerentes e executivos das empresas, enfatizando o planejamento e o controle de produção (ABIKO, 2002).

Planejar é uma função central do cargo de gerente. “Suas responsabilidades podem variar de acordo com a filosofia organizacional e com as contingências, mas o planejamento permanece um ingrediente essencial de seus deveres.” (GUTHEIL, 2004).

2.2.2. CONTROLE

Com excesso de tarefas administrativas e relatórios a preparar, os engenheiros responsáveis pela obra estão dedicando menos tempo à supervisão técnica das atividades. Esta sobrecarga de atividades à rotina do gerente de obra coloca em risco a qualidade da produção (REIS, 2010).

“As atividades de um funcionário que assume uma função gerencial, são variadas, breves e fragmentadas.” (MINZBERG, 1973 *apud* BERNARDES, 2001). “Por outro lado, (...) o processo de planejamento necessita de um período de tempo com qualidade, isto é, sem interferências ou interrupções.” (BERNARDES, 2001).

Conforme Goldman (2004), a qualidade do controle está diretamente relacionada à qualidade do planejamento e do acompanhamento físico-financeiro da obra, por esta razão, quanto mais organizada for a organização, maiores são as chances das informações gerenciais estarem corretas, facilitando o bom controle.

Em estudo realizado junto a algumas empresas do Rio Grande do Sul, o autor supracitado destacou que dificilmente os responsáveis pelo processo de

planejamento, diretor técnico, engenheiro e mestre de obras, dispunham de tempo adequado ao planejamento. A razão para este fato é o acúmulo de atividades por parte destes funcionários, deixando os planos para serem desenvolvidos no fim do dia ou após o horário de expediente (BERNARDES, 2001).

Com a sobrecarga de tarefas, os engenheiros de obra não desenvolvem um planejamento em médio prazo, prejudicando os planos de curto prazo, sendo frequente a programação de tarefas cujos pré-requisitos não estavam atendidos, afetando a qualidade do processo e o controle das ações propostas (GUTHEIL, 2004).

Para que a empresa consiga acompanhar as atividades realizadas na obra, os gestores precisam de controles internos para que, por meio de indicadores, consigam avaliar a eficiência da utilização de recursos aplicados na obra (BONIZIO, 2001).

Controlar é medir e avaliar a performance, tomando ações corretivas para assegurar que o curso das atividades será mantido e os objetivos finais do projeto, alcançados. Para que isto ocorra, é preciso definir metas de forma a tornar mais fácil e mais conveniente a etapa de controle (ECHEVERRY *et al.*, 1989 *apud* FORMOSO 1991).

De acordo com Mattos (2010), todo procedimento dentro da empresa deve ser permanentemente controlado para que assim seja possível analisar os desempenhos dos meios empregados, possibilitando a tomada de decisões e alterando os procedimentos de forma que torne mais fácil o cumprimento das metas estabelecidas.

Goldman (2004) diz ser o controle dos serviços de construção de suma importância, responsável por fornecer subsídios físico-financeiros para análise do serviço, permitindo sanar eventuais problemas, evitando que erros de processos sejam acumulados até o final do serviço. Para que seja feito de forma adequada, requer que o planejador tenha conhecimento dos diversos serviços que irá controlar e que o serviço esteja devidamente detalhado, desde o planejamento, permitindo uma seleção de prioridades.

Ainda segundo Goldman (2004), o controle dos serviços requer:

Materiais que serão utilizados na execução dos serviços
Os equipamentos auxiliares para execução
As ferramentas de trabalho dos operários
A mão de obra necessária à execução
O prazo de execução do serviço
Considerações sobre o método de trabalho empregado
A quantidade produzida do serviço
Os custos correspondentes a cada insumo

Quadro 1 - Desdobramento do controle de serviços

Corsini (2012) diz ser primordial às empresas conhecer os índices de produtividade reais para cada atividade para atingirem resultados melhores. Sem que isso seja feito, a construtora terá dificuldades para detectar os pontos que comprometem a eficiência durante o processo produtivo.

Ainda segundo Corsini (2012), é comum a utilização por parte das construtoras de índices médios de mercado, no entanto, estes indicadores devem ser usados apenas como parâmetro para estimativas quando não há dados próprios da empresa disponível. É preciso atentar à utilização destes dados, que não correspondem às condições executivas da construtora e, portanto, diminuem a precisão de orçamentos e planejamentos.

A indústria da construção civil não controla seus processos analisando cada unidade produtiva, como fazem outras indústrias. O acompanhamento do desempenho e do cumprimento dos contratos é feito de forma global. Em consequência disso, a identificação e correção de problemas produtivos torna-se mais difícil (BALLARD e HOWELL, 2003 *apud* BERNARDES, 2010).

Atividades terceirizadas, muito utilizadas pelas grandes construtoras nacionais, também devem ser controladas e medidas por empreitada. Segundo Corsini (2012), muitos construtores acreditam que o prejuízo decorrente da baixa produtividade é gerado tão somente ao empreiteiro, o que não condiz com a realidade, já que, por não conseguir dimensionar a ineficiência de suas equipes, o empreiteiro reflete diretamente seus resultados na obra inevitavelmente. “Com margens apertadas, o terceirizado pode perder dinheiro e acabar atrasando o

serviço, afetando outras frentes de trabalho e a obra como um todo.” (CORSINI, 2012).

A falta de controle e a negligência para o cumprimento de especificações de projeto durante a produção do empreendimento são causas para as inconformidades apresentadas pelo produto final (MAXIMILIANO, 2000 *apud* BERNARDES 2001). Para minimizar as falhas supracitadas é preciso criar um sistema de padronização dos processos gerenciais, permitindo diminuir a variabilidade entre as atividades e possibilitando o controle através de ferramentas tecnológicas, diminuindo a forte dependência em experiência individual dos técnicos e gestores (BOGGIO, 1995 *apud* BERNARDES, 2001).

2.2.3. PRODUÇÃO

A construção civil a cada ano que passa apresenta uma perspectiva de crescimento maior. No primeiro semestre de 2010, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), a construção civil teve um crescimento de cerca de 14,9% comparado ao mesmo período do ano anterior, impulsionado pelo aumento do crédito imobiliário e pela grande oferta de vagas de trabalho (IBGE, 2010).

Em 2012, o crescimento foi de 4% em relação à 2011 e para este ano de 2013, a estimativa do presidente do Sinduscon-SP é de que o setor cresça entre 3,5% e 4% (PEDROSO, 2012).

Com este crescimento, o setor da construção sofreu imediatamente os reflexos de sua produção ainda artesanal, demandante de mão de obra intensiva. (BERGAMO, 2012).

“Se por um lado falta uniformidade nas opiniões sobre materiais e equipamentos, os agentes são unânimes em indicar a falta de mão de obra qualificada com uma das principais razões para os atrasos” (REIS, 2010).

Além disso, para Yazigi (2009), o processo produtivo de construção de edifícios apresenta a origem de suas falhas em: perda de materiais, problemas de qualidade, baixo índice de produtividade e falta de gerenciamento da produção.

Neste cenário, ganha importância o crescimento da produtividade da equipe, responsável pelo ritmo das obras, em relação ao controle da produtividade individual. Defendendo um planejamento visando à otimização do desempenho do empreendimento, uma melhor alocação de mão de obra pode trazer grandes vantagens de produção e custo. Em boa parte das obras, não se conhece com exatidão a capacidade de produtividade de um serviço em determinado período de tempo, gerando alto grau de incerteza que leva à contratação de um estoque de mão de obra para garantir a execução de um trabalho dentro do prazo, desperdício e falta de controle (MARCHIORI, 2008).

Segundo a Revista Construção Mercado (PINI, 2012), a necessidade de aumentar a produtividade e reduzir custos das obras é assunto antigo no setor, o que fica ainda mais evidente em um cenário de escassez de recursos para construção (CORSINI, 2012).

“Os atrasos na entrega das obras estão se tornando corriqueiros no mercado habitacional - e, com eles, todos os males daí decorrentes: desgastes na relação com os clientes, danos à credibilidade das empresas, comprometimento do fluxo de caixa, aumento dos custos, risco jurídico e indisponibilidade de equipes para obras.” (NETTO, 2010).

Louis (2010) apontava formas de um processo produtivo mais adequado para os anos seguintes. O aumento da concorrência e a evolução tecnológica pressionam as empresas para que reavaliem seus métodos e sistemas de produção em busca de produtividade e competitividade.

A partir de 1992, após a divulgação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry*, de Lauri Koskela, uma nova corrente teórica, intitulada de *Lean Construction*, ou “construção enxuta”, foi construída para a gestão de processos produtivos na construção civil, com base na filosofia Toyota de produção (ISATTO *et al.*, 2000). A diferença de conceito trazida por Koskela era basicamente introduzir uma nova forma de gerenciar os processos produtivos. Ainda, o modelo propõe a minimização dos custos do processo global através da redução dos custos dos subprocessos a ele associados (BERNARDES, 2010).

“A produção enxuta é ‘enxuta’ por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa”, necessitando metade do esforço dos operários em fábrica, espaço para fabricação e investimento em ferramentas. É

também preciso menos horas de planejamento para desenvolver novos produtos e menos estoques no local de fabricação, além de apresentar produção mais eficiente e produtos finais com maior qualidade (WOMACK *et al.*, 1992 *apud* BERNARDES, 2001).

Muscat (1993) declara que a produtividade depende: “da maior ou menor abrangência do sistema de produção que está sendo observado, do recurso produtivo para o qual se pretende estabelecê-la e de qual é a específica forma de calculá-la” (MUSCAT, 1993 *apud* ARAUJO, 2000).

Para Yazigi (2009), o processo produtivo de construção de edifícios apresenta a origem de suas falhas em: perda de materiais, problemas de qualidade, baixo índice de produtividade e falta de gerenciamento da produção.

Souza (2006) avalia a mão de obra como importante componente no gerenciamento de um empreendimento de construção, podendo representar até 50% do custo total, conforme custo total e grau de industrialização utilizado. “Além disso, perdas de mão de obra podem representar valores financeiros bastante superiores às perdas dos materiais.”.

Outro fator que influencia na produtividade direta no canteiro de obras é a falta de qualidade para o desenvolvimento dos projetos executivos dos diversos serviços a serem realizados. Por priorizarem o aspecto comercial do produto, as empresas não atentam a esses projetos que, comumente, não estão compatibilizados, ou ainda, carecem de informações essenciais para execução. Isso ocorre devido a intensa velocidade de produção das construtoras, pressionadas pela alta demanda do mercado de habitações e pelas empresas concorrentes, não havendo tempo hábil para desenvolvimento de projetos com a qualidade adequada. O atraso dos projetos é um problema crônico na Construção Civil, e a ineficácia de seu planejamento é uma das principais causas (MANZIONE, 2006).

O estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional, realizado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, identificou a produtividade como sendo um dos fatores críticos relacionados à questão da tecnologia e gestão da produção habitacional. No entanto, esse mesmo estudo afirma que o aumento da produtividade está relacionado ao projeto, ao gerenciamento e ao avanço tecnológico, não citando explicitamente sua dependência da forma adotada de organização do trabalho. Embora muito se tenha estudado sobre a produtividade setorial, em particular sobre o uso do recurso mão

de obra, faltam ainda dados sobre indicadores de produtividade que possam ser compartilhados (SIMPÓSIO..., 2002).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para investigar as etapas que mais impactaram no cronograma gerando atraso em obras optou-se pela coleta de dados junto a grandes empresas do ramo da construção de edifícios na região metropolitana de Curitiba.

Portanto o instrumento de coleta de dados (Apêndice A), foi desenvolvido e aplicado junto a engenheiros residentes dos empreendimentos forma de atender de forma direta aos objetivos definidos previamente neste trabalho.

Devido ao grande incentivo dado pelo Governo a construções populares que atendam a demanda habitacional do Brasil, e, portanto, ao grande volume de edificações neste segmento, optou-se por avaliar empresas concorrentes e empreendimentos inseridos neste contexto da construção civil e suas etapas construtivas.

A avaliação do impacto das atividades de construção civil no cronograma inicial do empreendimento é feita após análise e interpretação dos resultados.

Segundo Gil (2002), a coleta de dados, como pesquisa descritiva, têm por objetivo “a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2002, p.42). O objetivo deste tipo de delineamento é obter um levantamento representativo do universo analisado e oferecer resultados caracterizados pela precisão estatística.

Os dados foram analisados estatisticamente segundo fundamentos da teoria dos erros, utilizando conceitos de distribuição de Laplace-Gauss, ou Gaussiana, e de avaliação para correlação linear entre dados através do coeficiente de Pearson. Este método foi aplicado de forma simplória com o objetivo de distinguir uma análise crua da amostra avaliada e outra mais refinada para comparação e interpretação dos resultados.

Para construção de gráficos e Tabelas utilizou-se o *software Microsoft Excel*, em que é possível analisar dados de forma prática e objetiva.

Por fim, os autores deste trabalho acadêmico apresentarão suas conclusões sobre o estudo e os resultados obtidos, comparando-os aos objetivos iniciais definidos.

3.1. ORIENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para mensuração do atraso relativo às etapas de construção dos edifícios analisados, tomaram-se por base etapas comuns aos cronogramas de obras para orientação na coleta de dados, assumindo eventuais distorções que possam ocorrer entre as etapas definidas neste trabalho e a estruturação real do cronograma da obra analisada.

Para enriquecimento do trabalho e melhor aproveitamento dos dados coletados, buscou-se a caracterização do empreendimento, do contrato de execução estabelecido e dos processos executivos adotados.

Ainda, os autores definiram, com base na fundamentação teórica deste trabalho, onze principais motivos causadores de descumprimentos nos cronogramas de obra, sendo estes relacionados abaixo. Os itens foram relacionados de forma a facilitar o preenchimento pelo engenheiro residente, a fim de tornar a coleta de dados um procedimento simples e rápido.

1. Falta de informações de projeto
2. Erro na interpretação do projeto
3. Capacidade produtiva do empreiteiro
4. Intempéries
5. Falta de material
6. Falta de mão de obra
7. Qualidade da mão de obra
8. Controle inadequado da execução
9. Falta/problemas de máquinas e equipamentos
10. Serviço antecedente realizado com atraso
11. Reserções

4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para fins deste estudo, tomou-se como amostra empreendimentos de empresas grandes, com representatividade no mercado habitacional da Região Metropolitana de Curitiba, que concorrem pelo mesmo nicho de mercado e que, portanto, norteiam seus métodos construtivos e gerenciais de forma semelhante.

Nesta análise considera-se a distribuição dos dados do universo amostral Gaussiana, isto é, com aproximadamente 68% dos dados analisados dentro do intervalo compreendido entre $\mu+\sigma$ e $\mu-\sigma$, onde μ é a média aritmética dos dados e σ , o desvio padrão.

Ainda, para este trabalho tomou-se a consideração de que, dentro da faixa de 56% a 80% de dados incluídos no intervalo mencionado acima, ainda se considera uma distribuição Normal. Isto porque, dispondo de 10 dados para análise, uma distribuição gaussiana estaria bem definida se 7 dados desses 10 estiverem dentro do intervalo entre média e desvio-padrão, representando 70%, próximos aos 68% característicos. No entanto, por tratar-se de uma amostra pequena, considerou-se assumir como gaussiana ainda se aproximadamente 6 ou 8 dos 10 dados estiverem incluídos no intervalo, tomando a faixa de 12% a mais ou a menos dos 68% buscados.

Apesar de não ser uma vasta amostra para análise, para 10 dados o coeficiente de Student é próximo a 1, segundo teoria apresentada por Vuolo (1996), o que significa que o erro dos gráficos apresentados neste trabalho estão próximos ao erro real e portanto, os dados tidos como espúrios estarão realmente fora da distribuição.

A partir desta premissa, e considerando as variáveis unidades habitacionais e atraso como aleatórias, para o tratamento dos dados por regressão linear, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson.

4.2. AMOSTRA

Foram coletados dados de dez obras pertencentes a cinco empresas de grande porte de Curitiba, organizadas conforme Figura1 e aqui denominadas como A, B, C, D e E, para garantir a confidencialidade das mesmas:

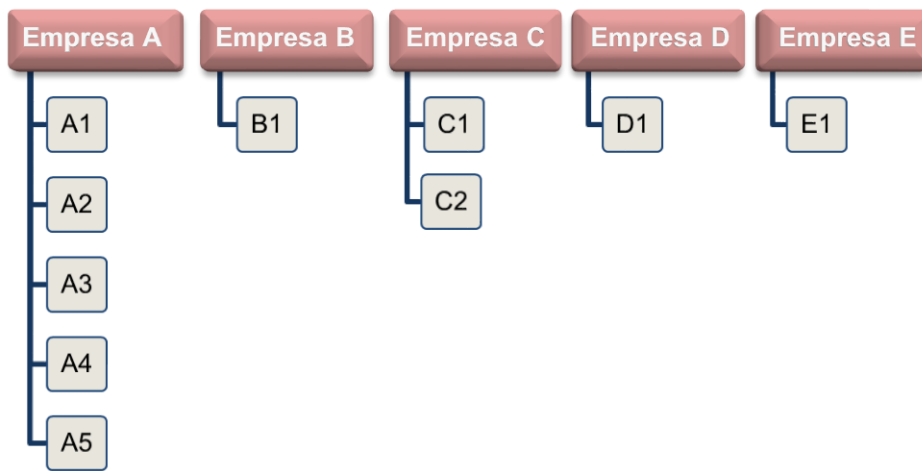


Figura 1 - Diagramação de empreendimentos por empresa analisada

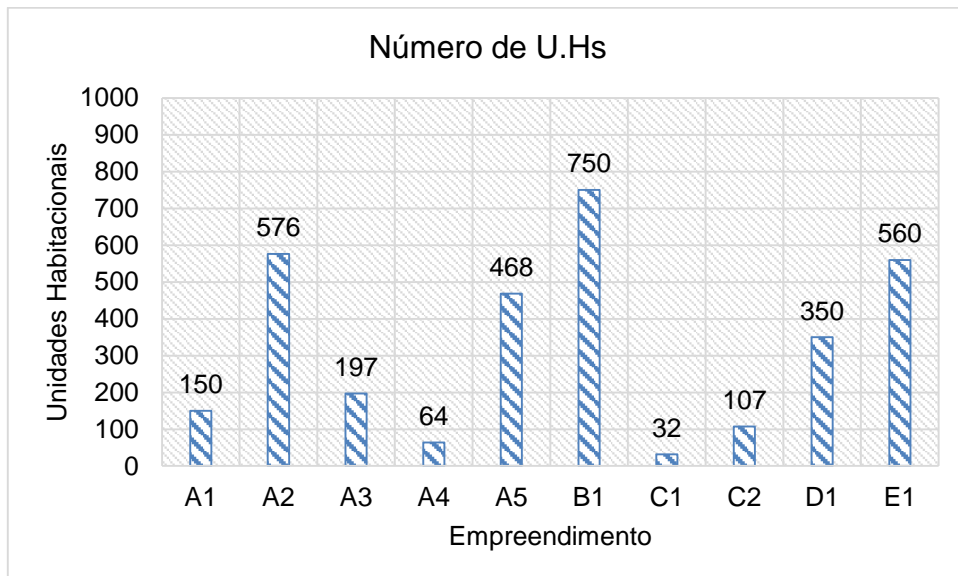


Gráfico 1 - Número de Unidades Habitacionais por Empreendimento
 Fonte: Autoria Própria.

O Gráfico 1 expressa o número de unidades habitacionais por empreendimento, sendo o empreendimento A5 composto por 468 unidades. Buscou-se conhecer também o atraso total da obra, reportado pelos engenheiros residentes. O Gráfico 2 exprime a distribuição dos atrasos, em meses, nos empreendimentos segundo dados coletados, tendo o empreendimento C1 atrasado 5 meses em relação ao prazo inicial previsto para execução.

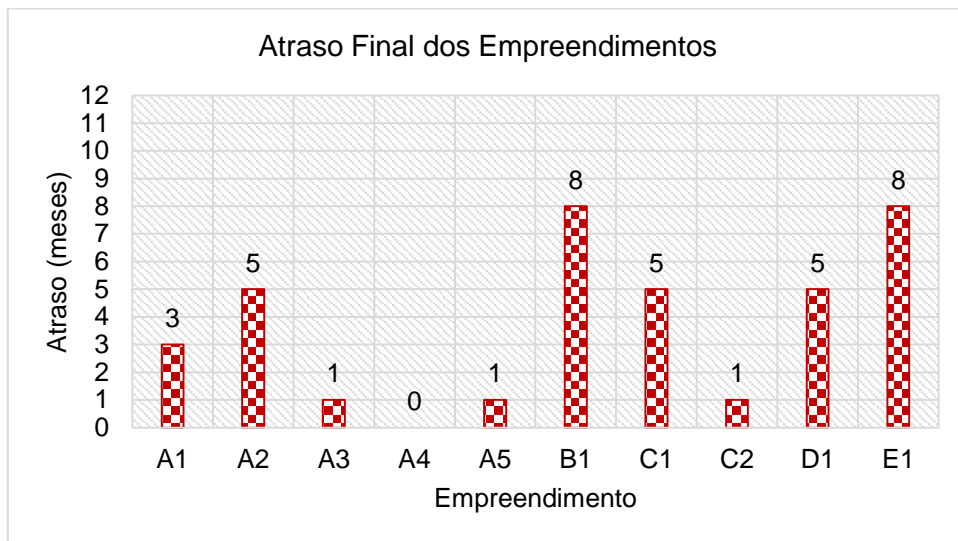


Gráfico 2 - Atraso total das obras em meses
Fonte: Autoria Própria.

Em análise comparativa dos Gráficos 1 e 2, verifica-se uma aparente relação linear de influência direta do número de unidades habitacionais construídas e o atraso total acumulado da obra. O gráfico 3 justapõe ambos os dados para melhor visualização, exprimindo o número de unidades habitacionais em centésimos para coloca-los na mesma escala dos atrasos. Assim, para o empreendimento A2, o número de U.H. de 5,76 indica que são 576 unidades construídas com 5 meses de atraso total.

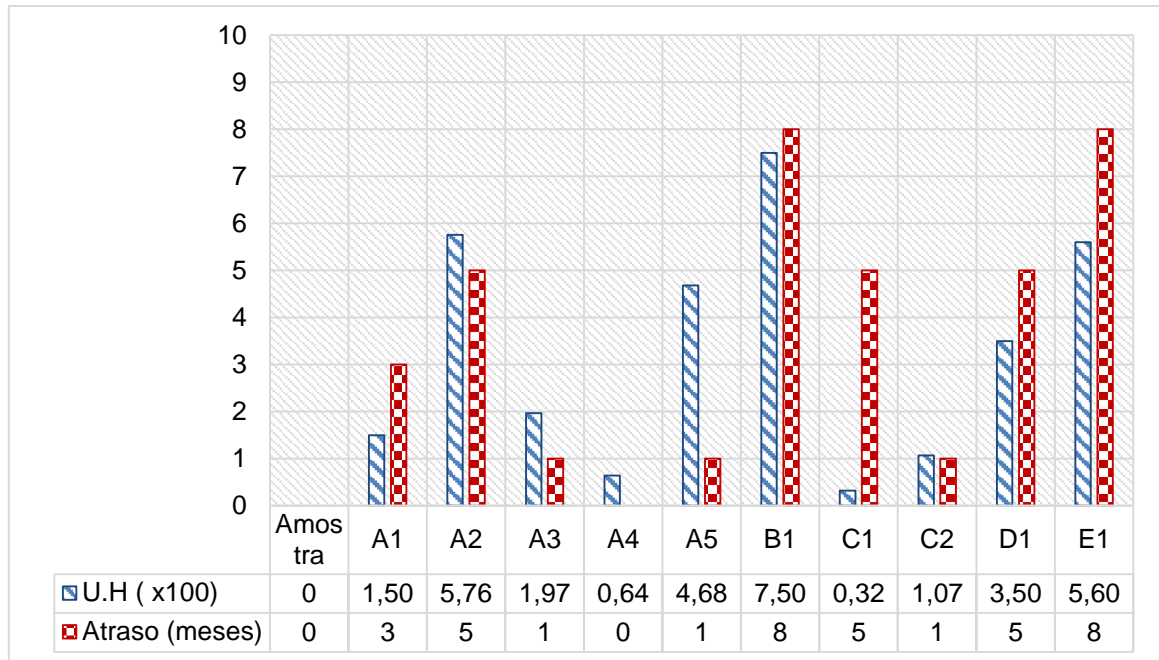


Gráfico 3 - Relação entre atraso total ocorrido e número de unidades habitacionais
Fonte: Autoria Própria.

4.3. CORRELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE U.H. E ATRASO FINAL DA OBRA

Percebe-se a partir do Gráfico 3 que as obras analisadas, em sua maioria, tiveram seu atraso em meses acompanhando a quantidade de unidades habitacionais construídas.

Para mensurar o grau de correlação entre as duas variáveis comparadas no gráfico 3 e fundamentar as conclusões deste estudo faz-se necessário um tratamento estatístico para averiguar o grau de fidelidade das amostras com a realidade do universo da amostra. A Tabela 1 dispõe os pares ordenados para construção da função de correção dos dados.

Tabela 1 - Pares ordenados para análise de correlação entre U.H. e atraso final

Empreendimento	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	D1	E1
U.H.	150	576	197	64	468	750	32	107	350	560
Atraso final (meses)	3	5	1	0	1	8	5	1	5	8

Fonte: Autoria Própria.

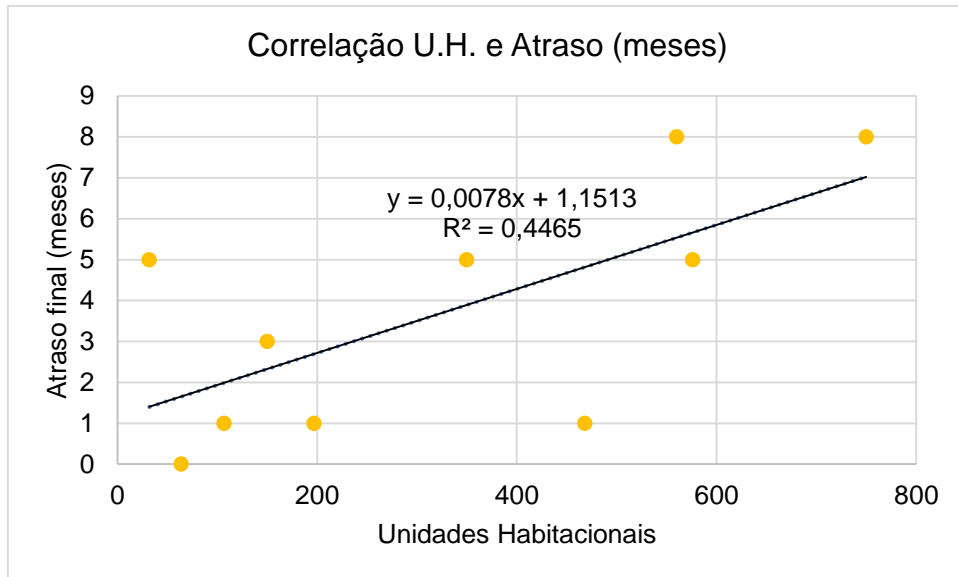


Gráfico 4 - Dispersão de dados para análise de correlação entre número de unidades habitacionais e atraso final em meses
Fonte: Autoria Própria.

O Gráfico 4 mostra a dispersão dos dados e o ajuste por correlação linear simples, onde o índice R é o coeficiente de correlação de Pearson.

O valor de R indica o grau de relacionamento entre as variáveis analisadas, sendo:

$$R = \sqrt{R^2}$$

$$R = 0,67$$

Coeficiente de correlação	Correlação
$R = 1$	Perfeita positiva
$0,8 \leq R < 1$	Forte positiva
$0,5 \leq R < 0,8$	Moderada positiva
$R = 0$	Nula

Quadro 2 - Coeficiente de correlação

Fonte: Stevenson (2001).

Segundo Stevenson (2001) o valor de R define o grau de correlação dos dados relacionados pela função escolhida, conforme intervalos do Quadro 2.

A correlação pode ser ainda mais forte e representativa se, em outra análise, verificar a existência de dados espúrios dentro da amostragem. Para tal, pelo fato de serem empreendimentos de tamanhos diferentes, é preciso, para fins de comparação de dados, estabelecer a mesma ordem de grandeza. Com isso, dividiu-

se os atrasos de cada empreendimento pelo respectivo número de unidades habitacionais, segundo Tabela 2.

Assim, avaliar-se-á dados de dimensão “mês de atraso por cem unidades habitacionais”, para facilitar a visualização dos dados, independentemente do tamanho do empreendimento.

Tabela 2 - Tratamento de grandeza dos dados analisados

Empreendimento	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	D1	E1
U.H.	150	576	197	64	468	750	32	107	350	560
Atraso final (meses)	3	5	1	0	1	8	5	1	5	8

Mês/100 U.H.	2,00	0,87	0,51	0,00	0,21	1,07	15,63	0,93	1,43	1,43
--------------	------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------

Fonte: Autoria Própria.

Para verificação da distribuição Gaussiana, calcula-se para última linha da tabela 2:

$$\text{Média } (\mu) = 2,41$$

$$\text{Desvio-Padrão } (\sigma) = 4,68$$

Onde,

$$\mu + \sigma = 7,09$$

$$\mu - \sigma = -2,28$$

Em uma distribuição gaussiana, verifica-se que para o intervalo entre $\mu + \sigma$ e $\mu - \sigma$ encontrar-se-ão 68% dos dados. Como colocado anteriormente nas considerações iniciais deste estudo, o intervalo de 56% a 80% será considerado válido para distribuição Normal. Neste caso, 90% dos dados estão dentro deste intervalo, com única exceção do empreendimento C1 com 15,63%.

Eliminando este dado espúrio do cálculo, ao recalculer tem-se:

$$\text{Média } (\mu) = 0,94$$

$$\text{Desvio-Padrão } (\sigma) = 0,63$$

Onde,

$$\mu + \sigma = 1,57$$

$$\mu - \sigma = 0,30$$

Neste caso, pode-se assumir a distribuição normal com 78% dos dados inclusos no intervalo indicado.

Sem o empreendimento C1 na amostra, recalcula-se a correlação dos dados com auxílio do gráfico 5.

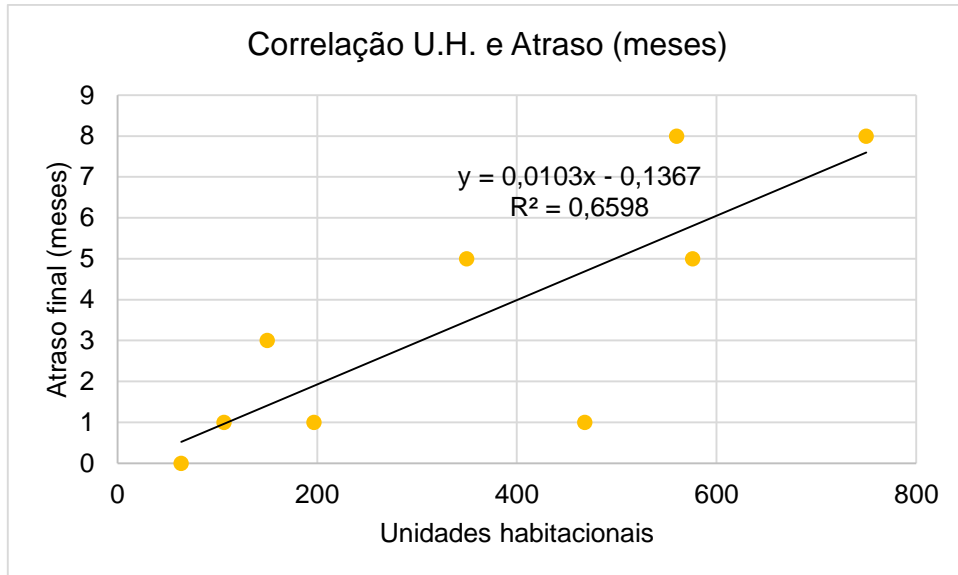


Gráfico 5 - Dispersão de dados para análise de correlação entre número de unidades habitacionais e atraso final em meses após eliminação de dado espúrio

Fonte: Autoria Própria.

O novo valor do coeficiente de correlação R é:

$$R = 0,81$$

Pode-se inferir que esta correlação é fortemente positiva e a partir disso há uma probabilidade razoável de que para um próximo empreendimento deste tipo seja adequado o uso desta mesma função como base de cálculo em uma relação direta entre o atraso e o número de unidades habitacionais do empreendimento.

4.4. ANÁLISE DO ATRASO POR ETAPA DO EMPREENDIMENTO

A fim de atingir o objetivo principal deste estudo foram definidas etapas comuns aos cronogramas de obras, conforme metodologia escolhida, para fins de padronização do método de medida. A Tabela 3 mostra a mensuração do atraso de cada etapa da obra em semanas para cada empreendimento feita pelo próprio engenheiro residente. Ao fazer a leitura dos dados, pode se observar que a superestrutura do empreendimento B1 atrasou 21 semanas do cronograma inicial previsto.

Tabela 3 - Análise de tendência dos atrasos registrados por etapa de obra em cada empreendimento

	Empreendimento									
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	D1	E1
SERVIÇOS INICIAIS (Instalação de Canteiro)	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0
TERRAPLENAGEM	0	1	8	0	0	0	12	0	12	4
DRENAGEM	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0
INFRAESTRUTURA	3	2	8	5	0	0	4	4	12	4
SUPERESTRUTURA	8	4	8	0	0	21	2	0	4	4
ALVENARIA	5	2	8	0	0	0	0	7	0	2
CHAPISCO, EMBOÇO E REBOCO INTERNO	5	4	8	3	0	8	2	10	2	0
MASSA CORRIDA OU ACAB. EM GESSO	5	4	16	0	2	0	0	0	0	4
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - CAIXAS DE PASSAGEM	4	4	16	0	0	0	0	0	3	0
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - FIAÇÃO	4	4	40	0	0	0	0	5	0	0
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - ACABAMENTOS	4	4	40	0	0	0	0	0	0	0
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - QUADROS ELÉTRICOS	4	4	40	0	0	3	0	0	0	2
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - PRUMADAS	8	4	40	0	0	0	0	4	0	2
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - KIT'S E RAMAIS	8	4	40	0	0	7	0	0	0	2
PINTURA (1 E 2 demão)	3	1	0	0	2	4	0	24	10	0
CONTRAPISO	3	1	4	0	0	0	1	7	0	0
FORRO DE GESSO	4	1	8	0	0	9	0	30	2	2
AZULEJO	10	2	4	0	2	11	3	20	4	3
EMBOÇO EXTERNO	12	4	4	6	0	18	4	0	8	8
TEXTURA, GRAFIATO	12	4	4	0	0	0	1	12	10	0
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNO	12	0	8	0	0	0	0	1	0	3
CONTRAMARCO	0	1	0	4	0	0	0	9	0	0
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	0	1	0	0	0	6	0	0	0	4
ESQUADRIAS DE MADEIRA (PORTAS)	4	4	0	0	2	0	1	8	2	0
LOUÇAS E METAIS	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0
SERVIÇOS EXTERNOS COMPLEMENTARES (AREA COMUM)	0	4	8	4	1	8	0	0	12	0

Fonte: Autoria Própria.

Ao analisar a quantificação dos atrasos por atividade em cada empreendimento percebe-se que estas interagem entre si em uma relação direta de dependência, por precedência e sucessão mandatória ou preferencial. Faz-se necessário portanto definir o caminho crítico dentre as atividades pré-estabelecidas para que se saiba quais são aquelas cujo impacto sobre o atraso final é, de fato, importante.

Com auxílio do *software MS-Project 2007*, desenvolveu-se para o Empreendimento A1, o diagrama de *Gantt* para definição do caminho crítico e das folgas existentes nas demais atividades, como mostrado na Figura 2. Foram inseridas somente as relações de dependência lógica e o atraso total registrado para as atividades sem considerar dependências preferenciais tendo em vista a possível variação entre empreendimentos.

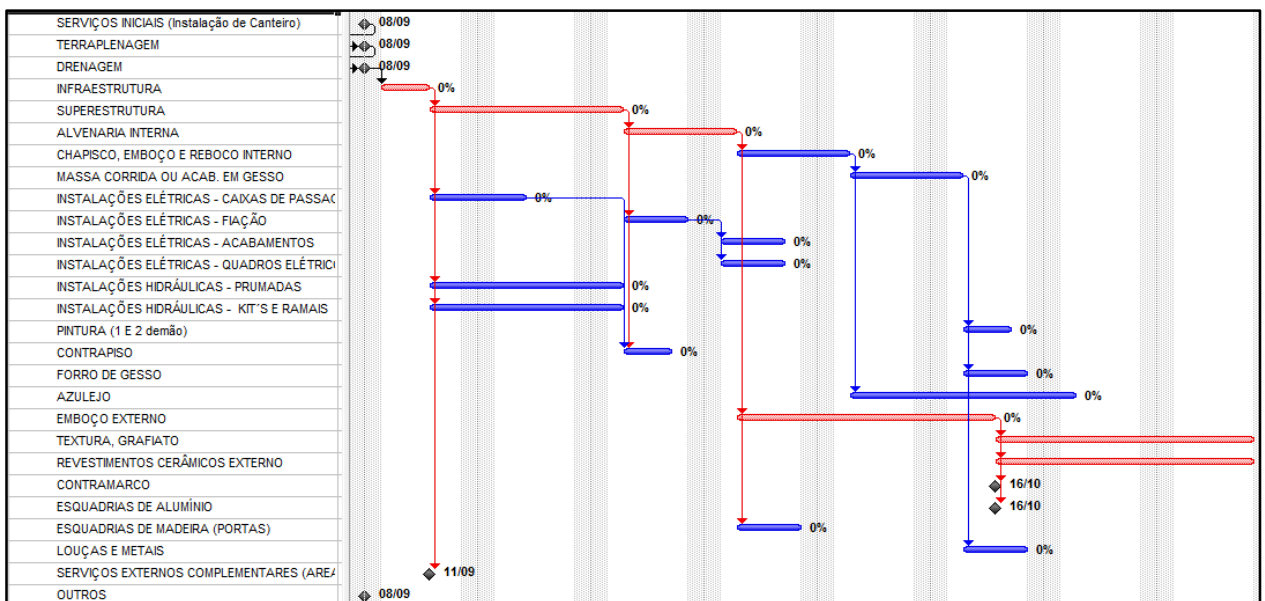


Figura 2 - Interface do *MS-Project* em Gráfico de Gantt para Empreendimento A1
Fonte: Autoria Própria.

Em geral, softwares de planejamento são alimentados com a duração da atividade programada no tempo, e assim sabe-se aquelas que causam maior impacto sobre o andamento da obra.

Ainda que nestas amostras não se tenha o tempo de duração previsto para cada atividade, através da relação de dependência das atividades e do atraso

quantificado é possível também a obtenção das etapas críticas e das folgas de atividades dependentes.

O *MS-Project* indica toda atividade crítica no tom claro e as atividades dependentes em escuro. Abaixo, a Figura 3 apresenta de forma didática as etapas críticas assumidas para os empreendimentos.

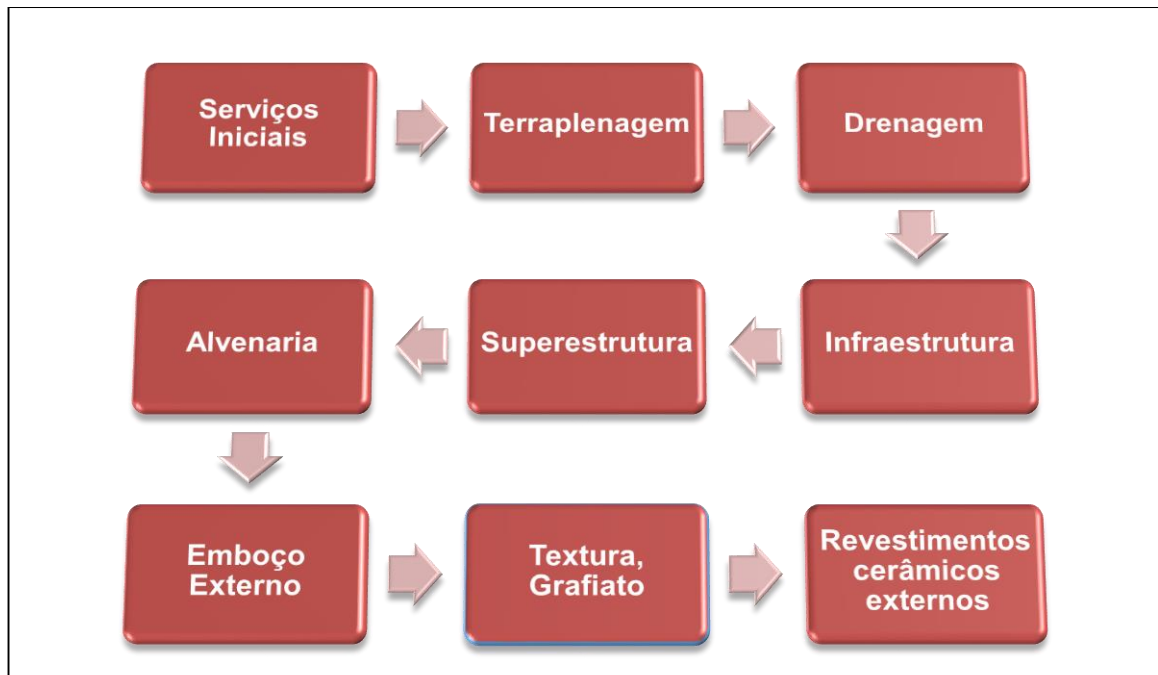


Figura 3 - Caminho crítico de projeto
Fonte: Autoria Própria.

É importante verificar que a etapa de drenagem é parte do caminho crítico do empreendimento A1 por ser este construído em alvenaria estrutural, porque em sua essência, para o levantamento da estrutura é imprescindível a concretagem da primeira laje e, portanto, a prévia execução da drenagem do solo. Para uma obra convencional em alvenaria de vedação e estrutura em pilares e vigas de concreto armado a estrutura pode ser executada sem depender obrigatoriamente daquela concretagem.

No entanto, ainda assim, manter-se-á a drenagem como crítica para discussão dos resultados.

Considerando então a interação entre as atividades, com auxílio da Tabela 4, os dados foram trabalhados de forma a adotar escuro todo atraso decorrente em atividades críticas e claro eventuais ganhos de produtividade ao longo da execução.

Desta forma, tomam-se os empreendimentos A1 e A2 como exemplos para compreensão do raciocínio aplicado orientado pelos gráficos 6 e 7, respectivamente:

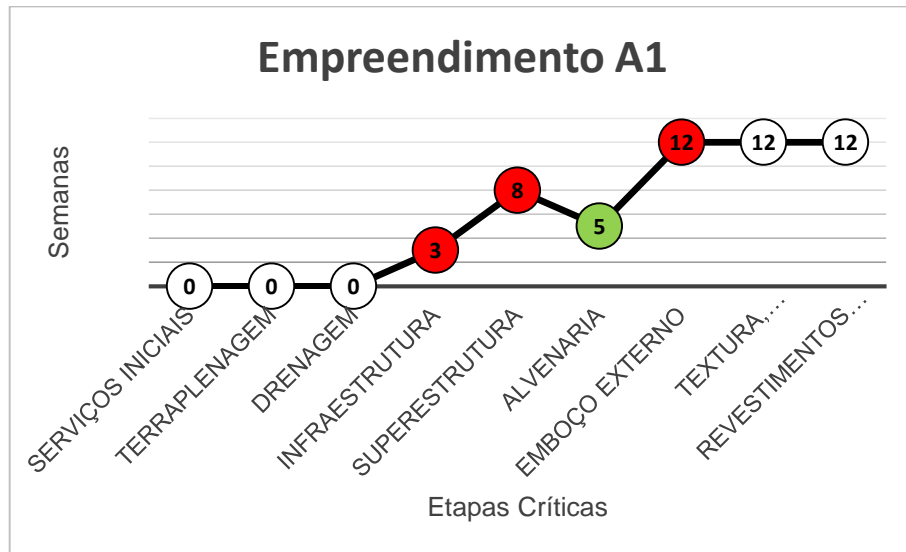


Gráfico 6 - Análise dos atrasos em atividades críticas do Empreendimento A1
Fonte: Autoria Própria.

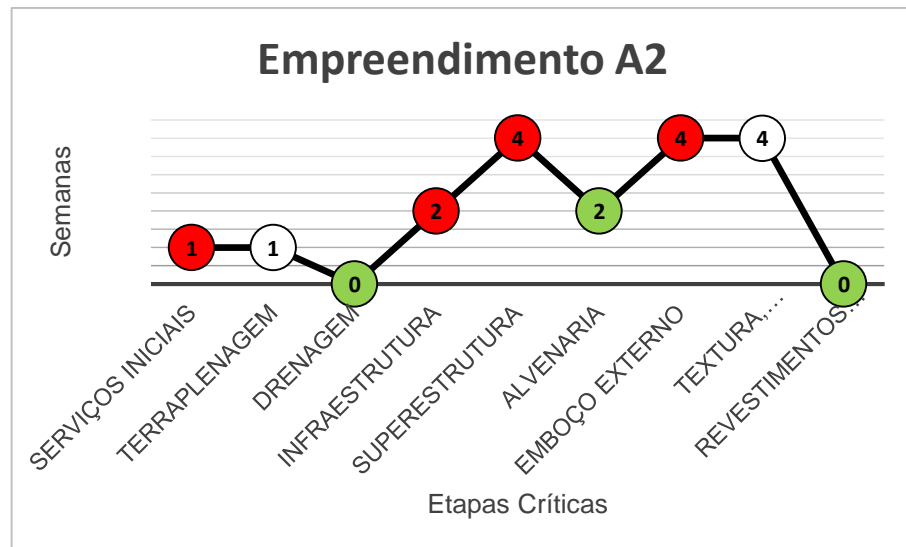


Gráfico 7 - Análise dos atrasos em atividades críticas do Empreendimento A2
Fonte: Autoria Própria.

Assim, em análise conjuntural dos dados, tem-se a Tabela 4, em que são contabilizadas as recorrências positivas e negativas de cada atividade:

Tabela 4 - Análise de recorrências em ganho e perda de produtividade

	Empreendimento										Recorrências	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	D1	E1	Negativas	Positivas
SERVIÇOS INICIAIS	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	2	0
TERRAPLENAGEM	0	1	8	0	0	0	12	0	12	4	3	1
DRENAGEM	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	1	2
INFRAESTRUTURA	3	2	8	5	0	0	4	4	12	4	7	1
SUPERESTRUTURA	8	4	8	0	0	21	2	0	4	4	3	5
ALVENARIA	5	2	8	0	0	0	0	7	0	2	1	6
EMBOÇO EXTERNO	12	4	4	6	0	18	4	0	8	8	7	2
TEXTURA, GRAFIATO	12	4	4	0	0	0	1	12	10	0	2	4
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	12	0	8	0	0	0	0	1	0	3	2	3

Fonte: Autoria Própria.

Lê-se que a etapa de terraplenagem acentuou o atraso de cronograma em 3 empreendimentos (C1, D1 e E1), enquanto em A3 foi responsável por ganho de produtividade. Sem considerar, a princípio, o peso do atraso em função do tamanho do empreendimento e comparando-os como se tivessem representatividades iguais, independentemente se houve 4 ou 12 semanas de atraso, e portanto limitando a análise à recorrência de atrasos e ganhos de produtividade por atividade executiva da obra apresenta-se os gráficos 8 e 9:

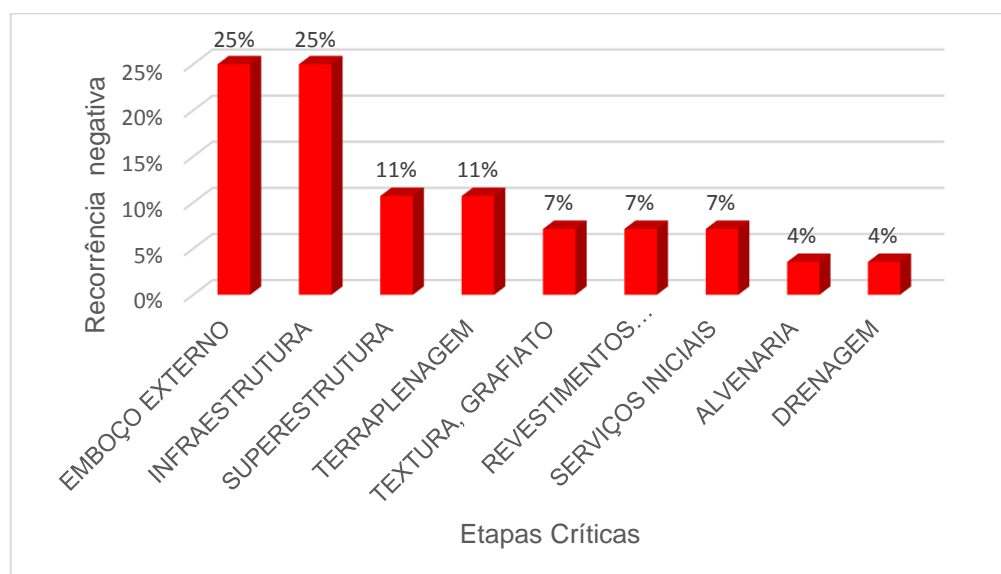


Gráfico 8 - Recorrência de atrasos por etapa crítica da obra
Fonte: Autoria Própria.

O Gráfico 8 mostra que houve atraso na etapa de emboço externo em 25% dos empreendimentos. A infraestrutura atrasou igualmente, enquanto as execuções

de drenagem e alvenaria obtiveram os menores índices com 4% de recorrência cada.

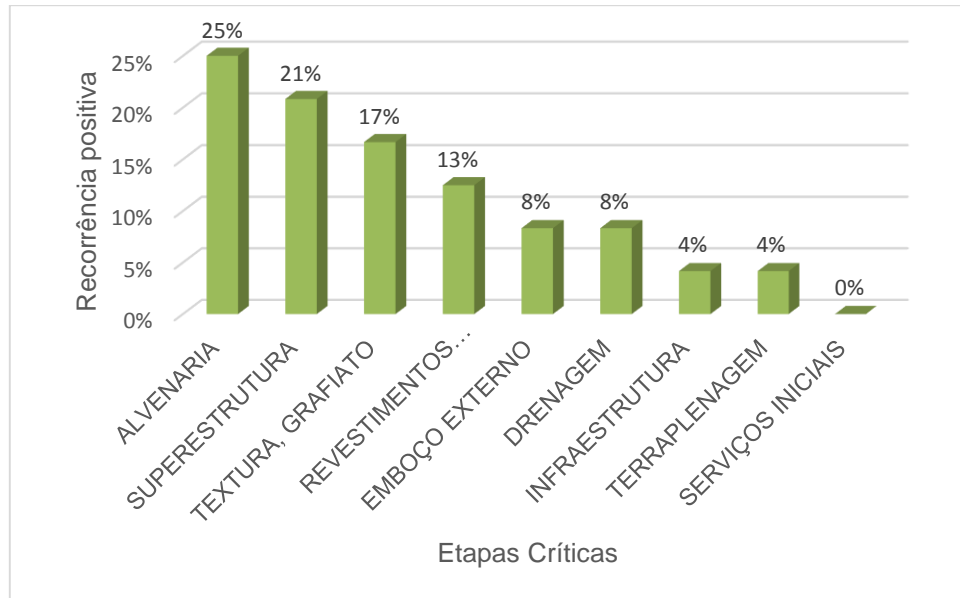


Gráfico 9 - Recorrência de ganhos de produtividade por etapa crítica da obra
Fonte: Autoria Própria.

O Gráfico 9 mostra as etapas em que houve recuperação na produtividade da obra. Em 25% da amostra analisada houve aceleração do cronograma na etapa de alvenaria. Superestrutura é a segunda etapa em recorrência de ganho de produtividade, enquanto as etapas de infraestrutura, terraplenagem e serviços iniciais apresentaram pouca influência.

Complementar à análise de recorrência dos atrasos por etapa da obra, faz-se necessário ainda avaliar o impacto causado por cada etapa no atraso de um cronograma padrão, independentemente do tamanho do empreendimento.

Conforme discutido no item 4.3, pode-se inferir que há uma correlação linear entre o número de unidades habitacionais do empreendimento e o seu atraso. Não é prudente, portanto, comparar atrasos em obras de tamanhos diferentes sem antes fazer um ajuste dos dados, pois a ordem de grandeza destes não é a mesma.

Avalia-se, por exemplo, os empreendimentos A2 e A3, com 576 e 197 unidades habitacionais, respectivamente.

Tabela 5 - Comparação do atraso em Emboço Externo das obras A2 e A3

Empreendimento	A2	A3
Unidades Habitacionais (U.H.)	576	197
Atraso em Emboço Externo (semanas)	4	4

Fonte: Autoria Própria.

O atraso no serviço de Emboço externo ocorrido na obra A3 possui maior peso e importância sobre a construção de suas 197 U.H. do que em A2. Para que fossem compatíveis, o atraso em A2 nesta etapa deveria ser aproximadamente três vezes maior, considerando a correlação linear dos dados.

Assim sendo, antes de realizar uma análise estatística dos dados é preciso torná-los comparáveis, ou seja, trazê-los para mesma ordem de grandeza.

Seguindo este raciocínio, optou-se por dividir o atraso encontrado para cada etapa pelo número de unidades daquele empreendimento, gerando assim um coeficiente que relaciona o tempo de atraso em semanas por unidade de apartamento da amostra em cada empreendimento. Assim torna-se o atraso, independentemente do tamanho do empreendimento.

Apesar de ter sido retirado da amostra, na seção 4.1, por afetar a correlação linear dos dados, manter-se-á no primeiro momento o empreendimento C1 para comparação posterior de resultados, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Índice de atraso em semanas por cem unidades habitacionais para inferência estatística

U.H.	SEMANA DE ATRASO A CADA 100 APARTAMENTOS									
	150	576	197	64	468	750	32	107	350	560
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	D1	E1
SERVIÇOS INICIAIS	0,00	0,17	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TERRAPLENAGEM	0,00	0,17	4,06	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00	3,43	0,71
DRENAGEM	0,00	0,00	18,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INFRAESTRUTURA	2,00	0,35	4,06	7,81	0,00	0,00	12,50	3,74	3,43	0,71
SUPERESTRUTURA	5,33	0,69	4,06	0,00	0,00	2,80	6,25	0,00	1,14	0,71
ALVENARIA	3,33	0,35	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	6,54	0,00	0,36
EMBOÇO EXTERNO	8,00	0,69	2,03	9,38	0,00	2,40	12,50	0,00	2,29	1,43
TEXTURA, GRAFIATO	8,00	0,69	2,03	0,00	0,00	0,00	3,13	11,21	2,86	0,00
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	8,00	0,00	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,54

Fonte: Autoria Própria.

Os dados foram novamente expressos para 100 apartamentos para facilitar a visualização e a leitura da informação. Assim, ao realizar a análise destes dados, tem-se:

Tabela 7 - Análise de distribuição

	Média	Desvio Padrão	$\mu + \sigma$	$\mu - \sigma$	Espúrios	% no intervalo
SERVIÇOS INICIAIS	0,63	1,92	2,55	-1,29	1	90%
TERRAPLENAGEM	4,59	11,66	16,25	-7,08	1	90%
DRENAGEM	1,83	5,78	7,61	-3,95	1	90%
INFRAESTRUTURA	3,46	4,01	7,47	-0,55	2	80%
SUPERESTRUTURA	2,10	2,36	4,46	-0,26	2	80%
ALVENARIA	1,46	2,34	3,80	-0,87	2	80%
EMBOÇO EXTERNO	3,87	4,42	8,29	-0,55	2	80%
TEXTURA, GRAFIATO	2,79	3,86	6,66	-1,07	2	80%
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	1,35	2,65	4,01	-1,30	2	80%

Fonte: Autoria Própria.

Na Tabela 7, para cada etapa da obra, foi analisada a distribuição dos dados e todas apresentaram distribuição incomum à Gaussiana, com 80% ou 90% dos dados dentro do intervalo de $\mu - \sigma$ a $\mu + \sigma$.

Tabela 8 - Representação de dados espúrios à distribuição normal

U.H.	SEMANA DE ATRASO A CADA 100 APARTAMENTOS									
	150	576	197	64	468	750	32	107	350	560
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	D1	E1
SERVIÇOS INICIAIS	0,00	0,17	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TERRAPLENAGEM	0,00	0,17	4,06	0,00	0,00	0,00	37,50	0,00	3,43	0,71
DRENAGEM	0,00	0,00	18,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INFRAESTRUTURA	2,00	0,35	4,06	7,81	0,00	0,00	12,50	3,74	3,43	0,71
SUPERESTRUTURA	5,33	0,69	4,06	0,00	0,00	2,80	6,25	0,00	1,14	0,71
ALVENARIA	3,33	0,35	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	6,54	0,00	0,36
EMBOÇO EXTERNO	8,00	0,69	2,03	9,38	0,00	2,40	12,50	0,00	2,29	1,43
TEXTURA, GRAFIATO	8,00	0,69	2,03	0,00	0,00	0,00	3,13	11,21	2,86	0,00
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	8,00	0,00	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,54

Fonte: Autoria Própria.

A Tabela 8 explicita os dados espúrios para cada etapa de execução da obra. Estes dados serão eliminados na Tabela 9 para aproximar a distribuição àquela desejada, em que 56% a 80% dos dados estejam dentro do intervalo supracitado.

Tabela 9 - Eliminação dos dados espúrios à distribuição

U.H.	SEMANA DE ATRASO A CADA 100 APARTAMENTOS									
	150	576	197	64	468	750	32	107	350	560
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	D1	E1
SERVIÇOS INICIAIS	0,00	0,17		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TERRAPLENAGEM	0,00	0,17	4,06	0,00	0,00	0,00		0,00	3,43	0,71
DRENAGEM	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INFRAESTRUTURA	2,00	0,35	4,06		0,00	0,00		3,74	3,43	0,71
SUPERESTRUTURA		0,69	4,06	0,00	0,00	2,80		0,00	1,14	0,71
ALVENARIA INTERNA	3,33	0,35		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,36
EMBOÇO EXTERNO	8,00	0,69	2,03		0,00	2,40		0,00	2,29	1,43
TEXTURA, GRAFIATO		0,69	2,03	0,00	0,00	0,00	3,13		2,86	0,00
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,54

Fonte: Autoria Própria.

Em seguida é necessário recalcular a média e os intervalos para verificar novamente a distribuição. A Tabela 10 apresenta resultados mais satisfatórios, onde apenas a etapa de drenagem foge ao padrão de distribuição Gaussiana. Por isso, não será considerada a análise desta etapa na análise final.

Tabela 10 - Análise de distribuição após tratamento estatístico

	Média	Desvio Padrão	$\mu + \sigma$	$\mu - \sigma$	Espúrios	% no intervalo
SERVIÇOS INICIAIS	0,02	0,06	0,08	-0,04	1	80%
TERRAPLENAGEM	0,93	1,62	2,55	-0,69	2	70%
DRENAGEM	0,00	0,00	0,00	0,00	0	90%
INFRAESTRUTURA	1,79	1,75	3,53	0,04	2	60%
SUPERESTRUTURA	1,18	1,49	2,67	-0,31	2	60%
ALVENARIA INTERNA	0,50	1,15	1,66	-0,65	1	70%
EMBOÇO EXTERNO	2,10	2,57	4,67	-0,46	1	70%
TEXTURA, GRAFIATO	1,09	1,37	2,45	-0,28	2	60%
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	0,18	0,36	0,54	-0,17	1	70%

Fonte: Autoria Própria.

Com o novo resultado é possível então concluir o raciocínio, apresentando a média dos índices de semana de atraso em 100 unidades habitacionais para cada etapa executiva e classificando-as em ordem decrescente de influência, conforme Tabela 11, para auxiliar na construção do gráfico 10.

Tabela 11 - Média dos índices por etapa de execução da obra

Etapa	Média
EMBOÇO EXTERNO	2,10
INFRAESTRUTURA	1,79
SUPERESTRUTURA	1,18
TEXTURA, GRAFIATO	1,09
TERRAPLENAGEM	0,93
ALVENARIA	0,50
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	0,18
SERVIÇOS INICIAIS	0,02

Fonte: Autoria Própria.

Com auxílio da Tabela 11 é possível construir o Gráfico 10 em ordem decrescente de índice de atraso por etapa crítica da obra.

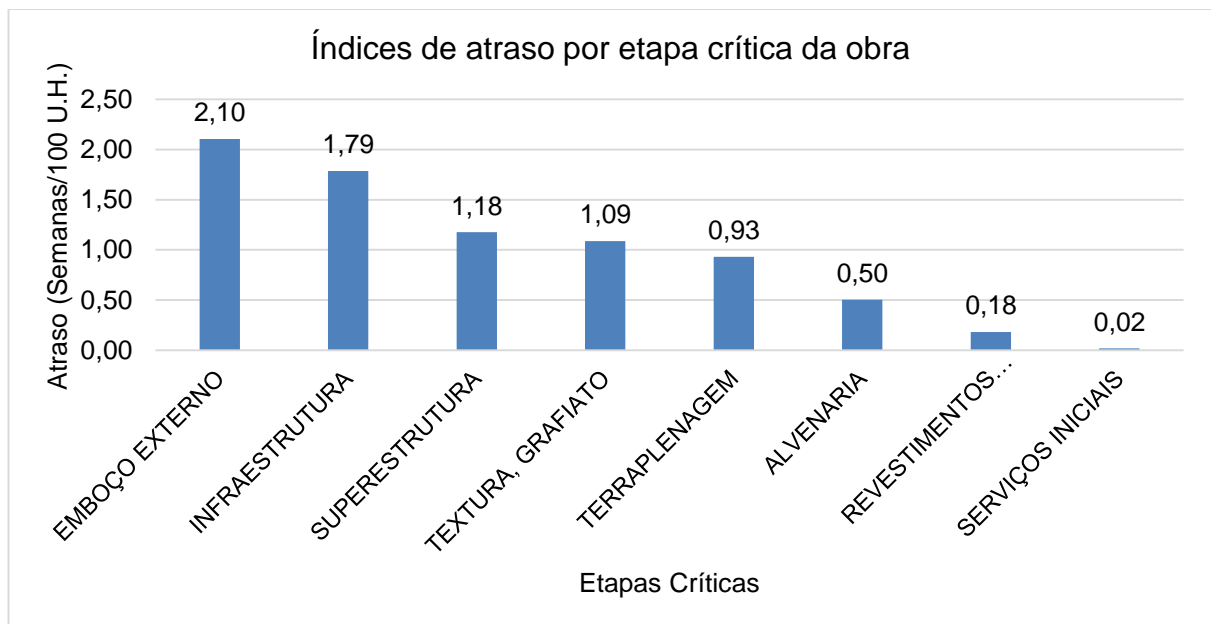


Gráfico 10- Índices de mensuração do atraso por etapa da obra em função do tamanho do empreendimento

Fonte: Autoria Própria.

Em um segundo momento, por ser um dado espúrio que afeta a correlação dos dados amostrais eliminar-se-á agora o empreendimento C1 deste estudo para avaliar a influência que causa no resultado final apresentado conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Índice de atraso em semanas por unidades habitacionais para inferência estatística desconsiderando o empreendimento C1

U.H.	SEMANA DE ATRASO A CADA 100 APARTAMENTOS									
	150	576	197	64	468	750	107	350	560	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C2	D1	E1	
SERVIÇOS INICIAIS	0,00	0,17	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TERRAPLENAGEM	0,00	0,17	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43	0,71	
DRENAGEM	0,00	0,00	18,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
INFRAESTRUTURA	2,00	0,35	4,06	7,81	0,00	0,00	3,74	3,43	0,71	
SUPERESTRUTURA	5,33	0,69	4,06	0,00	0,00	2,80	0,00	1,14	0,71	
ALVENARIA INTERNA	3,33	0,35	4,06	0,00	0,00	0,00	6,54	0,00	0,36	
EMBOÇO EXTERNO	8,00	0,69	2,03	9,38	0,00	2,40	0,00	2,29	1,43	
TEXTURA, GRAFIATO	8,00	0,69	2,03	0,00	0,00	0,00	11,21	2,86	0,00	
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	8,00	0,00	4,06	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,54	

Fonte: Autoria própria.

As Tabelas 13 e 14 trazem a análise de distribuição da nova sequência de dados e a identificação dos dados espúrios a serem eliminados para reavaliação da amostra.

Tabela 13 - Análise de distribuição sem o empreendimento C1

	Média	Desvio Padrão	$\mu + \sigma$	$\mu - \sigma$	Espúrios	% no intervalo
SERVIÇOS INICIAIS	0,70	2,02	2,72	-1,33	1	89%
TERRAPLENAGEM	0,93	1,62	2,55	-0,69	2	78%
DRENAGEM	2,03	6,09	8,12	-4,06	1	89%
INFRAESTRUTURA	2,46	2,59	5,04	-0,13	1	89%
SUPERESTRUTURA	1,64	1,97	3,60	-0,33	2	78%
ALVENARIA INTERNA	1,63	2,42	4,05	-0,79	2	78%
EMBOÇO EXTERNO	2,91	3,41	6,33	-0,50	2	78%
TEXTURA, GRAFIATO	2,76	4,10	6,85	-1,34	2	78%
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	1,50	2,77	4,27	-1,26	1	89%

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 14 - Representação de dados espúrios à distribuição normal sem o empreendimento C1

U.H.	SEMANA DE ATRASO A CADA 100 APARTAMENTOS									
	150	576	197	64	468	750	107	350	560	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C2	D1	E1	
SERVIÇOS INICIAIS	0,00	0,17	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TERRAPLENAGEM	0,00	0,17	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43	0,71	
DRENAGEM	0,00	0,00	18,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
INFRAESTRUTURA	2,00	0,35	4,06	7,81	0,00	0,00	3,74	3,43	0,71	
SUPERESTRUTURA	5,33	0,69	4,06	0,00	0,00	2,80	0,00	1,14	0,71	
ALVENARIA INTERNA	3,33	0,35	4,06	0,00	0,00	0,00	6,54	0,00	0,36	
EMBOÇO EXTERNO	8,00	0,69	2,03	9,38	0,00	2,40	0,00	2,29	1,43	
TEXTURA, GRAFIATO	8,00	0,69	2,03	0,00	0,00	0,00	11,21	2,86	0,00	
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	8,00	0,00	4,06	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,54	

Fonte: Autoria Própria.

Após a eliminação dos dados espúrios identificados na Tabela 14, tem-se uma distribuição mais próxima à Gaussiana, com exceção apenas da etapa de Drenagem, que novamente será excluída da análise, conforme mostra a Tabela 15.

Tabela 15 - Análise de distribuição após tratamento estatístico sem o empreendimento C1

	Média	Desvio Padrão	$\mu + \sigma$	$\mu - \sigma$	Espúrios	% no intervalo
SERVIÇOS INICIAIS	0,02	0,06	0,08	-0,04	1	78%
TERRAPLENAGEM	0,13	0,27	0,39	-0,14	1	67%
DRENAGEM	0,00	0,00	0,00	0,00	0	89%
INFRAESTRUTURA	1,79	1,75	3,53	0,04	2	67%
SUPERESTRUTURA	0,76	1,00	1,77	-0,24	1	67%
ALVENARIA INTERNA	0,58	1,23	1,80	-0,65	1	67%
EMBOÇO EXTERNO	1,26	1,04	2,30	0,22	1	67%
TEXTURA, GRAFIATO	0,80	1,18	1,97	-0,38	2	56%
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS	0,69	1,41	2,10	-0,71	1	78%

Fonte: Autoria Própria.

Na construção do Gráfico 11, o resultado é a relação entre as etapas críticas da obra e os índices de atraso respectivos novamente em ordem decrescente das médias dos índices de atrasos, para comparação com o Gráfico 10.

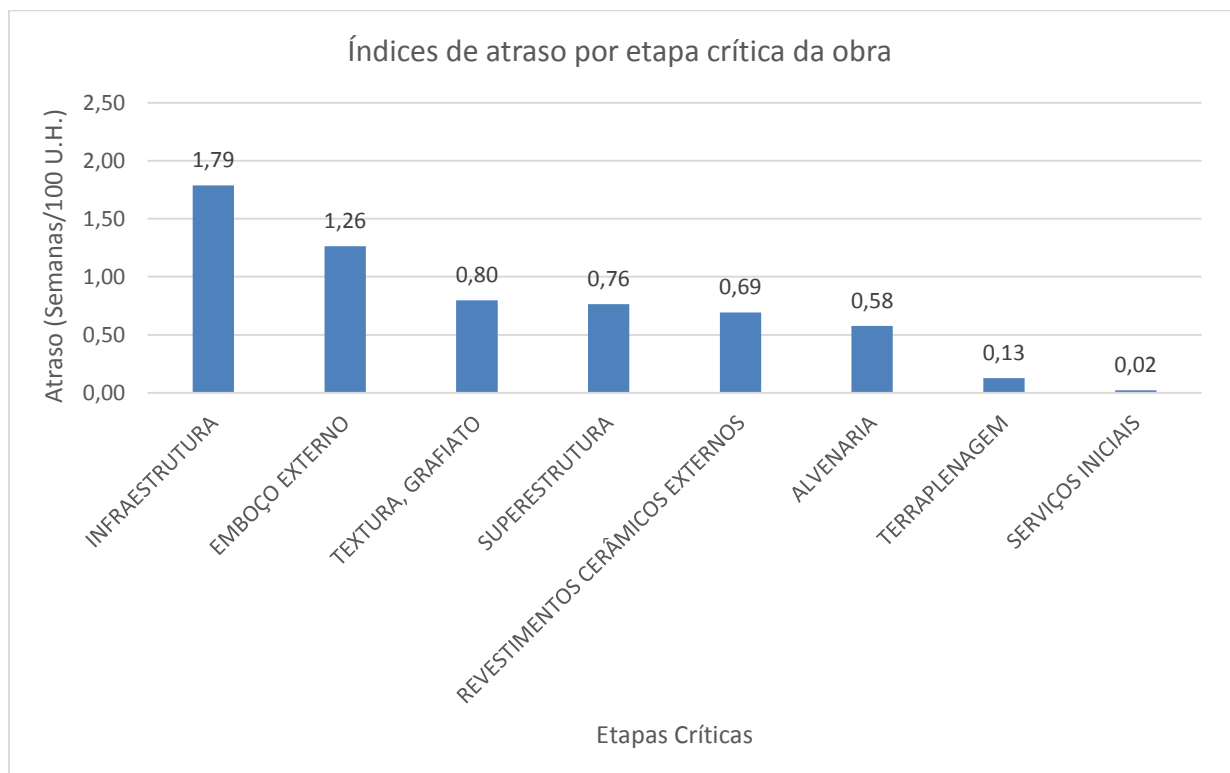


Gráfico 11 - Índices de mensuração do atraso por etapa da obra em função do tamanho do empreendimento desconsiderando o empreendimento C1

Fonte: Autoria Própria.

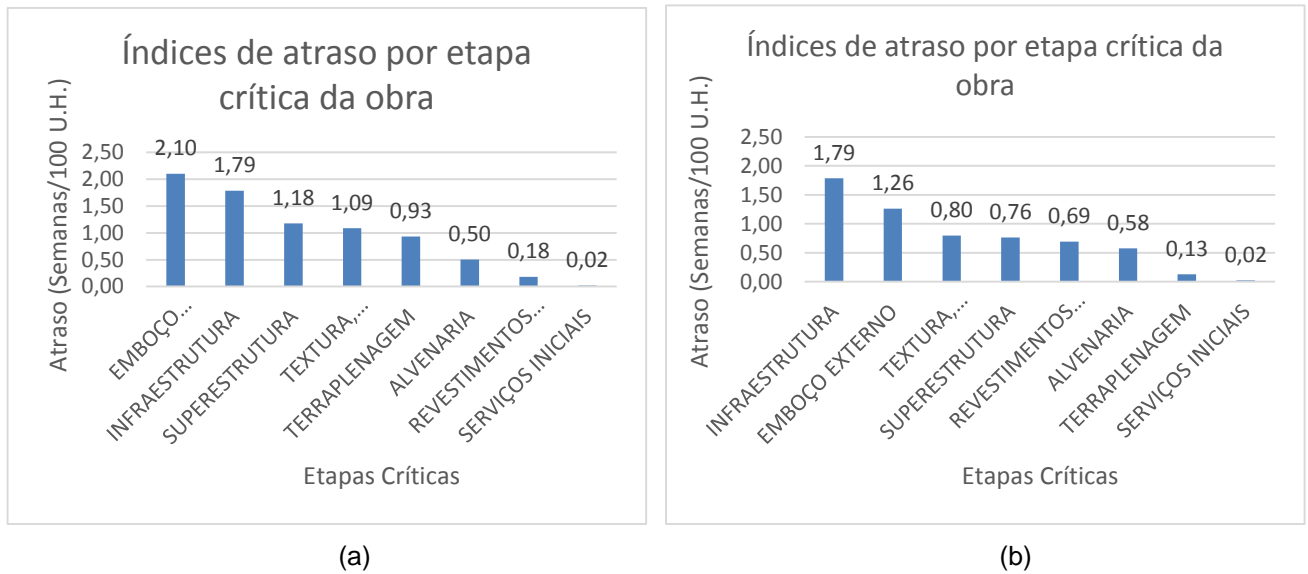


Figura 4 - (a) Gráfico de índices de atraso considerando empreendimento C1; (b) Gráfico de índices de atraso desconsiderando empreendimento C1
Fonte: Autoria Própria.

Justapondo-se os dois resultados encontrados na Figura 4, percebe-se diferenças entre as influências das etapas que mais interferem no atraso dos cronogramas da obra.

O raciocínio matemático apresentado neste trabalho justifica dizer que o segundo resultado, sem o empreendimento espúrio C1, é aquele que apresenta maior embasamento e, portanto, maior grau de confiabilidade. Por este motivo, este estudo mostra que é válido fazer um tratamento dos dados do setor da construção civil para avaliação mais precisa dos índices, com ferramentas matemáticas mais elaboradas do que àquelas apresentadas neste trabalho.

Em entrevista ao engenheiro da Empresa A, responsável pelo setor de planejamento de uma das empresas amostrais deste estudo, a Figura 4a foi tido como o mais próximo da realidade prática.

Ao analisar os dois cenários da Figura 4, o especialista atentou para o fato de que ambos os gráficos apresentam como críticas as etapas que sofrem influência direta de fatores externos como intempéries, que são inevitáveis e por vezes imprevisíveis.

O gráfico da Figura 4a é, segundo o engenheiro, o mais realista por apresentar a atividade de emboço externo na primeira posição, a frente da

infraestrutura. Isso ocorre, pois a infraestrutura é planejada para execução em um curto espaço de tempo, relativo à duração total da obra, enquanto o emboço externo é uma atividade mais duradoura, sofrendo mais com fatores externos e, portanto, apresentando maior possibilidade de atrasos. Ainda, a mão de obra e a produtividade neste serviço é outro fator complicador.

A superestrutura, dentre as atividades críticas colocadas, está em terceiro na ordem de influência para o atraso. A razão disto está no fato de algumas construtoras planejarem sua execução de forma muito otimista, sem considerar a diferença executiva entre as lajes, por exemplo, e a curva de aprendizagem existente durante o processo construtivo. Considera-se normalmente o mesmo tempo de execução para todas as lajes, segundo o engenheiro.

Quanto ao fato da drenagem ter sido excluída, diz ser natural tendo em vista que este serviço não é crítico para todos os empreendimentos, dependendo da tecnologia adotada, conforme explicado previamente neste item.

4.5. ANÁLISE DE CAUSAS PARA OS ATRASOS DE CRONOGRAMAS

Adicional ao objetivo principal deste estudo, para cada atraso registrado buscou-se conhecer as três principais causas sob avaliação do próprio engenheiro residente conforme o exposto na Tabela 16. Vale ressaltar que nem todas as atividades tiveram três origens identificadas. Por esta razão optou-se por não fazer um tratamento estatístico dos dados, mas analisar a recorrência de cada causa para cada etapa da obra e para o contexto geral dos empreendimentos.

Tabela 16 - Importância das causas de atrasos apontadas para cada atividade da obra

LEGENDA											
1. Falta de Informações de Projeto	7. Qualidade de Mão de obra										
2. Erro na Interpretação de Projeto	8. Controle Inadequado de Execução										
3. Capacidade Produtiva do Empreiteiro	9. Falta/Problema de Máquinas e Equipamentos										
4. Intempéries	10. Serviço Anterior Realizado com Atraso										
5. Falta de Material	11. Reserções										
6. Falta de Mão de obra											
Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SERVIÇOS INICIAIS (Instalação de Canteiro)	100%										
TERRAPLENAGEM	33%			33%						17%	17%
DRENAGEM	100%										
INFRAESTRUTURA	15%		8%	31%		15%				31%	
SUPERESTRUTURA		8%	8%	25%	17%	25%					17%
ALVENARIA	11%		11%	11%	11%		22%	11%			22%
CHAPISCO, EMBOÇO E REBOCO INTERNO			24%	6%		12%	35%	6%			18%
MASSA CORRIDA OU ACAB. EM GESSO			17%			17%	33%				33%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - CAIXAS DE PASSAGEM	20%						20%				60%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - FIAÇÃO	14%		14%			14%	29%				29%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - ACABAMENTOS	17%		17%			17%	17%				33%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - QUADROS ELÉTRICOS	13%				13%	25%	25%				25%
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - PRUMADAS	25%		13%		13%		25%				25%
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - KIT'S E RAMAIS	22%				22%		33%				22%
PINTURA (1 E 2 demão)			18%		9%		18%			9%	45%
CONTRAPISO (se houver)			25%				50%				25%
FORRO DE GESSO			31%		15%		23%	8%			23%
AZULEJO			29%		12%	6%	24%	6%			24%
EMBOÇO EXTERNO			22%	28%		6%	22%	11%			11%
TEXTURA, GRAFIATO	8%		8%	33%	17%		25%	8%			
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNO	20%				20%	20%	20%				20%
CONTRAMARCO			25%		25%	25%	25%				
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO			17%		17%		17%	17%			33%
ESQUADRIAS DE MADEIRA (PORTAS)			13%		13%	25%					50%
LOUÇAS E METAIS			25%		50%						25%
SERVIÇOS EXTERNOS COMPLEMENTARES (AREA COMUM)	20%			40%	10%	10%					20%

Fonte: Autoria Própria.

Para consolidar o entendimento da Tabela 16, lê-se que para a atividade “Superestrutura”, atribuem-se os atrasos principalmente às causas de intempéries e falta de mão de obra com 25% de recorrência cada.

O gráfico 12 mostra a distribuição de frequência em que foram citadas as causas sugeridas para os atrasos dos cronogramas em âmbito geral, independentemente das etapas executivas da obra.

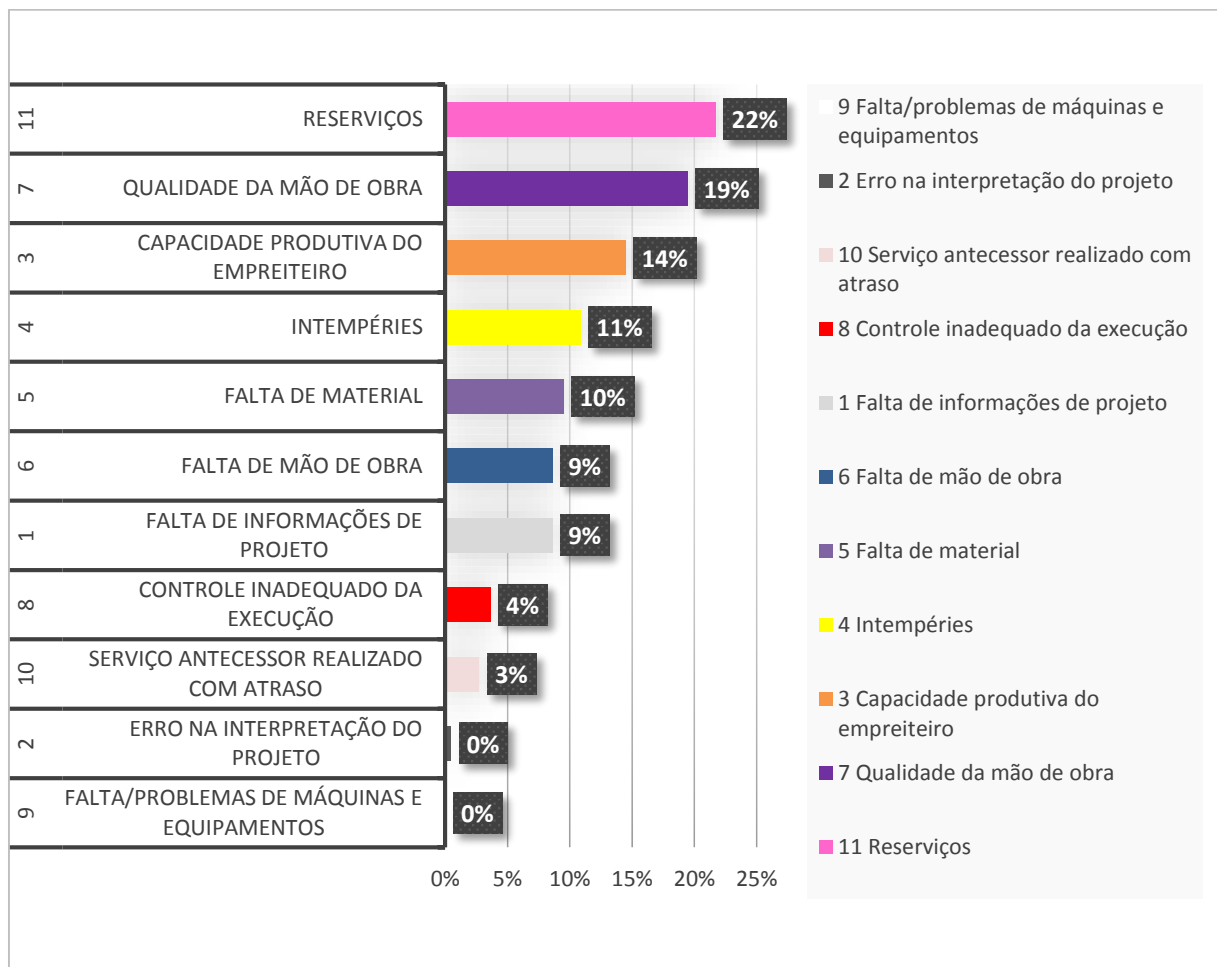


Gráfico 12 - Importância de cada causa para os atrasos nas obras da amostra analisada
Fonte: Autoria Própria.

A distribuição de frequência do gráfico 12 mostra que, no geral, os engenheiros atribuem os atrasos nos cronogramas aos reserviços necessários para conclusão de tarefas na obra (22%). Em seguida, a má qualificação da mão de obra (19%) e a baixa capacidade produtiva do empreiteiro (14%) figuram entre os mais citados.

Ainda, é importante ressaltar que apenas 4% dos entrevistados associam o descumprimento de prazos ao controle inadequado da execução. Neste mesmo cenário, 90% dos engenheiros admitiram que a sobrecarga de tarefas prejudica o planejamento da obra e 60% negaram a participação em planejamento antes do início do empreendimento, apenas após o início das atividades.

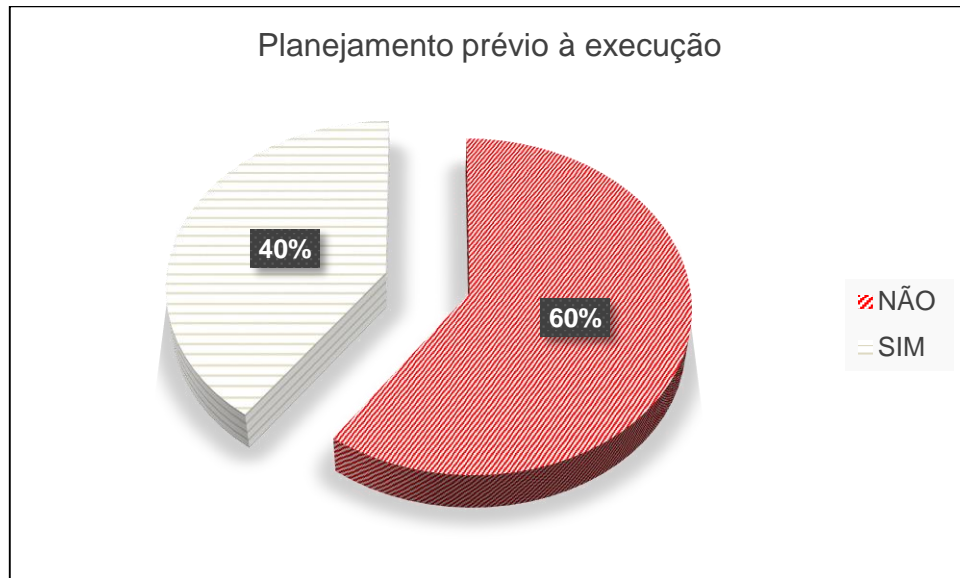


Gráfico 13 - Existência de planejamento prévio antes do início da execução do empreendimento
Fonte: Autoria Própria.

Complementar à pesquisa, o Gráfico 13 expressa a distribuição dos empreendimentos de acordo com a existência ou não de planejamento prévio à execução da obra. Percebe-se ainda que a parcela de empreendimentos sem planejamento inicial é bastante representativa com 40% da amostra analisada. Os demais 60%, aqueles que disseram planejar o empreendimento antes da execução, em sua totalidade, despendem mais de um mês para tal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto atual da construção civil em Curitiba, as empresas de grandes porte que dominam o mercado buscam maior produtividade, rentabilidade e inserção no mercado, mas pecam no cumprimento de prazos de execução.

O conhecimento das etapas mais problemáticas na execução de edifícios é essencial para melhor gerência do tempo e planejamento, permitindo aos engenheiros antecipar eventuais prejuízos e criar alternativas dinâmicas para a recuperação do tempo de execução previsto no planejamento inicial.

Este estudo permitiu mostrar que as etapas que mais influenciam no atraso dos cronogramas são àquelas cuja origem está ligada ao tempo, que não pode ser controlado e limita alternativas de planejamento. O emboço externo e a infraestrutura tiveram maior destaque. O primeiro, apesar de ser um serviço de produtividade alta, sofre forte influência do fator climático.

É importante ressaltar que o tratamento matemático dos dados permitiu a obtenção de resultados diferentes daqueles obtidos por análise crua das amostras. Por este motivo, ressalta-se a importância de refinar o processo de análise dos dados no setor para melhor conhecer as variáveis que envolvem a construção de edifícios.

Contudo, deve-se considerar que os aspectos que impactam o cronograma no ambiente climático da capital paranaense pode ser diferente para outras cidades do Brasil, já que em Curitiba há um clima local particular, o que influencia diretamente no planejamento da obra e na produtividade das atividades de execução do empreendimento.

Ainda, através de avaliação estatística dos dados foi possível obter índices que permitem a previsão de atrasos ocorridos em cada etapa executiva da obra, em função da quantidade de unidades habitacionais construídas com uma correlação alta, o que infere a possibilidade razoável de aplicação do ajuste linear para demais empreendimentos de características semelhantes, o que pode servir de base para planejamentos iniciais de novos empreendimentos.

Com o objetivo de enriquecer este estudo, os autores buscaram conhecer também as causas que originaram os atrasos identificados em cada

empreendimento. Assim, foi possível identificar, sem refinamento estatístico, as causas mais lembradas pelos engenheiros que gerenciaram os respectivos empreendimentos desde o início, sendo as causas mais notáveis: os reserviços e a falta de qualidade da mão de obra.

O controle inadequado de execução, em contrapartida, foi uma das causas menos citadas o que sugere inferir a baixa autocrítica do engenheiro residente quanto à sua influência direta no resultado negativo da obra, quando, na verdade, todo o processo de execução é inteiramente de sua responsabilidade.

5.1. CONCLUSÕES

Este estudo cumpriu com o objetivo principal de identificar as etapas de construção que mais impactam em atrasos nos cronogramas dentre as etapas críticas da obra através de índices comparativos de forma a tornar os dados para a mesma ordem de grandeza.

A influência importante dos fatores externos na execução da obra indicam uma possível falha no planejamento inicial que desconsidera o impacto do clima no andamento da obra, simplesmente por ser o fator climático algo não planejável.

Seria sensato, através de análises comparativas como aquelas demonstradas neste estudo, atribuir às etapas mais influentes nos atrasos um fator de majoração para que, assim, fosse feito um planejamento mais próximo ao que será executado efetivamente em obra resultando em prazos confiáveis e factíveis, o que reflete diretamente no planejamento de custos do empreendimento e de relação com os clientes.

Com os dados obtidos de forma ampla e abrangente foi possível enriquecer o estudo com análises paralelas complementares ao objetivo principal deste trabalho. Correlacionar o número de unidades habitacionais a serem construídas com o atraso final em meses do empreendimento de forma que se possa inferir uma linearidade entre as variáveis com probabilidade razoável de acerto, permite extrapolar a análise para outros empreendimentos de mesma característica e fornece ferramentas que podem auxiliar também no planejamento da obra e nas medidas preventivas.

Quanto às causas dos atrasos coletadas em entrevistas aos engenheiros, este estudo buscou demonstrar de forma superficial os fatores a que mais se atribuem os descumprimentos de cronogramas ocorridos e comparar os dados de forma a confrontar os mesmos, e interpretar se as respostas fornecidas pelo engenheiro residente condiz com os problemas de gestão e planejamento apresentados.

5.2. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Para trabalhos acadêmicos futuros, sugere-se a utilização de softwares específicos para tratamento de erros e aprofundar a análise estatística das etapas mais influentes no atraso dos cronogramas para que se possa inferir com precisão numérica a aplicabilidade da correlação linear para outros empreendimentos.

Complementar, outra sugestão é aprimorar a obtenção de dados causais para os atrasos recorrentes nas etapas críticas de execução de obras de edifícios. Nesta análise, seria também interessante a aplicação de um raciocínio estatístico mais assíduo a fim de obter resultados mais representativos.

REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex K. *et al.* **Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de ‘tecnologia do ambiente construído’ com ênfase na construção habitacional.** Disponível em: <<http://www.antac.org.br/institucional/documentos-ANTAC>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

AGUIAR, Amanda G. D. B. **Subcontratação: uma opção estratégica para a produção.** 2001 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ARAÚJO, Luiz O. C. **Método para previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** 2000 385 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BERGAMO, Luiz R. **Ordem na casa. Construção Mercado: Negócios de incorporação e construção.** São Paulo, v. 65, n. 131, p. 40-41, jun. 2012.

BERNARDES, Maurício M. e S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção.** 2001. 289 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

_____, _____. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** 01. ed. São Paulo: PINI, 2010.

BONDUKI, Nadil G. **Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula.** São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/sumario_01.html>. Acesso em: 08 abr. 2013.

BONIZIO, Roni C. **Um estudo sobre os aspectos relevantes da contabilidade e o seu uso em empresas do setor de construção civil.** 2001. 189 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CABRITA, André F. N. **Atrasos na construção: causas, efeitos e medidas de mitigação.** 2008. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **PIB BRASIL e Construção Civil**. Brasília, 30 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 01 out. 2013.

CORSINI, Rodnei. Produtividade aferida. **Construção Mercado: Negócios de incorporação e construção**. São Paulo, v. 65, n. 133, p. 20-21, ago. 2012.

ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 84. 2012, Belo Horizonte. **A produtividade da Construção Civil brasileira: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC); Fundação Getúlio Vargas, 2012**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/home/estudo-de-produtividade-na-construcao-civil>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

FILIPPI, Giancarlo de. As etapas críticas e o atraso do cronograma das obras. **Centro de Tecnologias de Edificações On-line**, São Paulo, jul. 2010. Disponível em: <http://www.cte.com.br/site/artigos_gestao_ler.php?id_artigo=2489>. Acesso em: 08 abr. 2013.

FORMOSO, Carlos T. **A knowledge based framework for planning house building projects**. 1991. 327 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – University of Salford, Salford, 1991.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: ATLAS S.A, 2002.

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

GOMES, Renata S. **Gestão do processo de planejamento da produção em empresas construtoras de edifícios: estudo de caso**. 2006. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GUTHEIL, Klaus O. **Desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle de produção em microempresas de construção civil, com foco no planejamento integrado de várias obras**. 2004. 140 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PIB cresce 2,7% no primeiro trimestre de 2010 e chega a R\$ 826,4 bi.** São Paulo, 08 jun. 2010. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=1631>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

ISATTO, Eduardo L. *et al.* **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil:** Série SEBRAE Construção Civil (SEBRAE/RS), Porto Alegre, abr. 2000.

LANTELME, Elvira M. V. **Uma teoria para o desenvolvimento da competência dos gerentes da construção: em busca de “consiliência”.** 2004. 288 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

LOUÍS, José L. **Construção Civil: Breve análise tem falta de mão de obra,** Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/producao-academica/construcao-civil-breve-analise/3822>>. Acesso em 05 abr. 2013.

MANZIONE, Leonardo. **Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios.** 2006. 250 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MARCHIORI, Fernanda Fernandes. **Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: um estudo de caso para edifícios altos.** 2008. 103 f. Tese (Mestrado) - Centro de tecnologia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MATTOS, Aldo D. **Planejamento e controle de obras.** 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MENDES, Gustavo. Mão de obra, sempre ela. **Construção Mercado.** São Paulo, v. 62, n. 103 , p. 4, jan. 2009.

MENEZES, Fabiane Z. O “boom” das construções atrasadas. *Gazeta do Povo*, Curitiba, 01 out. 2012. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?id=1302762&tit=O-boom-das-construcoes-atrasadas>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

MELHADO, Sílvio B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

NETTO, Alfredo. Manual da pontualidade. **Construção Mercado**. São Paulo, v. 65 , n. 110 , p. 38-39, set. 2010.

PEDROSO, Rodrigo. Construção civil deverá crescer até 4% em 2013, projeta Sinduscon-SP. Valor Econômico, São Paulo, 28 nov. 2012. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/2921038/construcao-civil-devera-crescer-ate-4-em-2013-projeta-sinduscon-sp>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

PEREIRA, Sérgio R. **Os subempreiteiros, a tecnologia construtiva e a gestão de recursos humanos nos canteiros de obras de edifícios**. 2003. 271 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

REIS, Pâmela. A obra atrasou e agora? **Construção Mercado: Negócios de incorporação e construção**. São Paulo, v. 63 , n. 110 , p. 36-37, set. 2010.

_____, _____. Apagão da qualidade. **Construção Mercado: Negócios de incorporação e construção**. São Paulo, v. 63 , n. 113 , p. 30-31, dez. 2010.

_____, _____. Engenheiros de volta à obra. **Construção Mercado**. São Paulo, v. 63 , n. 113 , p. 32-35, dez. 2010.

SAYAD, João. Panorama da economia brasileira. **TECSI-FEA USP**, São Paulo, 2004. Seção Panorama. Disponível em: <<http://www.tecsi.fea.usp.br/eventos/Contecsi2004/BrasilEmFoco/port/economia/panorama/apresent/index.htm>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

SILVA, Eduardo B. **Planejamento e controle da produção sob a ótica da empresa incorporadora**. 2003. 161 f. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na produção de edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 22, 2002, Salvador. **Cadeia produtiva: Marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), 2002. Disponível em: < http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1197031881.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2013.

STEVENSON, W. J.; **Estatística aplicada à administração**. São Paulo, Harbra, 2001.

SOUZA, Ubiraci E. L. De. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2006.

VUOLO, José H. **Fundamentos da teoria de erros**. 2. ed. São Paulo: PINI, 1996.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: PINI, 2009.

APÊNDICE A – Formulário aplicado

QUESTIONÁRIO

I. CARACTERIZAÇÃO DO CONTRATO

NOME DA OBRA		

PADRÃO DE CONSTRUÇÃO		
BAIXO ()	MÉDIO ()	ALTO ()
VALOR DA OBRA (ORÇAMENTO) R\$ _____		
PRAZO CONTRATUAL DE EXECUÇÃO _____ meses	*Prazo real. Não deve ser fornecido o prazo fornecido à CEF.	
DATAS		
INÍCIO EXECUÇÃO	FINAL EXECUÇÃO	ATRASSO TOTAL
m:_____/ano:_____	m:_____/ano:_____	_____ meses

II. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DA OBRA

Nº DE UNIDADES _____			
SUBCONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA(%)			
0% a 25% ()	25% a 50% ()	50% a 75% ()	75% a 100% ()
FREQUÊNCIA DE ABANDONO DE SERVIÇO DE EMPREITEIROS NESTA OBRA			
0% a 25% ()	25% a 50% ()	50% a 75% ()	75% a 100% ()
COM QUE FREQUENCIA OCORRERAM RESERVIÇOS			
0% a 25% ()	25% a 50% ()	50% a 75% ()	75% a 100% ()

III. PLANEJAMENTO

A EQUIPE DE OBRA PARTICIPOU ATIVAMENTE NO PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DA OBRA ANTES DA EXECUÇÃO	SIM ()	NÃO ()
NO INÍCIO DO EMPREENDIMENTO, QUANTO TEMPO FOI, APROXIMADAMENTE, DEDICADO EXCLUSIVAMENTE AO PLANEJAMENTO?		
() 0 a 2 semanas	() 2 semanas a 1 mês	() Mais de um mês
CONTROLE DO PLANEJAMENTO		
SEMANAL ()	QUINZENAL ()	MENSAL ()
AS CAUSAS DE ATRASOS SÃO MAPEADAS E DOCUMENTADAS PARA EMBASAR PLANEJAMENTO DE OBRAS FUTURAS?	SIM ()	NÃO ()

IV. CONTROLE

A DELEGAÇÃO DE TAREFAS AOS EMPREITEIROS ANTES DA EXECUÇÃO ERA FEITA DE FORMA:	FORMAL ()	INFORMAL ()
UTILIZOU-SE ÍNDICES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DE EMPREITEIROS?	SIM ()	NÃO ()
NA SUA OPINIÃO, A SOBRECARGA DE TAREFAS DO ENGENHEIRO PREJUDICOU UM PLANEJAMENTO ADEQUADO A MÉDIO/LONGO PRAZO DA OBRA	SIM ()	NÃO ()
AS CAUSAS DE ATRASOS SÃO MAPEADAS E DOCUMENTADAS PARA EMBASAR PLANEJAMENTO DE OBRAS FUTURAS?	SIM ()	NÃO ()

IV. QUANTIFICAÇÃO DOS ATRASOS

	EM SEMANAS	3 PRINCIPAIS RAZÕES		
		-A PREENCHER SEGUNDO RELAÇÃO ABAIXO-		
SERVIÇOS INICIAIS (Instalação de Canteiro)	_____	()	()	()
TERRAPLENAGEM	_____	()	()	()
DRENAGEM	_____	()	()	()
INFRAESTRUTURA	_____	()	()	()
SUPERESTRUTURA	_____	()	()	()
ALVENARIA INTERNA (especificar na obs estrutural, convencional)	_____	()	()	()
CHAPISCO, EMBOÇO E REBOCO INTERNO	_____	()	()	()
MASSA CORRIDA OU ACAB. EM GESSO	_____	()	()	()
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - CAIXAS DE PASSAGEM	_____	()	()	()
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - FIAÇÃO	_____	()	()	()
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - ACABAMENTOS	_____	()	()	()
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - QUADROS ELÉTRICOS	_____	()	()	()
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - PRUMADAS	_____	()	()	()
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - KIT'S E RAMAIS	_____	()	()	()
PINTURA (1 E 2 demão)	_____	()	()	()
CONTRAPISO (se houver)	_____	()	()	()
FORRO DE GESSO	_____	()	()	()
AZULEJO	_____	()	()	()
EMBOÇO EXTERNO	_____	()	()	()
TEXTURA, GRAFIATO	_____	()	()	()
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNO	_____	()	()	()
CONTRAMARCO	_____	()	()	()
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	_____	()	()	()
ESQUADRIAS DE MADEIRA (PORTAS)	_____	()	()	()
LOUÇAS E METAIS	_____	()	()	()

SERVIÇOS EXTERNOS COMPLEMENTARES (A. COMUM)	—	()	()	()
--	---	-----	-----	-----

LEGENDA

- | | |
|--|--|
| 1. Falta de Informações de Projeto | 7. Qualidade de Mão de obra |
| 2. Erro na Interpretação de Projeto | 8. Controle Inadequado de Execução |
| 3. Capacidade Produtiva do Empreiteiro | 9. Falta/Problema de Máquinas e Equipamentos |
| 4. Intempéries | 10. Serviço Anterior Realizado com Atraso |
| 5. Falta de Material | 11. Reserções |
| 6. Falta de Mão de obra | |