UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO: BOAS PRÁTICAS, EFICÁCIA E PRAZO

Carla Barroso de Oliveira

Orientadora:

Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

São Carlos

2010

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO: BOAS PRÁTICAS, EFICÁCIA E PRAZO

Carla Barroso de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

Área de Concentração: Racionalização, Avaliação e Gestão de Processos e Sistemas Construtivos

Orientadora: Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

São Carlos

2010

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária da UFSCar

O48ai

Oliveira, Carla Barroso de.
Avaliação de indicadores de planejamento e controle da produção na construção : boas práticas, eficácia e prazo / Carla Barroso de Oliveira. -- São Carlos : UFSCar, 2010.
194 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Construção civil. 2. Construção civil - planejamento. 3. Indicadores de desempenho. 4. Produção enxuta. I. Título.

CDD: 690 (20ª)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil
Rod. Washington Luís, Km 235
13565-905 – São Carlos – SP
Fone: (16) 3351-8261 Fax (16) 3351-8262
e-mail: ppgciv@ufscar.br site: www.ppgciv.ufscar.br

"AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO: BOAS PRÁTICAS, EFICÁCIA E PRAZO"

CARLA BARROSO DE OLIVEIRA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em trinta de julho de 2010.

Banca Examinadora constituída pelos membros:

Profª Drª Sheyla Mara Baptista Serra
Departamento de Engenharia Civil / PPGCiv / UFSCar
Orientadora

Prof. Dr. Carlos Torres Formoso
Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia / UFRGS
Examinador Externo

Profª Drª Abla Maria Proência Akkari
Universidade de Salvador / UNIFACS
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a quem me trouxe ao mundo, a quem se dedica incansavelmente e me ensina as mais belas lições de vida. A você **mãe**, que soube compreender minha ausência e mesmo à distância, não deixou de me acompanhar com todo o seu amor e carinho, nenhum dia.

Dedico ainda, àquele que tentou me convencer que tecnologia é a profissão do futuro. Que Geofísica é uma área promissora. Que engenharia não se resume às edificações. Ela está por todo lado, em coisas comuns como automóveis, redes elétricas, nano robôs, computadores, energias renováveis, entre tantas outras áreas. Ele tentou me mostrar que eu poderia seguir outro caminho, diferente do dele, porém não adiantou muita coisa. **Pai**, a nossa semelhança profissional, não foi mera coincidência, a convivência e a admiração contribuíram bastante para que eu escolhesse a Engenharia Civil. Lógico que a vocação também ajudou, mas você sempre será minha grande inspiração e exemplo profissional.

Aos meus irmãos, **Leonardo e Leandro**, por estarem sempre do meu lado. Que esta vitória sirva de incentivo para que vocês possam valorizar e aproveitar, enquanto há tempo, todas as oportunidades que nos são proporcionadas.

Pai e mãe, **Luiz Carlos e Nazareth**, a vocês por tudo que sou e ainda vou ser.

A minha queridíssima orientadora **Sheyla Serra**, pela orientação e apoio, mesmo nos momentos mais corridos de sua vida acadêmica e política. Mamadí, obrigada pela companhia e por ter me adotado durante o mestrado, mesmo já tendo três filhas. Se fôssemos mãe e filha, de verdade, não seríamos tão parecidas.

Aos professores **Celso Novaes, José Paliari e Almir Sales** pelos ensinamentos de suas respectivas disciplinas. E especialmente, aos professores **Itamar Lorenzon e Aridenise Fontenelle** por terem acompanhado de perto, dando dicas e sugestões durante a árdua missão de definir uma questão de pesquisa. Dândí e Deny, sem esse apoio moral teria sido muito mais difícil chegar ao final.

À secretária do PPGCiv**, Solange Damha**, pelo seu alto astral e carinho todos os dias. E, é claro, pela balinha da sorte que me deu no dia da prova de seleção do mestrado. Não poderia esquecer o estagiário dela, que sempre atendeu com muita atenção todas as minhas solicitações. Obrigada, **Danilo**.

Aos colegas do departamento **Adriano Matos, André Zanferdini, Adriana Boni, Edgar Peixoto, Fabiano Tofolli, Fernando Sá e Nathália de Paula.** Por estarem sempre disponíveis a trocar idéias e me por me fazerem companhia no “almoço maravilhoso” do restaurante universitário.

Ao **Prof. Benedito** do Departamento de Estatística da UFSCar, pelas reuniões sempre muito esclarecedoras e ao **Paulo Henrique**, mestrando da Estatística, por estar sempre disponível a me ajudar em todas as minhas dúvidas pelo MSN, independente do horário. E também, ao pessoal do Departamento de Estatística da UFPa (Laboratório de Sistemas de Informação e Georreferenciamento), especialmente ao **Cássio Reis** e à professora **Silvia Almeida**.

A empresa **Akkari & Costa Consultoria em Planejamento**, pelo apoio durante a realização da pesquisa.

Aos Professores **Carlos Formoso, Eduardo Isatto e Luciana Miron** pela receptividade, em Porto Alegre, durante a missão da rede de pesquisa. Ao Grupo de Gerenciamento e Economia da Construção do NORIE/UFRGS, especialmente **ao Bruno Mota, Camila Famá, Daniele Dietz, Juliana Brito, Lucila Sommer e Raquel Reck**.

Obrigada pela companhia, pela troca de idéias e por todo apoio durante essas semanas. Não poderia deixar de agradecer a **Iamara Bulhões** pela receptividade e pela atenção que deu a este trabalho. A **Camile Moura** pelos esclarecimentos sobre seu estudo. A **Cris Bundchen** pelo super apoio para que eu pudesse operar o programa estatístico. E, é claro,ao hilário **Mauro Mario** pelos “papos-cabeça” no cafezinho do NORIE.

À **CAPES** pela bolsa de estudo concedida e ao Programa “Rede de pesquisa em engenharias” (Pró-engenharias) pela missão de estudo no NORIE/UFRGS.

À UAB/MEC/UFSCar pela oportunidade de poder atuar como tutora virtual do curso de Engenharia Ambiental.

Agradeço à pessoa que esteve mais próxima de mim, que há pouco mais de dois anos ela era apenas uma colega de profissão, quando precisei se tornou uma anfitriã de hotel cinco estrelas,até que ela evoluiu para vizinha e nossos apartamentos passaram a ser um só! Ela tentou me tornar uma dona de casa de verdade, mas não teve muito sucesso, assim nos tornamos amigas, praticamente irmãs. Comadre sentirei muita falta do nosso brigadeiro de panela, dos “arêbabadíssiímos” fortíssimos de todas as noites, do almoço paraense e das nossas compras imaginárias. É “geoLóGICO” que eu não poderia esquecer outra pessoa que também se tornou um irmão, não é a toa que eu sempre me preocupei com o seu bem estar. Filhote, sem vocês São Carlos não teria tido a mesma graça. Longe de casa vocês foram minha família, **Rafaela Faciola e Aref Kzam** obrigada por estarem sempre do meu lado, nas horas boas e nas ruins.

Um dia acreditei num conceito de "melhor amiga". Em São Carlos, descobri que é possível encontrarmos "o melhor" em muitas amigas. Precisei de uma amiga quando estava com problemas. Outra quando queria fazer compras, ir pra farra, ou simplesmente, não fazer nada. Uma dizia: "vamos rezar"; Outra: "vamos estudar"; Outra: "vamos farrear". Ou seja, uma amiga atendeu às minhas necessidades espirituais, outra minha loucura por maquiagens, outra esteve comigo em períodos confusos. **Juliana Maria, Lizandra Nogami, Luciene Moraes, Márcia Carvalho, Marcilene Dantas e Wanessa Cartaxo,** onde quer que vocês se encaixem na minha vida, independente da ocasião, do dia ou de quando precisei, todas vocês se tornaram melhores amigas. Obrigada a todas vocês que fizeram e ainda fazem a diferença em minha vida.

Obrigada a vocês que, também, fizeram parte do Centro Comunitário da Carla (CCC): **Aline Freitas, Ana Cláudia, Bianca Fernandéz, Bianca Zanetti, Carolina Andrade, Cynthia Meilli, Damares Carvalho, Karin Grillo, Edgar Peixoto, Fernando Sá, Paulo Gabriel, Danilo Coimbra, Tácito Neves, Francisco Quim, Lívia Soman, Iara Del’Arco.** O tempo é pouco pra lembrar os muitos nomes, desculpem se esqueci de

alguém. Criiidos e Criiidas, sem vocês minha casa não teria o mesmo astral, servindo de salão de festas, brechó de roupa feminina pra baile do trocado, salão de beleza, bar, restaurante e sede para realização de assembléias extraordinárias.

Aos amigos que fiz em São Carlos, deixo uma mensagem de Fernando Pessoa: "*Um dia a maioria de nós irá separar-se. Sentiremos saudades de todas as conversas jogadas fora, das descobertas que fizemos, dos sonhos que tivemos, dos tantos risos e momentos que partilhamos.(...)Em breve cada um vai para seu lado, seja pelo destino ou por algum desentendimento, segue a sua vida.Talvez continuemos a nos encontrar, quem sabe…nas cartas que trocaremos.Podemos falar ao telefone e dizer algumas tolices…Aí, os dias vão passar, meses…anos… até este contato se tornar cada vez mais raro. Vamo-nos perder no tempo….Um dia os nossos filhos verão as nossas fotografias e perguntarão: "Quem são aquelas pessoas?" Diremos…"Foram meus amigos, foi com eles que vivi tantos bons anos da minha vida!"*

Agradeço ainda, uma pessoa que sempre me apóia e incentiva minhas escolhas**. Del Filho**, obrigada pelo apoio incondicional!

Ao pessoal de Belém, que não deixava de fazer aquela pergunta indiscreta e desagradável: "- E o mestrado? Acaba quando?". Brincadeira à parte. Sei que apesar de desagradável a pergunta vinha sempre com um ar de saudosismo. **Adriana Chiba, Adriana Marta, Àrley Lima, Augusto Silva, Bruno Barroso, Celine Lopes, Cláudio Serra, Eliz Rosana, Flávio, Gabriela Monice, Iolanda Ferreira, Isabel Franco, Jacqueline Vilela, Leslem, Lílian Braga, Marilda Nunes, Marília Malcher, Mario Mazzini, Mireille Souza, Núbia Rafaela, Rodrigo Souza, Ruth Helena e Suêdy Marcondes**, **ACABOU**!!!

A **Nossa Senhora Desatadora das Teses**, que me protegeu nos momentos de incerteza, tentou me livrar de pensamentos acerca de minha dissertação durante meu sono e me deu forças pra chegar ao final.

Não poderia esquecer o **Google** que me ajudou a entender sobre todos os assuntos. E ao **MSN** e **Skype** por reduzir as distâncias.

A DEUS por ter me dado uma família maravilhosa, amigos únicos e a oportunidade de fazer esse mestrado.

“Em qualquer atividade, não é difícil aprender a teoria, basta esforço e dedicação. Porém, para juntar a teoria com a prática, é preciso muito talento.”

“Os grandes talentos são os que conhecem profundamente o básico, enxergam o óbvio, executam bem as coisas essenciais e tornam simples o que é complexo.”

(TOSTÃO-Colunista esportivo)

RESUMO

OLIVEIRA, Carla Barroso. **Avaliação de Indicadores de Planejamento e Controle da Produção na Construção: boas práticas, eficácia e prazo.** 2010. 194 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

O efetivo desenvolvimento de planos de execução adequados à realidade das obras torna-se uma questão crucial para o bom desempenho das empresas construtoras. A habilidade de antever possíveis barreiras à execução de um empreendimento capacita as empresas a trabalhar em ambientes incertos e solucionar eventuais problemas antes da realização das tarefas, protegendo, assim, a produção. O surgimento de um novo conceito para a gestão da construção tem sido bastante discutido: a Construção Enxuta. Com base em um conjunto de práticas vinculadas aos conceitos e princípios básicos da Construção Enxuta e consideradas essenciais para um planejamento eficaz, foi realizada a avaliação de 33 planos elaborados por uma empresa de consultoria em planejamento. Assim, foi possível alcançar o objetivo principal desta pesquisa: avaliar o impacto de boas práticas de PCP na eficácia do planejamento de empreendimentos da construção civil. Os outros objetivos desta pesquisa foram: avaliar o impacto da eficácia do planejamento e controle no desempenho de empreendimentos; analisar as causas da não conclusão dos pacotes de trabalho; verificar se há variação nos indicadores de desempenho da produção de acordo com o tipo de empresa; e verificar a existência de correlação entre os indicadores estudados. No que diz respeito aos resultados, não foi evidenciada relação direta entre os principais indicadores estudados. Observou-se que 65% das boas práticas de planejamento são utilizadas pela empresa de consultoria e que a mesma, juntamente com seus contratantes, pode melhorar a eficácia do processo de planejamento. Foi possível determinar um modelo válido para predição do desvio de prazo.

Palavras-chave: Boas práticas, Planejamento e controle da produção,Indicadores de desempenho,Construção civil,Construção Enxuta.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Carla Barroso. **Evaluation indicators planning and production control for construction: good practice, efficiency and deadline.** 2010. 194 p. Dissertation (Master in Civil Construction) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brazil, 2010.

The effective implementation of appropriate development plans to the reality of the work becomes a crucial issue for a good construction companies performance. The ability to presage potential barriers in implementation enterprise enables companies to work in uncertain environments and solve any problems prior to the execution tasks, thereby protecting the production. The emergence of a new concept for management construction has been widely discussed, the Lean Construction. Given a set of practices linked to concepts and basic principles of Lean Construction and considered essential for effective planning, evaluation was made in 33 plans prepared by a consulting planning firm. Thus it was possible to achieve the main goal of this research: assessing the impact of good practices of PCP in the planning construction effectiveness. Other objectives were: evaluate the impact of effective planning and control in enterprise performance, analyze the causes for the non-completion of work packages, verify variations in indicators of production performance according to the type of company, and check for correlation between indicators studied. The results hasn't shown a direct relationship between the indicators. It was observed that 65% of good planning practices were used by the consulting planning firm and that it, along with its contractors, may improve the effectiveness of the planning process. It was possible to determine a valid model for predicting the time deviousness.

Keywords: Best practices, Planning and Production Control, Performance indicators, Civil Construction, Lean Construction.

Figura 2.1: As cinco fases do processo de planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987) 33

Figura 2.2: Processo de planejamento (adaptado de LAUFER; TUCKER, 1987)..... 35

Figura 2.3: Curva S – Gráfico de Avanço Físico da Obra..... 42

Figura 2.4: Desvio de Prazo – Término da Linha Base x Término Real 43

Figura 2.5: Registros do PPC de uma obra..... 44

Figura 2.6: Exemplo de registros da Causas de não cumprimento 45

Figura 3.1: Delineamento da pesquisa..... 61

Tabela 3.2: Variáveis quanto ao tipo e escala..... 67

Figura 5.1: Gráfico de dispersão IBPP x PPC..... 149

Figura 5.2: Gráfico de dispersão PPC x DC..... 151

Figura 5.3: Homogeneidade de variâncias PPC x √DP 153

Figura 5.4: Homogeneidade de variâncias Ln(AF) x IRR 181

Figura 5.5: Homogeneidade de variâncias PPC x IRR²..... 184

Gráfico 4.1: Quantidade de amostras por obra 74
Gráfico 4.2: Avanço Físico do empreendimento A1 78
Gráfico 4.3: Avanço Físico do empreendimento A2 79
Gráfico 4.4: Avanço Físico do empreendimento B5 80
Gráfico 4.5: PPC do empreendimento B5 81
Gráfico 4.6: Avanço Físico do empreendimento C1 82
Gráfico 4.7: PPC do empreendimento C1 83
Gráfico 4.8: Avanço Físico do empreendimento D1 84
Gráfico 4.9: PPC do empreendimento D1 85
Gráfico 4.10: Avanço Físico do empreendimento D2 86
Gráfico 4.11: PPC do empreendimento D2 87
Gráfico 4.12: Avanço Físico do empreendimento D3 88
Gráfico 4.13: PPC do empreendimento D3 89
Gráfico 4.14: Avanço Físico do empreendimento E1 90
Gráfico 4.15: PPC do empreendimento E1 91
Gráfico 4.16: Avanço Físico do empreendimento F1 92
Gráfico 4.17: PPC do empreendimento F1 93
Gráfico 4.18: Avanço Físico do empreendimento G1 94
Gráfico 4.19: PPC do empreendimento G1 95
Gráfico 4.20: Avanço Físico do empreendimento H1 96
Gráfico 4.21: PPC do empreendimento H1 97
Gráfico 4.22: Avanço Físico do empreendimento I1 98
Gráfico 4.23: Avanço Físico do empreendimento I2 99
Gráfico 4.24: PPC do empreendimento I2 100
Gráfico 4.25: Avanço Físico do empreendimento I3 101

Gráfico 4.26: PPC do empreendimento I3 102
Gráfico 4.27: Avanço Físico do empreendimento I4 103
Gráfico 4.28: PPC do empreendimento I4 104
Gráfico 4.29: Avanço Físico do empreendimento I5 105
Gráfico 4.30: PPC do empreendimento I5 106
Gráfico 4.31: Avanço Físico do empreendimento I6 107
Gráfico 4.32: Avanço Físico do empreendimento J1 108
Gráfico 4.33: PPC do empreendimento J1 109
Gráfico 4.34: Avanço Físico do empreendimento J2 110
Gráfico 4.35: PPC do empreendimento J2 110
Gráfico 4.36: Avanço Físico do empreendimento K1 111
Gráfico 4.37: PPC do empreendimento K1 112
Gráfico 4.38: Avanço Físico do empreendimento K2 113
Gráfico 4.39: PPC do empreendimento K2 114
Gráfico 4.40: Avanço Físico do empreendimento K3 115
Gráfico 4.41: PPC do empreendimento K3 116
Gráfico 4.42: Avanço Físico do empreendimento L1 117
Gráfico 4.43: PPC do empreendimento L1 118
Gráfico 4.44: Avanço Físico do empreendimento M1 119
Gráfico 4.45: PPC do empreendimento M1 119
Gráfico 4.46: Avanço Físico do empreendimento N1 120
Gráfico 4.47: PPC do empreendimento N1 121
Gráfico 4.48: Avanço Físico do empreendimento N2 122
Gráfico 4.49: PPC do empreendimento N2 123
Gráfico 4.50: Avanço Físico do empreendimento N3 124
Gráfico 4.51: PPC do empreendimento N3 125
Gráfico 4.52: Avanço Físico do empreendimento N4 126
Gráfico 4.53: PPC do empreendimento N4 127

Gráfico 4.54: Avanço Físico do empreendimento O1 128

Gráfico 4.55: PPC do empreendimento O1 129

Gráfico 4.56: Avanço Físico do empreendimento O2 130

Gráfico 4.57: PPC do empreendimento O2 131

Gráfico 4.58: Avanço Físico do empreendimento O3 132

Gráfico 4.59: Avanço Físico do empreendimento O4 133

Gráfico 4.60: Avanço Físico do empreendimento O5 134

Gráfico 5.1: IBPP por tipo de empresa 140

Gráfico 5.2: IBPPMP - Práticas por tipo de empresa 143

Gráfico 5.3: IBPPCP - Práticas por tipo de empresa 146

Gráfico 5.4: Histograma da Boas Práticas 148

Gráfico 5.5: Percentual de incidências por categoria 155

Gráfico 5.6: Causas relacionadas à mão de obra 156

Gráfico 5.7: Causas relacionadas a projeto 157

Gráfico 5.8: Causas relacionadas a planejamento 158

Gráfico 5.9: Causas relacionadas a administração 159

Gráfico 5.10: Causas relacionadas a interferências 160

Gráfico 5.11: Causas relacionadas a fenômenos naturais e fatores externos 161

Gráfico 5.12: Causas relacionadas a Fornecedores 162

Gráfico 5.13: Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho por tipo de empreendimento 163

Gráfico 5.14: Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho por tipo de empresa..... 164

Gráfico 5.15: Comparação entre autores do valores de causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos planos 165

Gráfico 5.16: Gráfico de Pareto para as Boas Práticas 166

Gráfico 5.17: Distribuição de freqüências de AF 168

Gráfico 5.18: Variação de AF por tipo de empresa 169

Gráfico 5.19: Distribuição de freqüências de DP 170

Gráfico 5.20: Variação de DP por tipo de empresa 171

Gráfico 5.21: Distribuição de freqüências de IRR..... 172

Gráfico 5.22: Variação de IRR por tipo de empreendimento 173

Gráfico 5.23: Variação de IRR por tipo de empresa 173

Gráfico 5.24: Distribuição de freqüências de PPC 174

Gráfico 5.25: PPC médio por tipo de empreendimento 175

Gráfico 5.26: PPC médio por tipo de empresa 175

Tabela 2.1: Lista de boas práticas de PCP 50

Tabela 3.1: Caracterização da base de dados 66

Tabela 4.1: Quantidade de amostras por empresa 74

Tabela 4.2: Caracterização por tipo de empreendimento 75

Tabela 4.3: Caracterização por tipo de empresa..... 75

Tabela 4.4: Estatística descritiva do percentual de registro dos empreendimentos..... 76

Tabela 4.5: Indicadores de Boas Práticas dos empreendimentos 137

Tabela 5.1: Análise descritiva dos indicadores de boas práticas..... 139

Tabela 5.2: Práticas referentes ao IBPPMP 142

Tabela 5.3: Práticas referentes ao IBPPCP 145

Tabela 5.4: Indicador de Boas Práticas de Planejamento 147

Tabela 5.5: Correlação de Pearson IBPP x PPC 149

Tabela 5.6: Modelo de regressão IBPP x PPC para os dados estudados 150

Tabela 5.7:Correlação de Pearson 151

Tabela 5.8: Modelo de regressão PPC x DP para os dados estudados 152

Tabela 5.9: Modelo de regressão PPC x √DP para os dados estudados 153

Tabela 5.10: Estatísticas descritivas dos indicadores de gestão da produção 167

Tabela 5.11:Correlação de Pearson DP x IRR..... 177

Tabela 5.12: Modelo de regressão DP x IRR para os dados estudados 177

Tabela 5.13:Correlação de Pearson AF x PPC..... 178

Tabela 5.14: Modelo de regressão AF x PPC para os dados estudados..... 179

Tabela 5.15:Correlação de Pearson AF x IRR 180

Tabela 5.16: Modelo de regressão AF x IRR para os dados estudados..... 180

Tabela 5.17: Modelo de regressão Ln(AF) x IRR para os dados estudados..... 182

Tabela 5.18: Correlação de Pearson PPC x IRR 183

Tabela 5.19: Modelo de regressão PPC x IRR para os dados estudados 183

Tabela 5.20: Modelo de regressão PPC x IRR^2 para os dados estudados..... 185

AF – Avanço Físico

BP – Boa Prática

DP – Desvio de Prazo

EAP – Estrutura Analítica de Planejamento

IBPP – Indicador de Boa Prática de Planejamento

IGLC – *International Group for Lean Construction*

IRR – Índice de Remoção de Restrições

LCI – *Lean Construction Institute*

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PPC – Percentual de Planos Concluídos

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

1. INTRODUÇÃO 22

1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO 22

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA 25

1.3 OBJETIVOS 26

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA 26

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO 27

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 28

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) 28

2.2 PROCESSO DE PLANEJAMENTO 30

2.2.1 DIMENSÕES DO PLANEJAMENTO 32

2.3 NOVA ABORDAGEM DE GESTÃO DA PRODUÇÃO 36

2.3.1 PRODUÇÃO ENXUTA *(LEAN PRODUCTION)* 38

2.3.2 CONSTRUÇÃO ENXUTA *(LEAN CONSTRUCTION)* 38

2.3.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO COMO FLUXO 39

2.4 O SISTEMA DE CONTROLE DA PRODUÇÃO LAST PLANNER 40

2.5 INDICADORES DE GESTÃO DA PRODUÇÃO 41

2.5.1 AVANÇO FÍSICO (AF) 42

2.5.2 DESVIO DE PRAZO (DP) 43

2.5.3 PERCENTUAL DE PLANEJAMENTO CONCLUÍDO (PPC) 43

2.5.4 CAUSAS DA NÃO CONCLUSÃO DOS PACOTES DE TRABALHO 44

2.5.5 ÍNDICE DE REMOÇÃO DE RESTRIÇÕES (IRR) 46

2.5.6 TRANSFORMAÇÃO DE AF E DP 46

2.6 INDICADOR DE BOAS PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO (IBPP) 47

2.6.1 IBP PARA VERIFICAÇÃO DO PRAZO DA OBRA 54

2.6.2 IBP DO PLANO DE MÉDIO PRAZO 55

2.6.3 IBP DO PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO 56

3. MÉTODO DE PESQUISA 60

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA 60

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA 61

3.2.1 COMPREENSÃO DO SISTEMA DE PCP 62

3.2.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS 63

3.2.3 ANÁLISE DOS PLANOS DOS EMPREENDIMENTOS 64

3.2.4 FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS 64

3.2.5 ESCOLHA DAS HIPÓTESES 65

3.2.6 CARACTERIZAÇÃO DA BASE DE DADOS 66

3.2.7 CATEGORIZAÇÃO DAS OBRAS 67

3.2.8 CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS 68

3.2.9 DEFINIÇÃO DAS ANÁLISES DE CORRELAÇÃO 68

3.2.10 REGRESSÃO LINEAR 69

4. ESTUDO DE CASO 71

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO 71

4.2 DESCRIÇÃO DO BANCO DE DADOS 74

4.3 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS 76

4.4 DESCRIÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS 76

4.4.1 Empreendimento A1 77

4.4.2 Empreendimento A2 78

4.4.3 Empreendimento B5 80

4.4.4 Empreendimento C1 82

4.4.5 Empreendimento D1 83

4.4.6 Empreendimento D2 85

4.4.7 Empreendimento D3 87

4.4.8 Empreendimento E1 89

4.4.9 Empreendimento F1 91
4.4.10 Empreendimento G1 93
4.4.11 Empreendimento H1 95
4.4.12 Empreendimento I1 97
4.4.13 Empreendimento I2 99
4.4.14 Empreendimento I3 100
4.4.15 Empreendimento I4 102
4.4.16 Empreendimento I5 104
4.4.17 Empreendimento I6 106
4.4.18 Empreendimento J1 107
4.4.19 Empreendimento J2 109
4.4.20 Empreendimento K1 111
4.4.21 Empreendimento K2 113
4.4.22 Empreendimento K3 114
4.4.23 Empreendimento L1 116
4.4.24 Empreendimento M1 118
4.4.25 Empreendimento N1 120
4.4.26 Empreendimento N2 122
4.4.27 Empreendimento N3 123
4.4.28 Empreendimento N4 125
4.4.29 Empreendimento O1 127
4.4.30 Empreendimento O2 129
4.4.31 Empreendimento O3 131
4.4.32 Empreendimento O4 132
4.4.33 Empreendimento O5 134
4.5 INDICADOR DE BOAS PRÁTICAS DOS EMPREENDIMENTOS 135

5. RESULTADOS 139

5.1 INDICADORES DE BOAS PRÁTICAS DE PCP..... 139

5.1.1 IBP PARA VERIFICAÇÃO DO PRAZO DA OBRA 141

5.1.2 IBP DO PLANO DE MÉDIO PRAZO 141

5.1.3 IBP DO PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO..... 143

5.1.4 – BOA PRÁTICA PARA TODOS NÍVEIS 146

5.1.5 INDICADOR DE BOAS PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO 147

5.2 IMPACTO DE IBPP NA EFICÁCIA DO PLANEJAMENTO..... 148

5.3 IMPACTO DE PPC NO DESEMPENHO DOS EMPREENDIMENTOS ... 150

5.3.1 CAUSAS DE NÃO-CUMPRIMENTO..... 154

5.3.2 ANÁLISE DAS CAUSAS POR TIPO DE EMPREENDIMENTO..... 162

5.3.3 ANÁLISE DAS CAUSAS POR TIPO DE EMPRESA 163

5.4 INDICADORES DE GESTÃO DA PRODUÇÃO 167

5.4.1 AVANÇO FÍSICO 167

5.4.2 DESVIO DE PRAZO 169

5.4.3 ÍNDICE DE REMOÇÃO DE RESTRIÇÕES..... 171

5.4.4 PERCENTUAL DE PLANOS CONCLUÍDOS 174

5.5 CORRELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES 176

5.5.1 ANÁLISE DP X PPC 176

5.5.2 ANÁLISE DP X IRR 176

5.5.3 ANÁLISE AF X PPC..... 178

5.5.4 ANÁLISE AF X IRR..... 179

5.5.5 ANÁLISE IRR X PPC 182

6. CONCLUSÕES 186

REFERÊNCIAS..... 190

1. INTRODUÇÃO

Tendo como objetivo situar o leitor nesta dissertação, este capítulo é composto pelos seguintes itens: tema e justificativa do trabalho, problema de pesquisa, objetivos do estudo, delimitações e, por último, estrutura do trabalho.

1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A crescente competitividade no setor da construção civil e o aumento das exigências dos clientes finais têm pressionado as empresas do setor a oferecer produtos de melhor qualidade, executados dentro de prazos e custos cada vez menores. Nesse contexto, o efetivo desenvolvimento de planos adequados à realidade das obras torna-se uma questão crucial para o bom desempenho das empresas construtoras.

A habilidade de antever possíveis barreiras à execução de um empreendimento capacita as empresas a trabalhar em ambientes incertos bem como a solucionar eventuais problemas antes da realização das tarefas, protegendo, assim, a produção (SANTOS; MENDES JR., 2001).

Alguns estudos indicam que a falta de planejamento é um dos principais problemas da construção civil, sugerindo que deficiências nesse processo estão entre as principais causas da baixa produtividade desse setor, das suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos (FORMOSO *et al.*, 1999). Segundo Laufer (1990), o planejamento é necessário por diversos motivos:

- compreender melhor os objetivos para aumentar a possibilidade de alcançá-los;
- definir o trabalho necessário para habilitar cada participante do empreendimento a identificar e planejar suas atividades;
- desenvolver uma referência básica para um processo de orçamentação e programação;
- melhorar a coordenação e integração multi-nível (vertical), multi-funcional (horizontal), além de produzir informações para a tomada de decisões mais consistentes;

- evitar decisões errôneas para projetos futuros, através da análise do impacto das decisões atuais;
- melhorar o desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;
- aumentar a velocidade de resposta para mudanças futuras;
- fornecer padrões para monitorar, revisar e controlar a execução do empreendimento;
- explorar a experiência acumulada do gerenciamento e execução de empreendimentos, em um processo de aprendizagem sistemático.

Laufer e Tucker (1987) sugeriram representar o processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) em duas dimensões: horizontal e vertical. A primeira se refere às etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado (coleta de dados, preparação dos planos, difusão das informações e avaliação do PCP) - enquanto que a segunda define como as etapas são vinculadas entre diferentes níveis gerenciais de uma organização. Laufer e Tucker (1987) definem os níveis gerenciais como: estratégico - longo prazo; tático - médio prazo; e operacional e controle - curto prazo.

Ao longo dos anos foram desenvolvidas novas abordagens de gestão da produção, as quais possuem diversos méritos, um deles é favorecer a integração dos níveis gerenciais. Em 1992, Womack, Jones e Ross, com base no sistema de gestão da produção desenvolvido na *Toyota Motor Company*, introduziram o conceito de “produção enxuta”. Na literatura, existe uma discussão sobre o surgimento deste novo conceito para a gestão da construção: a Construção Enxuta ou *Lean Construction*. Desde a publicação da pesquisa realizada por Koskela (1992), propondo a aplicação dos princípios da produção enxuta na construção civil, que pesquisadores de um grupo internacional de pesquisa o IGLC (*Internacional Group For Lean Construction*) discutem a formalização da referida teoria. São organizadas conferências anuais, que recebem a contribuição de pesquisadores de diversos países, para a adaptação de conceitos, de princípios e de práticas da Produção Enxuta para a construção civil.

Desde então, uma nova forma de estruturar o processo de planejamento e controle da produção vem sendo adotada em vários países, entre eles: Reino Unido (KOSKELA, 1999), Estados Unidos (BALLARD, 2000), Brasil (BERNARDES, 2001), Equador (FIALLO; REVELO, 2002), Dinamarca (BERTELSEN, 2003) e Chile (GONZÁLEZ; ALARCÓN; MUNDACA, 2007), com base em conceitos e ferramentas desenvolvidas por Ballard e Howell (1997a, 1997b). Tal abordagem é fortemente baseada em conceitos e princípios

freqüentemente associados à produção enxuta (WOMACK; JONES; ROSS, 2004) ou ao Sistema Toyota de Produção.

No estudo de Bernardes (2001) foi concebido um modelo de planejamento e controle da produção e estabelecido um conjunto de práticas que vinculam este modelo aos conceitos e princípios básicos da *Lean Construction*. Este conjunto de práticas facilita a análise dos sistemas implementados. Este autor considera por prática uma atividade que deve ser desenvolvida durante a implementação dos sistemas de planejamento, cuja realização possibilita a melhoria do desempenho da produção.

Com o intuito de analisar o sistema de uma empresa de consultoria em planejamento realizou-se uma adaptação no conjunto de práticas de Bernardes (2001), levando em consideração características próprias da empresa em questão. Com a posse de um banco de dados com planos de diversos empreendimentos e registros de indicadores de desempenho do planejamento, definiu-se como objetivo principal desta pesquisa, a avaliação do impacto de boas práticas de PCP na eficácia do planejamento de empreendimentos da construção civil.

Para tanto, foi realizada uma avaliação de cada um dos 33 planos, de acordo com este conjunto de práticas consideradas como essenciais para um planejamento eficaz. Desta forma, será possível alcançar o segundo objetivo, que é propor ações de melhoria para o sistema de PCP.

Avaliar o impacto da eficácia do planejamento e controle no desempenho de empreendimentos da Construção Civil é um terceiro objetivo, que foi traçado com o intuito de preencher uma lacuna de conhecimento que já foi investigada por Bortolazza (2006) e Moura (2008). Nestes dois trabalhos as correlações encontradas foram fracas. A disponibilidade de um banco de dados diferente, com maior número de oras e amostras, pode trazer correlações mais conclusivas.

Como já foi dito, além dos planos de diversos empreendimentos, o banco de dados fornecido pela empresa conta com registros de indicadores de desempenho de planejamento, são eles: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Índice de Remoção de restrições (IRR), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho. Estes indicadores contribuem para que o foco principal das atividades seja nos resultados (COSTA, 2003). Em função da disponibilidade destes dados foram definidos objetivos secundários. Primeiramente, será realizada a análise das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos empreendimentos estudados. Em seguida, será verificado se há grande variação nos indicadores (AF, DP, IRR e PPC) de acordo com o tipo

de empreendimento e tipo de empresa. Por fim, será verificada a existência de correlação entre os indicadores estudados.

No Brasil, diversos grupos de pesquisas têm buscado desenvolver trabalhos sobre gestão da produção, entre eles pode-se citar: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) através do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) que juntamente com a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Universidade Federal do Ceará (UFC) fazem parte de uma rede de pesquisa denominada “Gestão de Operações na Construção Civil”. Tendo como referência a produção enxuta, esta rede pretende desenvolver um conjunto de métodos e técnicas de gestão na construção civil através da adaptação de conceitos, princípios e abordagens da área de gestão das operações, amplamente disseminadas na indústria da manufatura, mas com restrita aplicação na indústria da construção.

Sendo assim, esta pesquisa se enquadra no contexto de nucleação de um tema ainda não estudado no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil (PPGCiv) da UFSCar, vislumbrando a participação na rede e o potencial de continuidade das pesquisas no setor da construção civil.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Com base no que foi apresentado anteriormente, esta pesquisa tem como motivação inicial a oportunidade de analisar os dados de planejamento da empresa de consultoria, por meio da análise de arquivos, com o intuito de responder a seguinte questão:

A adoção de boas práticas de planejamento impacta na eficácia do planejamento?

Para responder essa questão faz-se necessário desdobrar a questão geral, formulando outras questões de pesquisa:

a) Qual é o valor do indicador de boas práticas considerando todos os planos avaliados?

b) Há variação deste valor em função do tipo de empresa (Incorporadora ou construtora)?

Dada a disponibilidade de dados foram definidas mais duas questões de pesquisa, também investigadas no estudo de Moura (2008):

- **Qual a relação existente entre a eficácia do planejamento, medida pelo PPC e o desvio de prazo?**

1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é avaliar o impacto de boas práticas de PCP na eficácia do planejamento de empreendimentos da construção civil.

Os objetivos secundários do presente trabalho são:

1. Avaliar o impacto da eficácia do planejamento e controle no desempenho destes empreendimentos, comparando o resultado com o de Moura (2008).
2. Analisar as causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos empreendimentos estudados, comparando os resultados com o de Bortolazza (2006) e Moura (2008);
3. Verificar se há grande variação nos indicadores (AF, DP, IRR e PPC) de acordo com o tipo de empresa (Construtora e Incorporadora);
4. Verificar a existência de correlação entre os indicadores estudados.

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho apresenta as seguintes delimitações:

a) O estudo foi focado em empreendimentos residenciais;

b) A análise de dados se restringe aos dados encontrados nos arquivos fornecidos pela empresa de planejamento;

c) O conjunto de práticas utilizados nesse estudo não é o mesmo utilizado por Moura (2008), por isso não será realizada comparação de resultados. O conjunto de práticas foi adaptado tendo como base o estudo de Bernardes (2001) e considerando características próprias da empresa de planejamento.

d) Parte das medidas de desempenho com coletas periódicas – como o PPC e as causas da não conclusão dos pacotes de trabalho – não correspondem a todo o período da obra;

e) As categorias de causas da não conclusão dos pacotes de trabalho utilizadas pela empresa estudada são diferentes das categorias adotadas nos estudos de Bortolazza (2006) e Moura (2008).

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi estruturado em seis capítulos. O primeiro deles é a introdução, composto pelo tema e justificativa do trabalho, problema de pesquisa, objetivos do estudo, delimitações da pesquisa e por último, estrutura do trabalho.

O capítulo dois apresenta uma revisão bibliográfica sobre planejamento e controle da produção, construção enxuta, bem como, sobre boas práticas de planejamento e indicadores de gestão da produção, com ênfase nos indicadores utilizados no presente trabalho. Já o terceiro capítulo trata do estudo de caso, onde é descrito o processo de planejamento operacional da empresa, os empreendimentos estudados e suas respectivas empresas.

O capítulo quatro descreve o método a ser utilizado na pesquisa, incluindo a estratégia de pesquisa, o delineamento da mesma e a descrição das etapas que foram realizadas. Enquanto que o quinto capítulo apresenta a discussão dos resultados obtidos nesta pesquisa. E o sexto capítulo é composto pelas conclusões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo é constituído por uma fundamentação teórica baseada em literatura nacional e internacional da área de gerenciamento da produção. Nele, serão abordados temas como: Planejamento e Controle da Produção, Construção Enxuta, boas práticas de planejamento e indicadores de gestão da produção, com ênfase nos indicadores utilizados no presente trabalho.

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

Existem muitas definições de planejamento na literatura, não existindo um consenso sobre a abrangência do termo (LAUFER *et al.*, 1994[1] *apud* BERNARDES, 2001). Porém, essas diversas definições possuem um ponto comum, consideram o planejamento como um processo de antecipação de um futuro desejado.

De acordo com Laufer e Tucker (1987), o planejamento é entendido como um processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma ação futura utilizando, para isto, meios eficazes para concretizá-la. Para Syal *et al.* (1992), o planejamento é descrito como um processo de tomada de decisão que resulta em um conjunto de ações necessárias para transformar o estágio inicial de um empreendimento em um estágio final desejado. Dessa forma, são fixados padrões de desempenho para medir o progresso do empreendimento, durante a etapa de controle.

Formoso (1991) define planejamento como um processo gerencial de tomada de decisão, que envolve o estabelecimento de metas e a determinação de meios para atingi-los, sendo efetivo quando acompanhado do controle. Esta definição foi adotada no presente trabalho, pois foi considerada a mais completa.

O planejamento ocupa uma posição central nas funções do gerente. Suas responsabilidades podem variar de acordo com a filosofia organizacional e com as

---

[1] LAUFER, A.; TUCKER, R.; SHAPIRA, A.; SHENHAR, A. The multiplicity concept in construction project planning. **Construction Management and Economics**, London, v.12, n. 1, p. 53-65, 1994.

contingências, mas o planejamento invariavelmente permanece um ingrediente essencial de seus deveres (STEINER, 1979[2] *apud* LAUFER; TUCKER, 1987).

Segundo Laufer e Tucker (1987), o planejamento e o controle são duas atividades indissociáveis e integradas em um mesmo ciclo. O planejamento é a conexão entre o controle da produção e a estruturação do trabalho. Sem ele, não se pode garantir que o trabalho designado está sendo executado para cumprir os objetivos da obra (BALLARD; HOWELL, 2003).

Para Ballard (2000) o planejamento define metas e a seqüência de eventos necessários para atingi-las. O controle leva as ocorrências a aproximar a seqüência desejada, o replanejamento acontece quando a seqüência estabelecida não é mais possível de executar ou não é mais desejada e o aprendizado é iniciado quando as ocorrências deixam de cumprir com o plano.

Com relação à construção civil, muitos esforços sobre este tema de pesquisa têm sido realizados nas últimas décadas, principalmente no desenvolvimento de técnicas para a produção de planos. Entretanto, o progresso das técnicas não fez desaparecer as insatisfações com as aplicações e resultados do planejamento de construção (LAUFER; TUCKER, 1987).

Na execução do empreendimento são considerados os elementos específicos do trabalho para a implantação dos planos no nível operacional. Com informações obtidas de projetos, da seqüência de construção e das condições sobre o canteiro de obra, podem-se determinar as equipes responsáveis pela produção, o prazo, o local e os recursos necessários para desenvolver os serviços (LAUFER; HOWELL; ROSENFELD, 1992).

De acordo com Ballard e Howell (1996), o planejamento produz metas que possibilitam o gerenciamento dos processos produtivos e o controle assegura o cumprimento dessas metas, avaliando também, sua conformidade com o planejado. Assim, torna-se possível fornecer informações para preparar planos futuros.

Para Laufer (1990), o planejamento é um processo composto por diversos elementos. Quanto maior a presença deles, mais facilmente se identifica o processo de planejamento. Tais elementos são: um processo de tomada de decisão; um processo de antecipação na tomada de decisões para decidir o que e/ou como executar ações em um futuro determinado; um processo de integração de decisões interdependentes em um sistema decisório; um processo hierárquico evolutivo a partir de diretrizes gerais, para

---

[2] STEINER, G.A. **Strategic planning**. New York: The Free Press, 1979.

determinação de meios e restrições que conduzam a um plano de ações; um processo que inclua uma cadeia de atividades (ou parte delas), compreendendo a busca e análise de informações, o desenvolvimento, a avaliação e a escolha de alternativas; o emprego de técnicas e procedimentos formais; a apresentação documentada dos planos; e a implementação dos planos.

Para que haja eficiência do planejamento, o sistema deve operar com modelos competentes, que consigam avaliar o comportamento do empreendimento, com possibilidade de simular situações para diferentes cenários. Assim, monitorar variáveis requer eficiência do sistema de controle – que deve gerar informações com qualidade e com velocidade, que possibilitem compensar os desvios de comportamento, e/ou mantê-los dentro dos padrões que não comprometam a viabilidade do empreendimento (ASSUMPÇÃO, 1996).

Este mesmo autor define a programação e o controle de obras com sendo partes do planejamento, e estabelece que a programação e o controle constituem funções distintas a serviço da gerência, sendo que na programação de obras são elaboradas, de forma integrada e balanceada, as previsões de comportamento da obra no que diz respeito a custos, prazos e recursos, definindo procedimentos por meio dos quais essas previsões podem ser obedecidas. Já no controle, faz-se aferição e avaliação do andamento físico da obra, comparando os resultados obtidos com as previsões estabelecidas na programação (ASSUMPÇÃO, 1988).

2.2 PROCESSO DE PLANEJAMENTO

O processo deve ser estruturado para atender à hierarquia das decisões estratégicas e táticas, operando com a manipulação de dados e geração de informações, permitindo avaliar o impacto de estratégias de produção no resultado do empreendimento e na empresa como um todo (MORAES, 2007).

As informações geradas respondem aos seguintes tópicos: necessidade de recursos financeiros, rentabilidade, prazos de execução, necessidade de insumos de produção e outras; embora elas devam apresentar uma coerência intrínseca, deverão também atender às condições de resultado do empreendimento e dos diversos empreendimentos da empresa (ASSUMPÇÃO, 1996).

Com base nas informações fornecidas, é possível escolher as estratégias que melhor se ajustem aos recursos disponíveis para sua execução (financeiros e insumos para a produção). Para Moraes (2007), o processo possibilita, para a empresa, a consolidação de

informações dos vários empreendimentos, que permitirão avaliar o volume de produção da empresa, bem como as políticas a serem estabelecidas para ajustar esse volume a sua capacidade de produção.

Segundo Moraes (2007), esse processo de elaboração do planejamento é composto pelas seguintes etapas:

- programação e implantação do cronograma físico;
- investigação preliminar;
- definição do nível de detalhamento;
- identificação de etapas, atividades e serviços;
- definição dos processos de trabalho;
- alocação e nivelamento dos recursos;
- definição da seqüência tecnológica;
- definição das durações e das precedências;
- definição do cronograma físico de serviços;
- simulações com variações de seqüência e de ritmo dos serviços;
- indicadores de desempenho;
- critérios para ponderação;
- cálculo dos indicadores;
- desenvolvimento da curva de evolução física da obra - curva “s”;
- desenvolvimento da agenda de contratação de serviços e de materiais;
- processo de controle e consolidação de dados referente a diversas obras de uma mesma empresa.

Então, como se pôde observar, o planejamento tradicionalmente é realizado por meio do desenvolvimento de uma seqüência de etapas – utilizando técnicas de planejamento de divisão das tarefas e redes de precedência – nas quais os serviços são considerados interligados em todos os pavimentos e/ou trechos da obra, padronizando-se os serviços e seqüências entre serviços.

Vale ressaltar a importância da implantação do cronograma físico da obra, que corresponde ao planejamento em longo prazo. Para servir de sustentação para a decisão sobre a rotina da obra é importante a utilização dos indicadores de desempenho e também

da simulação do desenvolvimento do empreendimento através da programação estabelecida. Para Moraes (2007), através de simulações pode-se estabelecer um plano mais confiável para atingir metas.

A agenda de contratações é uma das ferramentas que auxilia o processo com eficácia, pois possibilita identificar todas as etapas do processo de compra e os tempos necessários para que esse processo se complete.

É relevante também, a importância do controle na correção dos problemas, por meio de um ciclo de retro-alimentação rápido, nas quais as informações chegam num formato adequado aos tomadores de decisão.

Por fim, a consolidação de informações das diversas obras de uma empresa, a partir do processo de planejamento proposto por Moraes (2007), permite avaliar o volume de produção da empresa e/ou de seus subcontratados. O planejamento também gera subsídios para prover compras centralizadas ou em lote melhorando a condição de negociação destas compras, e possibilitando avaliações estratégicas sobre desembolso com custos de construção, que resultam da execução de vários de seus empreendimentos simultaneamente.

Vale ressaltar ainda, a importância do entendimento do grau de detalhamento do planejamento para cada nível de decisão. De acordo com Ballard (2000), o ambiente da construção civil é dinâmico e existe muita variabilidade e incerteza nos processos, sendo difícil elaborar planos detalhados confiáveis muito antes de executar as atividades. Segundo o mesmo autor, decidir qual será o próximo trabalho e a quantidade a ser executada por uma equipe no curto prazo raramente é uma questão de simplesmente seguir um planejamento mestre estabelecido no início do empreendimento.

Laufer e Tucker (1987) ressaltam ainda o fato de que essas técnicas consideram que variabilidade e interferências raramente ocorrem, uma vez que a realização de alterações nas mesmas consome muito tempo, devido ao elevado grau de detalhamento requerido para o planejamento de um empreendimento.

2.2.1 DIMENSÕES DO PLANEJAMENTO

Laufer e Tucker (1987) sugeriram representar o processo de PCP em duas dimensões: horizontal e vertical. A primeira se refere às etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado (coleta de dados, preparação dos planos, difusão das informações e avaliação do PCP) - enquanto que na segunda define como as etapas são

vinculadas entre diferentes níveis gerenciais de uma organização. A seguir são apresentadas cada uma destas dimensões.

2.2.1.1 DIMENSÃO HORIZONTAL DO PLANEJAMENTO

Nesta dimensão, Laufer e Tucker (1987) demonstram que este processo de planejamento envolve cinco etapas, conforme Figura 2.1:

1. Preparação do processo de planejamento;
2. Coleta de informações;
3. Preparação de planos;
4. Difusão da informação;
5. Avaliação do processo de planejamento.

Os mesmos autores observam a existência de dois ciclos: um intermitente e o outro contínuo.

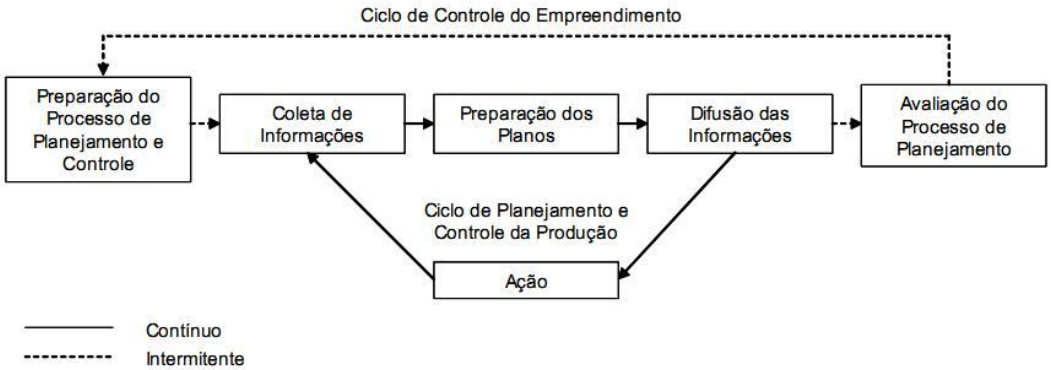


Figura 2.1: As cinco fases do processo de planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987)

A primeira e última fase do ciclo tem um caráter intermitente, isto é, ocorrem em períodos específicos na empresa construtora. Na primeira fase define-se como será realizado este processo com a decisão, por exemplo, da periodicidade e do nível de detalhamento de cada um dos níveis de planejamento, da freqüência de atualização dos planos e do grau de centralização das decisões. Na última fase do ciclo, o PCP é avaliado de forma a possibilitar a realização de melhorias no processo (LAUFER; TUCKER, 1987). É nesta última etapa que ocorre a análise das decisões estabelecidas durante a preparação do processo de planejamento e controle da produção. A relação entre os custos orçados e

os custos reais, acompanhados por relatórios de controle operacional pode ajudar nesta fase.

Já as fases intermediárias formam um ciclo que ocorre continuamente durante toda a execução do empreendimento e inclui a coleta de informações, a preparação de planos e a difusão da informação. Neste ciclo contínuo, conforme se observa na figura a primeira fase corresponde à coleta das informações necessárias para se realizar o planejamento. Nela são coletadas, processadas e avaliadas as diversas fontes de dados, com o objetivo de fornecer subsídios à tomada de decisão. Geralmente, estas informações incluem condições de contratos, plantas, especificações técnicas, condições do canteiro de obras, tecnologias construtivas que podem ser utilizadas, estudo de viabilidade econômico-financeira, índices de produtividade, além de metas estratégicas definidas pela alta gerência. Iniciada a construção, continua o processo de reunião de informações, mas a partir desse ponto com ênfase nos recursos consumidos e metas alcançadas (LAUFER; TUCKER, 1987).

A terceira etapa do processo de planejamento é a que recebe a maior atenção dos responsáveis pelo planejamento em empresas de construção. Trata-se da preparação dos planos e se baseia fundamentalmente na tomada de decisão.

A quarta etapa do processo de planejamento é a difusão das informações, que ocorre de acordo com a necessidade dos usuários, são levadas em conta as diferentes necessidades de informação e os formatos associados a cada nível gerencial. Assim, a informação deve ser entregue para cada um dos envolvidos no formato e com o conteúdo necessários para maximizar a tomada de decisão (LAUFER; TUCKER, 1987).

O ciclo contínuo é finalizado com a etapa de ação, a partir da qual o cumprimento das metas fixadas é avaliado e os possíveis desvios e as suas causas são identificados (BERNARDES, 2001). Durante a fase de ação encontra-se a implementação dos planos, que devem ser executados tanto pela aquisição e disponibilização dos recursos, como pela designação e execução de trabalhos pelas equipes de produção (LAUFER; TUCKER, 1987).

2.2.1.2 DIMENSÃO VERTICAL DO PLANEJAMENTO

Laufer e Tucker (1987) sugerem que, em vez de se produzir um plano inicial bastante detalhado, que brevemente ficará obsoleto, deve-se dividir o processo de planejamento em níveis hierárquicos. Sendo assim, a tomada de decisão não envolve somente uma pessoa ou entidade, mas é avaliada por um conjunto de pessoas que trata dos problemas em diferentes níveis de especificidade, durante a construção do empreendimento (FORMOSO, 1991). A Figura 2.2 representa de forma integrada a dimensão horizontal e vertical,

propostas por Laufer e Tucker (1987) adaptada por Akkari (2003). Cada nível possui uma função específica no processo, principalmente no que tange a disponibilização e alocação de recursos na produção (HOWELL; BALLARD, 1996).

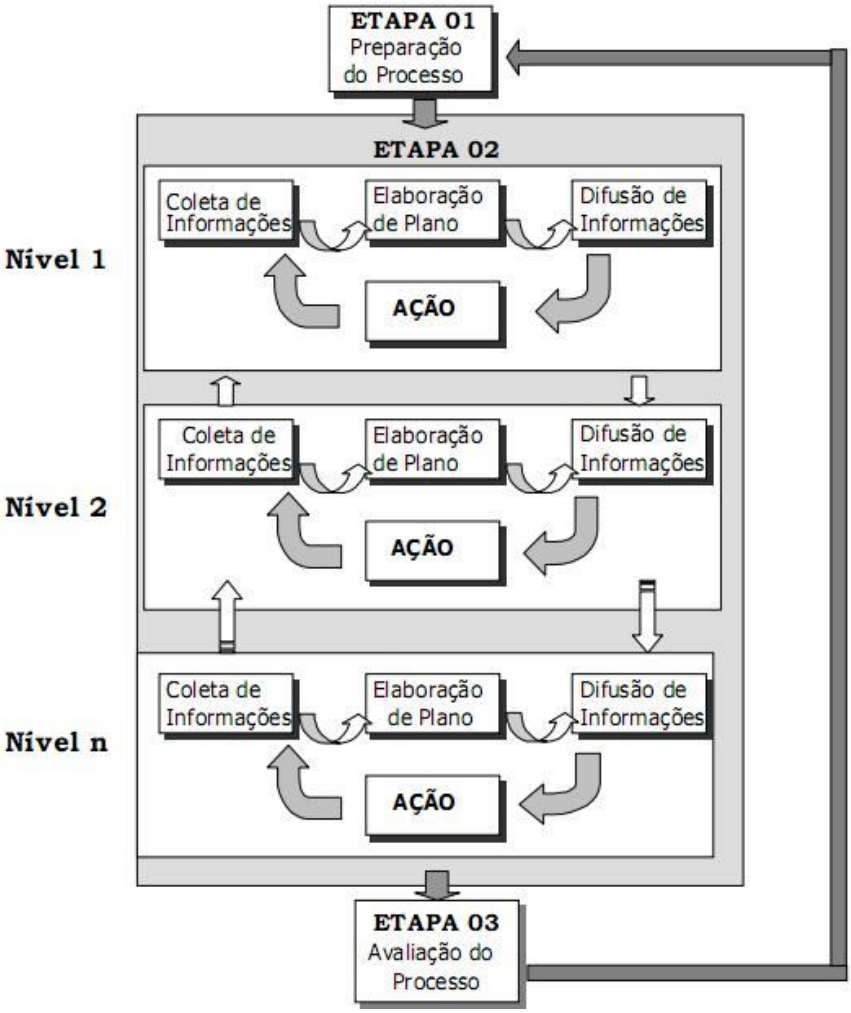


Figura 2.2: Processo de planejamento (adaptado de LAUFER; TUCKER, 1987)

Conforme já mencionado, o planejamento deve levar em consideração a dimensão vertical, que se divide em três níveis gerenciais: estratégico - longo prazo (diretores); tático - médio prazo (gerentes de produção); e operacional e controle - curto prazo (engenheiros e mestre de obras) (LAUFER; TUCKER, 1987).

2.2.1.2.1 PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO

Neste nível, as decisões tomadas para a preparação dos planos estão relacionadas a questões de longo prazo. O planejamento neste nível deve apresentar um baixo grau de detalhes, devido à incerteza existente no ambiente produtivo. São definidos o escopo e as metas a serem alcançadas pelo empreendimento quanto a fatores como qualidade custo e tempo, refletindo as diretrizes da estratégia adotada pela empresa (LAUFER; TUCKER, 1987).

2.2.1.2.2 PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO

Nesta fase, segundo Laufer e Tucker (1987), é realizada a seleção dos meios (recursos) necessários para a obtenção dos resultados esperados. Para Assumpção (1996), as definições que devem ser tomadas neste planejamento são: datas de início e término das principais etapas do empreendimento; seqüência de execução; e aspectos relacionados ao fornecimento de materiais e mão de obra para realizar os serviços.

2.2.1.2.3 PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO

Neste nível, as decisões são tomadas em um curto espaço de tempo (LAUFER; TUCKER, 1987). É quando são identificados\os pacotes de trabalho que serão realizados. Segundo Choo *et al.* (1998), pacote de trabalho pode ser entendido como um conjunto de tarefas similares a serem realizadas em certo prazo, freqüentemente em uma área bem definida. Ele requer informações específicas para sua realização, proveniente de projetos, especificações e da conclusão de tarefas antecedentes.

2.3 NOVA ABORDAGEM DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

Koskela (1992) faz uma crítica aos sistemas de gestão da produção tradicionais do ponto de vista conceitual. Esse autor aponta que o modelo tradicional de gestão pressupõe que a produção é conceitualizada como um processo de conversão, tendo as seguintes características:

- um processo de produção é a conversão de uma entrada em uma saída;
- o processo de conversão pode ser dividido em subprocessos, que também são processos de conversão;

- o custo do processo total pode ser reduzido, reduzindo-se o custo de cada subprocesso;
- o valor da saída de um processo é associado com os custos (ou valor) das entradas do mesmo processo.

Koskela (1992) aponta a necessidade de mudança conceitual na gestão da produção, através da identificação e gerenciamento das atividades que não agregam valor. O mesmo autor afirma que essa mudança conceitual está implicitamente contida nas novas abordagens de gestão da produção, freqüentemente associadas à chamada Produção Enxuta (KOSKELA, 1992).

Para compreensão da origem da nova abordagem de gestão da produção, é fundamental a análise de certas mudanças ocorridas na produção industrial, em especial no setor automobilístico. A primeira mudança foi a transição da produção artesanal para a produção em massa, após a Primeira Guerra Mundial. Neste momento, os carros deixaram de ser exclusivos para as classes sociais elevadas, começaram a construir modelos padronizados atendendo, também, a classe média. Por algum tempo, a produção em massa predominou nas indústrias da Europa e América do Norte. Entretanto, devido à grande escassez de recursos (materiais, financeiros, humanos e de espaço físico), no Japão, ocasionada pela Segunda Guerra Mundial, ocorreu uma nova mudança, a transição da produção em massa para a enxuta.

Para melhor identificação dos desperdícios, Ohno afirma ainda que o trabalho pode ser dividido no que adiciona valor e no que não adiciona valor ao produto. Percebe-se que, a partir de então, desperdícios passam a ser entendidos como qualquer atividade que absorve recursos (mão de obra, materiais, informações, etc.), mas não agrega valor ao produto final, ou seja, não é percebida pelo cliente. Atividades como, transporte de materiais, conserto ou manutenção de máquinas, produtos que voltam à linha de produção por falta de qualidade, estoques (sejam eles de matérias-primas, produtos em processamento ou produtos acabados), etc., que ocupam grande parte do tempo de trabalho, passam, então, a ser vistas como desperdícios e, portanto, a ser “atacadas”.

As perdas, além de consumirem recursos como materiais, mão de obra, equipamento, causam um impacto de desestímulo nos operários, isto é, como elas ocultam os problemas então os operários não são motivados a resolvê-los, criando assim pessoas que não são acostumadas a pensar, inibindo sua criatividade (LIKER; MEIER, 2007).

A percepção de que o STP se encaixava às necessidades do ambiente competitivo ocidental, que começava a se configurar entre as décadas de 1970 e 1980, foi o que originou a Produção Enxuta ou *Lean Production* (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

2.3.1 PRODUÇÃO ENXUTA *(LEAN PRODUCTION)*

A produção enxuta pode ser considerada uma abstração do Sistema Toyota de Produção (STP) e, como o próprio nome sugere, busca enxugar o processo produtivo das empresas para tentar produzir somente o que representa valor para os clientes (Coelho, 2009).

A expressão *Lean Production* foi criada pelo pesquisador John F. Krafcik do IMVP (*International Motor Vehicle Program* – Programa Internacional de Veículos Automotores) que enfatizava que empresas praticantes da Produção Enxuta obtinham, dentre outros benefícios, elevado nível de qualidade e produtividade (KRAFCIK, 1988).

Após o surgimento desse sistema, diversos setores industriais fizeram modificações na organização de suas atividades produtivas, assim estabeleceu-se um novo paradigma de gestão de produção.

2.3.2 CONSTRUÇÃO ENXUTA *(LEAN CONSTRUCTION)*

Embora a atividade produtiva da construção seja completamente diferente da manufatura, na qual foi desenvolvida a Produção Enxuta, em 1992, Lauri Koskela buscou interpretar as idéias e conceitos do novo paradigma para o setor da construção, na publicação "*Application of the new production philosophy in the construction industry*".

Assim, uma das primeiras idéias da Produção Enxuta introduzida na construção foi a de que desperdícios não se resumem a perdas ou restos de materiais facilmente visíveis e mensuráveis, como entendido no paradigma de produção tradicional do setor. Desperdícios são, na verdade, todas as atividades que fazem parte do processo produtivo e que não são percebidas pelos clientes, ou seja, não agregam valor ao produto. A partir dessa nova visão de desperdícios, Koskela (1992) propôs uma nova abordagem de gestão da produção para a construção, chamado de Construção Enxuta ou *Lean Construction*.

O autor propôs uma nova visão sobre o que deveria ser o processo produtivo na construção civil, definindo princípios e conceitos básicos de tal abordagem. Ele destacou a importância dos fluxos nos processos produtivos e os aspectos ligados à conversão de insumos em produtos acabados, como importante passo para a redução do desperdício de

valor nos canteiros de obra. A respeito dos benefícios e implicações que surgiram com a nova abordagem de gestão da produção**,** este mesmo autor, apresenta como fontes primárias do *Lean Construction:* o *Just-In-Time* (JIT) e o Controle da Qualidade Total (TQC).

Na construção, torna-se difícil a simples aplicação direta de ferramentas, sem antes entender conceitos mais gerais. É importante desenvolver ferramentas específicas ou adaptar as existentes, considerando-se as particularidades da construção (KOSKELA, 2000).

Depois da publicação do trabalho de Koskela (1992) foi criado o *International Group for Lean Construction* – IGLC e o *Lean Construction Institute* – LCI. O primeiro (HOWELL, 1999), fundado em 1993, busca aplicar os conceitos dessa nova abordagem de gestão da produção, o grupo promove conferências anuais nas quais são apresentados trabalhos de autores de diversos países abordando diferentes aspectos da Construção Enxuta. O LCI é uma corporação sem fins lucrativos fundado em 1997 por Glenn Ballard e Gregory A. Howell. Esse instituto desenvolve pesquisas para disseminar o conhecimento a respeito de gerenciamento do projeto e gerenciamento da produção relacionados com a construção civil.

Para Howell (1999), *Lean Construction* é "um novo caminho para o gerenciamento na indústria da construção civil, com implicações nas relações comerciais e na concepção dos projetos. É planejar e controlar técnicas que reduzam os desperdícios, melhorando a confiabilidade dos fluxos produtivos".

2.3.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO COMO FLUXO

Nesta nova abordagem de gestão da produção, Koskela (1992) define processo como um fluxo de materiais ou informações desde a matéria-prima até o produto final, no qual esses são processados (ou transformados), inspecionados, estocados ou movimentados. Este mesmo autor classifica as atividades em duas categorias: atividades de conversão ou transformação (que agregam valor) e as atividades de fluxo (que não agregam valor), que incluem inspeção, estoques e transporte.

Enquanto todas as atividades possuem custos e consomem tempo, apenas as atividades de conversão adicionam valor ao material ou informação sendo transformado em um produto (KOSKELA, 1992). Portanto, este autor afirma que a melhoria das atividades de fluxo deveria primeiramente ser focada na sua redução ou eliminação, enquanto que as atividades de conversão deveriam ser feitas de forma mais eficiente.

Tratando-se dessa nova abordagem de gestão da produção, Koskela (1992) diz que as ferramentas tradicionais de planejamento e controle, tais como as redes CPM, não são adequadas, pois raramente explicitam atividades que não agregam valor, consideradas como perdas na produção enxuta, tais como esperas, armazenamento em estoques, movimentação de materiais e inspeção. O mesmo autor afirma que é através da identificação e eliminação dessas atividades que não agregam valor que se podem alcançar grandes melhorias na eficiência e eficácia de sistemas de produção na construção civil.

Porém, pode-se afirmar que nestas redes há a possibilidade da inserção de atividades que não agregam valor, mas é uma prática raramente adotada na modelagem dos empreendimentos.

2.4 O SISTEMA DE CONTROLE DA PRODUÇÃO LAST PLANNER

Após o surgimento da construção enxuta, uma nova forma de estruturar o processo de planejamento e controle da produção vem sendo adotada em vários países, entre eles: Reino Unido (KOSKELA, 1999), Estados Unidos (BALLARD, 2000), Brasil (BERNARDES, 2001), Equador (FIALLO; REVELO, 2002), Dinamarca (BERTELSEN, 2003) e Chile (GONZÁLEZ; ALARCÓN; MUNDACA, 2007), com base em conceitos e ferramentas desenvolvidas por Ballard e Howell (1997a, 1997b). Tal abordagem é fortemente baseada em conceitos e princípios freqüentemente associados à produção enxuta (WOMACK; JONES; ROSS, 2004) ou ao Sistema Toyota de Produção. Essa nova estruturação do PCP é denominada de *Last Planner® System of Production Control* (LPS).

O termo *Last Planner®* enfatiza a importância dos responsáveis pelo comprometimento das atividades no nível operacional de planejamento, os quais são chamados de “últimos planejadores” (BALLARD, 1994). Assim, ao invés de considerar-se apenas o controle global do empreendimento, com o objetivo de cumprir metas fixadas em contrato, foca-se também nas unidades de produção[3], nas quais se busca melhorar a qualidade dos planos gerados e definir ações corretivas a partir dos problemas identificados (BALLARD; HOWELL, 1996).

A periodicidade desse planejamento de comprometimento entre os responsáveis pelas equipes de produção geralmente é semanal e o controle baseia-se em dois indicadores

[3] Unidade de produção (UP) é um grupo de trabalhadores que executam diretamente o serviço ou são responsáveis por um trabalho similar, utilizando técnicas e habilidades parecidas. Como exemplo, pode-se citar uma equipe responsável pelo revestimento cerâmico (BALLARD, 2000).

principais: (a) o Percentual de Planejamento Concluído (PPC), obtido pela divisão entre o número de atividades concluídas e o número de atividades planejadas e (b) as causas do não cumprimento das atividades (BALLARD, 2000).

Este mesmo autor diz que o sistema *Last Planner*® não analisa as unidades de produção de forma isolada. As mesmas são avaliadas em conjunto em um nível hierárquico superior (médio prazo), denominado *lookahead planning* – ou planejamento "olhando à frente" - no qual é gerenciado o fluxo de trabalho que integra as unidades de produção. Segundo Ballard e Howell (1996), a periodicidade neste nível de planejamento considera um tempo maior, geralmente entre três e doze semanas, cumprindo um importante papel na proteção da produção. Os pré-requisitos das tarefas são analisados e as restrições são removidas, o que cria uma janela de confiabilidade para a etapa do planejamento de comprometimento. Desta forma, o controle baseia-se no indicador de desempenho: Índice de Remoção de Restrições (IRR).

2.5 INDICADORES DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

Heineck *et al.* (2002) alertam que desde os anos 1990 um número significativo de empresas construtoras por todo o Brasil implantou programas de qualidade e melhorias de produtividade em seus canteiros de obras. Contudo, nenhuma delas pode justificar sua adoção de inovações por meio das reduções de custo real ou qualquer outra medida de desempenho, pela simples razão que raramente essas medidas são apuradas.

O desempenho de uma empresa tende a ser melhorado por meio da implementação de sistemas de medição de desempenho realistas e alinhados com os objetivos e metas da empresa. A medição é parte integrante do sistema gerencial da empresa, constituindo um sistema de apoio para planejamento, solução de problemas, controle, desenvolvimento de melhorias e motivação dos recursos humanos (BARROS, 2005).

Para Lorenzon (2008), uma empresa que adota a construção enxuta deve estruturar seu sistema medição de indicadores de desempenho, de acordo com os princípios considerados como mais importantes. Por exemplo, para o indicador "Indice de Remoção de Restrição" a empresa deve elaborar procedimentos que viabilizem a implantação do mesmo, como: listagem das restrições, fatores que colaboram para estas restrições, plano de eliminação, indicação do responsável, implementação e reavaliação.

Na gestão da produção na construção, existem diversos indicadores, neste trabalho serão apresentados apenas os mais utilizados pela empresa de planejamento pesquisada, são eles: Avanço Físico Previsto e Real, Desvio de Prazo Previsto e Real, Percentual do

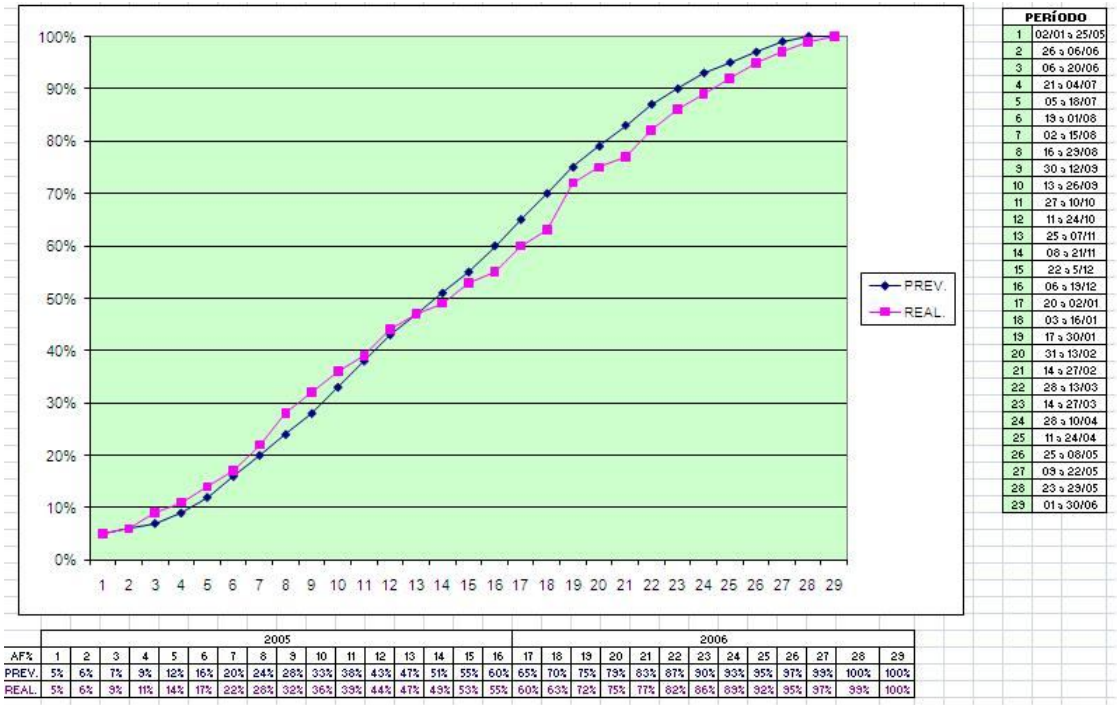
Planejamento Concluído, Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho (Execução, Projeto, Suprimento, Liberação, Planejamento, Absentísmo, Chuva, Financeiro e Outros) e Índice de Remoção de Restrição Previsto e Real. Esses três últimos são provenientes do *Last Planner®*.

2.5.1 AVANÇO FÍSICO (AF)

O objetivo deste indicador é verificar o percentual de avanço físico da obra em determinado período de tempo. A seguir está apresentada a relação para cálculo do AF.

$$AF\% = \frac{\text{N° de horas de mão de obra no período de acompanhamento}}{\text{N° de horas de mão de obra total do projeto}} \qquad \text{(Equação 2.1)}$$

Durante as reuniões de monitoramento e controle do planejamento é registrado o avanço físico da obra. Este indicador á capaz de avaliar a eficiência do plano de longo prazo do empreendimento.



	2005															2006											
AF%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
PREV.	5%	6%	7%	9%	12%	16%	20%	24%	28%	33%	38%	43%	47%	51%	55%	60%	65%	70%	75%	79%	83%	87%	90%	93%	95%	97%	99%	100%	100%
REAL.	5%	6%	9%	11%	14%	17%	22%	26%	32%	36%	39%	44%	47%	49%	53%	55%	60%	63%	72%	75%	77%	82%	86%	89%	92%	95%	97%	99%	100%

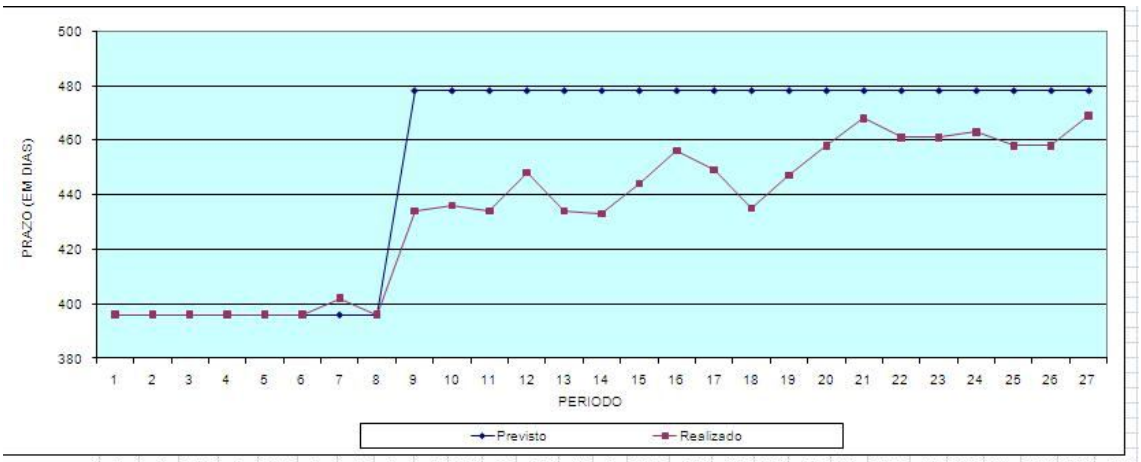
Figura 2.3: Curva S – Gráfico de Avanço Físico da Obra

O ideal é que o valor registrado esteja em conformidade com o previsto. Após a realização desses registros é gerado um gráfico, possibilitando o acompanhamento do

avanço físico da obra e a comparação do que foi previsto em relação ao realizado (Figura 2.3).

2.5.2 DESVIO DE PRAZO (DP)

O objetivo deste indicador é verificar o andamento da obra em relação ao prazo inicial, está relacionado com o caminho crítico do empreendimento. Durante as reuniões de monitoramento e controle do planejamento, o cronograma sofre atualizações de atrasos e/ou adiantamentos, de início e/ou término das atividades. Essas atualizações são registradas para que seja gerado um gráfico.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Previsto	396	396	396	396	396	396	396	396	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478
Realizado	396	396	396	396	396	396	402	396	434	436	434	448	434	433	444	456	449	435	447	458	468	461	461	463	458	458	469
DATA REALIZADA	30/9	30/9	30/9	30/9	30/9	30/9	6/10	30/9	7/11	9/11	7/11	21/11	8/11	7/11	18/11	30/11	23/11	9/11	21/11	2/12	12/12	5/12	5/12	7/12	2/12	2/12	13/12

Figura 2.4: Desvio de Prazo – Término da Linha Base x Término Real

Como se pode observar no Figura 2.4, esse indicador avalia o desempenho da obra finalizada, através da relação entre o prazo previsto e o prazo realizado.

O indicador de desvio de prazo representa na verdade o resultado da eficácia dos vários processos envolvidos na construção, sendo identificado como um importante critério competitivo (PIRES, 1995).

2.5.3 PERCENTUAL DE PLANEJAMENTO CONCLUÍDO (PPC)

Para Ballard e Howell (1996), o PPC é a medida imediata do sistema *Last Planner*®, que indica a eficácia deste processo em atingir as metas de conclusão de atividades

previstas. O PPC é o número de atividades comprometidas completadas, dividido pelo número total de atividades comprometidas, expressado em porcentagem, ou seja, quanto maior a qualidade do plano semanal, maior deverá ser o valor do PPC, reduzindo a imprevisibilidade e da variabilidade na produção, garantindo ao planejamento maior credibilidade.

A coleta deste indicador é realizada ao final de cada período do planejamento de comprometimento, como se pode observar na Figura 2.5.

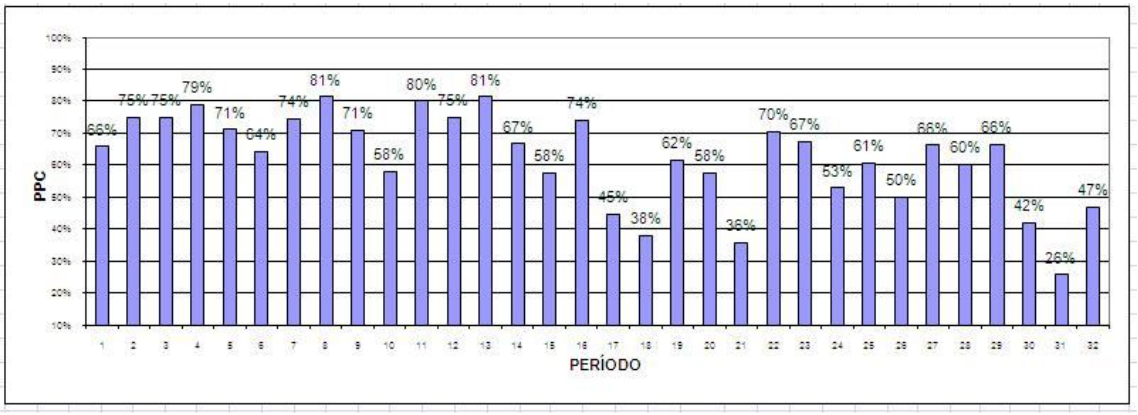


Figura 2.5: Registros do PPC de uma obra

Por meio do PPC, é possível identificar os trabalhos já executados e aqueles que estariam previstos e não foram concluídos, auxiliando na reprogramação do planejamento. Essa reprogramação gera o cálculo de uma nova data de conclusão da construção.

2.5.4 CAUSAS DA NÃO CONCLUSÃO DOS PACOTES DE TRABALHO

Além do PPC, também são registradas as causas do que não foi feito no período de comprometimento. Essas devem ser expressas pela causa raiz dos problemas para permitir a melhora do desempenho quando solucionadas (BALLARD, 2000). Através da utilização do PPC e do registro das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho, pode-se distinguir se estas estiveram associadas à qualidade dos planos ou ocorreram por fatores externos ao planejamento como a ocorrência de chuvas (BALLARD et al., 1998). A Figura 2.6 é um exemplo de registro de causas de não cumprimento.

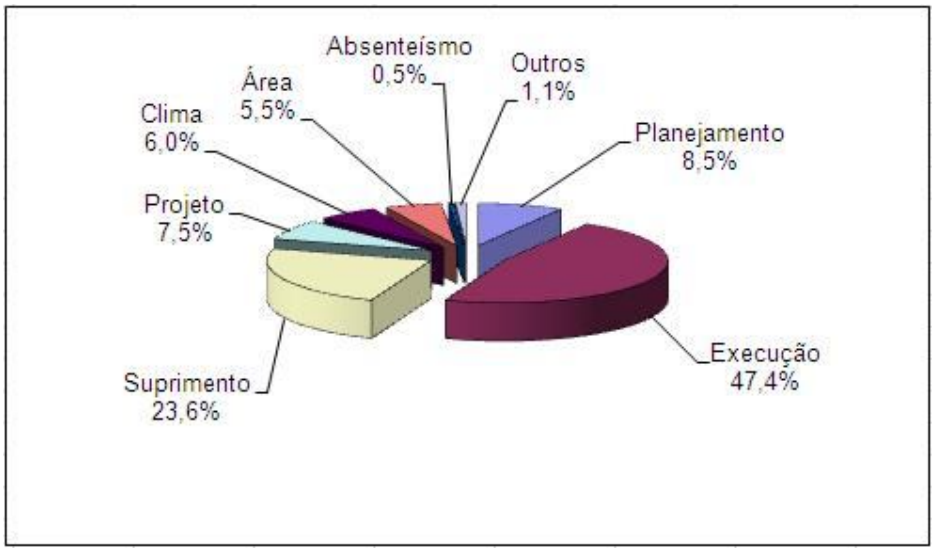


Figura 2.6: Exemplo de registros da Causas de não cumprimento

Os indicadores resultantes do controle da unidade de produção - causas da não conclusão dos pacotes de trabalho das atividades e PPC – podem ser descritos em um relatório de controle, possibilitando a análise do processo de planejamento e controle da produção (BERNARDES, 2001). A análise da evolução desses indicadores pode ser utilizada para avaliar a estabilidade do sistema da produção, segundo Ballard e Howell (1998), isto pode ser feito por meio de um gráfico que contabiliza o PPC devido a problemas com origem predominantemente interna ao processo e o percentual das causas externas. Os problemas internos geralmente estão relacionados à falha na definição dos próprios planos e os externos, podem dizer respeito às condições adversas do tempo, por exemplo. Desta forma, essa distinção é uma simplificação que busca a melhoria do processo nas falhas que podem ser mais facilmente eliminadas. Ao longo da evolução, a tendência é que as causas com origem interna ao processo diminuam, devido ao aumento da qualidade dos planos produzidos decorrentes da aprendizagem e, sobretudo, pela atuação junto às causas raiz (BALLARD; HOWELL, 1998).

Os problemas externos, por sua vez, por serem mais difíceis de serem eliminados tendem a aumentar proporcionalmente quando comparado aos internos (BALLARD; HOWELL, 1998). Uma forma possível de atenuar também os efeitos nocivos dos problemas de origem externa é a definição das tarefas reservas (BERNARDES, 2001). Entre as razões de não cumprimento, é possível encontrar os seguintes motivos, como citado em (BALLARD, 2000):

a) Falhas no sistema de informação disponível para o *Last Planner*®;

b) Falha no critério qualitativo de aplicação do pacote de trabalho (muito trabalho planejado);

c) Falha na coordenação e na divisão das tarefas;

d) Mudanças de prioridades de tarefas repentinas durante a semana;

e) Erros de projeto (atrasos de entregas, informações conflitantes, não compatibilização).

Tais motivos fornecem os dados iniciais necessários para analisar a melhoria do PPC e, conseqüentemente, aperfeiçoar o desempenho do planejamento.

2.5.5 ÍNDICE DE REMOÇÃO DE RESTRIÇÕES (IRR)

O objetivo deste indicador é verificar o grau de remoção de restrições (aquisição de materiais, equipamentos e ferramentas; definições de projeto; liberação de áreas; contratação de mão de obra, entre outras). A seguir está apresentada a relação para cálculo do IRR.

$$IRR = \frac{\text{Número de restrições removidas}}{\text{Número total de restrições planejadas}} \qquad \text{(Equação 2.2)}$$

Esta tarefa é desempenhada pela gerência da obra e identificada no planejamento de médio prazo.

2.5.6 TRANSFORMAÇÃO DE AF E DP

Como se pode observar AF e DP, cada um possui dois registros (previsto e realizado), sendo que AF é expresso em percentual e DP em dias. Desta forma, para que as análises propostas por esse trabalho pudessem ser realizadas, foi necessário fazer uma transformação destas variáveis. Buscou-se fazer a transformação de forma que fossem obtidas medidas de variações expressas em percentual, que facilitem o monitoramento das diferenças entre o previsto e o realizado. Desta forma, torna-se possível o acompanhamento periódico desses dados. Essa variação também é denominada de desvio padronizado.

A variação do Avanço Físico foi calculada pela seguinte equação:

$$AF = \frac{\left(AF_{\mathrm{Re}\,al} - AF_{\mathrm{Pr}\,evisto}\right)}{AF_{\mathrm{Pr}\,evisto}} \qquad \text{(Equação 2.3)}$$

Se o percentual da variação é positivo, significa que o empreendimento está adiantado em relação ao planejado. Se o valor for negativo, indica que o mesmo está atrasado em relação ao planejado. Valores iguais a zero indicam um desempenho igual ao planejado.

A variação dos prazos foi calculada através da fórmula (COSTA, 2005):

$$DP = \frac{\left(DP_{\mathrm{Re}\,al} - DP_{\mathrm{Pr}\,evisto}\right)}{DP_{\mathrm{Pr}\,avisto}} \qquad \text{(Equação 2.4)}$$

Se o percentual da variação é positivo, significa que o empreendimento será concluído num prazo superior ao planejado. Se o valor for negativo, indica que o empreendimento será concluído num prazo inferior ao planejado. Valores iguais a zero indicam um desempenho igual ao planejado.

2.6 INDICADOR DE BOAS PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO (IBPP)

Esse indicador foi inicialmente denominado como “Indicador de eficácia da implementação” do modelo PCP proposto por Bernardes (2001). O referido autor propôs 14 práticas e através da atribuição de notas a essas práticas pode-se chegar a um valor de eficácia da implementação do sistema de PCP, medido em porcentagem. As notas devem ser atribuídas da seguinte forma: (a) peso 1 (um), para práticas utilizadas de maneira integral; (b) peso 0,5, para práticas utilizadas de maneira parcial pela empresa; e (c) peso 0 (zero), para práticas não utilizadas. A proposta do conjunto de práticas associadas ao PCP foi resultado de discussões de um grupo de pesquisadores e de fundamentações teóricas.

No trabalho em que foi proposto esse indicador, Bernardes (2001) aplicou a lista de verificação em 10 empresas nas cidades de Porto Alegre, Canoas e Santa Maria, entre os anos de 1996 e 1999, tendo como objetivo avaliar o grau de implementação de sistemas de planejamento e controle da produção.

Algumas das práticas propostas foram baseadas em bibliografias sobre construção enxuta, por exemplo, as que se referem às restrições (BALLARD, 2000); dispositivos visuais (KOSKELA,1992); programação de tarefas reservas (BALLARD; HOWELL, 1997b). Outras

práticas são originadas do processo de planejamento tradicional, como por exemplo, monitoramento do Avanço Físico e Desvio de Prazo.

Soares (2003) analisou o sistema de planejamento e controle de uma empresa construtora de Porto Alegre, após a estabilização do mesmo. Essa análise foi feita com base nas 14 práticas propostas por Bernardes (2001). O autor analisou um grupo de 15 empreendimentos da empresa a fim de contribuir para o sucesso do sistema de planejamento e controle da mesma utilizando-se do PPC, das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho das tarefas, do IBPPCP, bem como entrevistas com diretores, clientes e engenheiros. Uma das principais conclusões foi que a identificação das 14 práticas e o cálculo da eficácia de implementação das mesmas teve um efeito positivo na implementação do sistema de PCP e que esse indicador pode ser usado para orientar a implementação desses sistemas, bem como para avaliar sua eficácia (SOARES, 2003).

Bulhões e Formoso (2005) desenvolveram um trabalho no estado da Bahia em que aplicaram a lista de verificação de boas práticas de planejamento proposta por Bernardes (2001) com alguns ajustes para se adaptar ao processo de implementação realizado naquele estudo.

Moura (2008) utilizou em seu trabalho uma lista de verificação de boas práticas de planejamento, adaptada da lista original de Bernardes (2001). Neste caso, foram acrescentadas mais duas práticas. Esta lista foi aplicada em 31 obras de uma empresa.

Como mencionado, os trabalhos citados possuem relação direta com o de Bernardes (2001), acrescidos de práticas que se adequassem ao processo de planejamento das empresas estudadas por estes autores. Assim, a definição das boas práticas de planejamento para cada pesquisa depende da sistemática do processo a ser estudado.

Para Bernardes (2001) as práticas devem ser definidas com o intuito de analisar a implementação do modelo proposto por ele. Ou, podem-se concluir também, as práticas devem estar de acordo com o modelo de planejamento a ser analisado.

Assim, na presente pesquisa, também foi realizada uma adaptação para que o conjunto de práticas pudesse ser aplicado para avaliação do sistema PCP da empresa estudada, a ser descrito no capítulo 4. Foi levada em consideração a sistemática da empresa e a estratégia dessa pesquisa. Buscou-se adotar um conjunto de práticas fáceis de serem evidenciadas por meio de análise de arquivos, entre eles: plano dos empreendimentos, atas de reunião e relatórios mensais.

Como forma de ilustrar a evolução das boas práticas, foi elaborada uma tabela de comparação entre as referências citadas. A lista utilizada por cada um dos autores citados

anteriormente está na tabela a seguir, ao lado da lista original proposta por Bernardes (2001) e utilizada também por Soares (2003). Na quarta coluna da tabela 2.1 é apresentada a lista de boas práticas adotada nesta presente pesquisa. Procurou-se relacionar as práticas entre si, mesmo que terminologicamente diferentes. Quando não era possível esta relação, optou-se por criar mais uma prática na tabela. A numeração das boas práticas sugerida segue a estrutura de análise de dados que será apresentada no capítulo 5.

Tabela 2.1: Lista de boas práticas de PCP

Bernardes (2001) Soares (2003)	Bulhões e Formoso (2005)	Moura (2008)	BP adotadas nesta pesquisa
Padronização do PCP	Formalização do processo de PCP	O PCP é padronizado (planilhas padronizadas, reuniões em horário fixo, etc.)?	X
Hierarquização do planejamento	X	O planejamento é hierarquizado (os planos são detalhados de acordo com o nível de incerteza)?	X
Análise e avaliação qualitativa dos processos	Análise crítica do conjunto de dados	É realizada análise qualitativa e quantitativa dos processos (observações de campo, fotografias, etc) para reduzir perdas?	X
Análise dos fluxos físicos	Planejamento e controle dos fluxos físicos	Os fluxos físicos são analisados (através de LDs)?	X
Análise das restrições	Inclusão no plano de curto prazo de pacotes de trabalho sem restrições	É realizado o processo de análise e remoção de restrições?	BP-3: Identificação de restrições
X	X	X	BP-4: Definição de responsável para remoção de restrições
X	Remoção sistemática das restrições	X	BP-5: Controle de remoção de restrições
Utilização de dispositivos visuais	Utilização de dispositivos visuais para disseminar as informações no canteiro	São utilizados dispositivos de análise visual?	X

Tabela 2.1: Lista de boas práticas de PCP (continuação)

Bernardes (2001) Soares (2003)	Bulhões e Formoso (2005)	Moura (2008)	BP adotadas nesta pesquisa
Formalização do planejamento de curto prazo	Rotinização das reuniões de curto prazo	O planejamento de curto prazo é formalizado?	BP-11: Rotinização das reuniões
Especificação detalhada das tarefas	Definição correta dos pacotes de trabalho	Os pacotes de trabalho são bem definidos (ação, elemento e local)?	X
X	X	X	BP-8: Definição de equipes para realização das atividades
X	X	X	BP-6: Definição de responsável para realização das atividades
Programação de tarefas reservas	Programação de tarefas suplentes	São programadas tarefas reservas?	BP-7: Programação de atividades suplentes
Tomada de decisões participativas	Tomada de decisão participativa nas reuniões de curto prazo	A tomada de decisão é participativa? Os mestres e principais fornecedores participam das decisões?	BP-12: Reunião participativa
Utilização do PPC e identificação das causas dos problemas	X	É utilizado o PPC e a identificação das causas dos problemas para a tomada de decisão? Os principais intervenientes (fornecedores e equipes de produção) têm acesso?	BP-13: Finalidade da coleta do PPC

Tabela 2.1: Lista de boas práticas de PCP (continuação)

Bernardes (2001) Soares (2003)	Bulhões e Formoso (2005)	Moura (2008)	BP adotadas nesta pesquisa
X	X	X	BP-10: Identificação das causas de não cumprimento
Utilização de sistemas de indicadores de desempenho	Utilização de indicador para avaliar o cumprimento de prazo da obra	São utilizados indicadores de desempenho?	BP-9: Avaliação da qualidade do plano semanal (medição do PPC)
X	X	X	BP-1: Monitoramento mensal do percentual de avanço físico
X	X	X	BP-2: Monitoramento do andamento da obra em relação ao prazo inicial
Realização de ações corretivas a partir das causas dos problemas	Realização de ações corretivas a partir das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos planos	São realizadas ações corretivas através das causas dos problemas? É utilizada a técnica dos 5 por quês?	BP-14: Incremento do PPC evidenciando tomada de ações corretivas
Realização de reuniões para difusão das informações	Elaboração de um plano de longo prazo transparente	São realizadas reuniões para difusão de informações? Os planos são divulgados as equipes de produção?	X
X	Atualização sistemática do plano mestre para refletir o andamento da obra	X	X
X	Rotinização do planejamento de médio prazo	X	X

Tabela 2.1: Lista de boas práticas de PCP (continuação)

Bernardes (2001) Soares (2003)	Bulhões e Formoso (2005)	Moura (2008)	BP adotadas nesta pesquisa
X	X	Os processos chaves (gargalos da obra) são identificados? Estes processos são analisados mais profundamente (por exemplo, com linha de balanço, sincronia fábrica-obra,prototipagem, etc.)?	X
X	X	É utilizado um plano de ataque a obra (Zonas de trabalho, seqüenciamento de execução, sistemas de transporte, estratégia de entrega, acessos a obra, etc.)?	X

Com base na teoria estudada, o conjunto de boas práticas (BP) adotado nesta pesquisa foi dividido em três grupos, considerando :

Verificação de prazo – Monitoramento das metas a serem alcançadas:

BP-1: Monitoramento mensal do percentual de avanço físico;

BP-2: Monitoramento do andamento da obra em relação ao prazo inicial;

Médio prazo - Definição dos meios necessários para obtenção dos resultados esperados:

BP-3: Identificação de restrições;

BP-4: Definição de responsável para remoção de restrições;

BP-5: Controle de remoção de restrições;

BP-6: Definição de responsável para realização das atividades;

Curto prazo - Decisões tomadas em curto espaço de tempo:

BP-7: Programação de atividades suplentes;

BP-8: Definição de equipes para realização das atividades;

BP-9: Avaliação da qualidade do plano semanal (medição do PPC);

BP-10: Identificação das causas de não cumprimento;

BP-11: Rotinização das reuniões;

BP-12: Reunião Participativa;

BP-13: Finalidade da coleta do PPC;

BP-14: Incremento do PPC evidenciando tomada de ações corretivas.

A seguir são explicadas estas práticas adotadas em cada um destes três grupos.

2.6.1 IBP PARA VERIFICAÇÃO DO PRAZO DA OBRA

O Índice de Boas Práticas para Verificação do Prazo da Obra (IBPVP) é composto por duas práticas:

- BP-1: Monitoramento mensal do percentual de avanço físico;
- BP-2: Monitoramento do andamento da obra em relação ao prazo inicial.

O valor de IBPVP é dado pela média entre a nota das duas práticas.

2.6.2 IBP DO PLANO DE MÉDIO PRAZO

O Índice de Boas Práticas para Plano de Médio Prazo (IBPPMP) teve por objetivo avaliar o processo de planejamento de médio prazo adotado em cada obra desta pesquisa. Para a realização da avaliação, foram buscadas algumas evidências de práticas consideradas como importantes para uma realização de um planejamento de médio prazo bem sucedido. O cálculo deste indicador é feito através da média das práticas descritas a seguir que compõem este grupo.

2.6.2.1 BP-3: IDENTIFICAÇÃO DE RESTRIÇÕES

Após a realização do processo de triagem, os pacotes de trabalho podem ser submetidos a uma análise de restrições (BALLARD, 2000). São alguns exemplos de fontes de restrições: cláusulas contratuais, projeto inacabado, processo de aprovação de projetos, não disponibilidade de recursos, problemas na execução de pacotes predecessores aquele que está sendo planejado, dentre outras.

2.6.2.2 BP-4: DEFINIÇÃO DE RESPONSÁVEL PARA REMOÇÃO DE RESTRIÇÕES

Uma das razões para o não cumprimento das metas fixadas no plano de curto prazo está na não remoção de algumas das restrições supracitadas (BALLARD, 2000). Por isso, a importância da definição de responsáveis por essa atividade, visto que o processo de análise de restrições possibilita o aumento da continuidade das operações no canteiro e a conseqüente melhoria de eficácia do planejamento. Porém, durante a análise, os responsáveis por este processo devem ter conhecimento do desempenho real do sistema de produção, bem como tenham identificado as causas dos principais problemas existentes na obra.

2.6.2.3 BP-5: CONTROLE DE REMOÇÃO DE RESTRIÇÕES

O cálculo de índice de remoção de restrições (IRR), proposto por Codinhoto (2003), mede a eficácia da remoção das restrições do planejamento de médio prazo. O cálculo do IRR permite identificar as falhas na remoção de restrições, bem como agir sobre as mesmas, gerando um aprendizado a fim de evitar repetições.

2.6.2.4 BP-6: DEFINIÇÃO DE RESPONSÁVEL PARA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Além da definição das atividades, buscou-se identificar evidências quanto à definição de um responsável pela realização destas atividades.

2.6.3 IBP DO PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO

Este indicador teve por objetivo avaliar o processo de planejamento de curto prazo adotado em cada obra desta pesquisa. Para a realização da avaliação, foram buscadas algumas evidências de práticas consideradas como importantes para uma realização de um planejamento de curto prazo bem sucedido. O cálculo deste indicador é realizado por meio da média entre as práticas que compõem este grupo. A seguir estas práticas serão apresentadas.

2.6.3.1 BP-7: PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES SUPLENTES

O estabelecimento de tarefas suplentes confere um caráter contigencial ao plano de curto prazo, cujos objetivos principais residem na absorção dos efeitos da incerteza existentes no ambiente produtivo (BALLARD e HOWELL, 1997a). Nesse sentido, caso haja alguma interferência no fluxo de trabalhos no canteiro, deve-se procurar deslocar as equipes afetadas para outros serviços prioritários.

2.6.3.2 BP-8: DEFINIÇÃO DE EQUIPES PARA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Os pacotes de trabalho devem estar claramente especificados, de forma a se tornar possível a identificação da equipe de produção. Assim, é possível coordenar as equipes e identificar o término do trabalho ao final da semana (BALLARD; HOWELL, 1998).

2.6.3.3 BP-9: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PLANO SEMANAL (PPC)

A utilização do PPC e a identificação das causas dos problemas são práticas cuja utilização deve ocorrer de forma conjunta. Isto pode ser explicado porque são através das ações realizadas para minorá-los que se pode reduzir a variabilidade no processo de planejamento. Nesse caso, o acompanhamento da variabilidade do PPC indica se as ações realizadas para minimização ou eliminação de tais problemas estão surtindo efeito (BERNARDES, 2001).

Este indicador foi mensurado da seguinte forma:

- no caso de haver registro de PPC em todos os casos do empreendimento atribuía-se a nota 1 (um);

- no caso de registros parciais do PPC, a nota adotada era 0,5 (meio);

- e quando não havia registro do PPC, o valor era 0 (zero).

2.6.3.4 BP-10: IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE NÃO-CUMPRIMENTO

A importância desta prática está explicada no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

2.6.3.5 BP-11: ROTINIZAÇÃO DAS REUNIÕES

Essas reuniões são destinadas à difusão de informações, que abranjam alterações na forma de execução dos serviços por solicitação do cliente, ou ainda, problemas não previstos na execução dos serviços, dentro da semana para qual o plano é válido. Contudo, pode-se aproveitar a realização da reunião de discussão das metas para difundir as informações supracitadas. A reunião pode ser realizada com os mesmos participantes daquela destinada à discussão do plano de curto prazo, sendo solicitada pelos encarregados das equipes, pelos mestres-de-obras ou, ainda, pelo engenheiro responsável (BERNARDES, 2001).

Este autor, afirma que com a realização dessas reuniões torna-se mais fácil alcançar os resultados almejados visto que os participantes da reunião passam a ser informados com clareza sobre o que deve ser feito. Também são informadas as fontes de problemas que precisam ser atacadas para que a execução das metas fixadas não seja comprometida.

2.6.3.6 BP-12: REUNIÃO PARTICIPATIVA

Normalmente, para o planejamento, a tomada de decisão participativa ocorre através da análise dos indicadores de planejamento e de produção em reuniões específicas ou durante a discussão consensual das metas do plano (OLIVEIRA, 1999).

A necessidade da tomada de decisão participativa pode instigar os funcionários envolvidos a identificarem formas possíveis de melhorarem o desempenho global dos processos, bem como minorar a incidência de retrabalho e interferências entre equipes de

produção. Essas ações tendem a facilitar a obtenção de comprometimento das equipes de produção com as metas dos planos, já que os próprios representantes das equipes negociam com a gerência da obra formas viáveis para se executar os serviços (BERNARDES, 2001).

Uma vez que a decisão discutida por todos foi implementada, verifica-se que os funcionários envolvidos no planejamento podem aprender com seus efeitos. Nesse caso, como a comunicação entre os vários participantes aumenta devido às reuniões de discussão das metas, os trabalhos tendem a ser desenvolvidos mais em sintonia uns com os outros (LAUFER *et al.*, 1992).

2.6.3.7 BP-13: FINALIDADE DA COLETA DO PPC

A empresa de planejamento estudada nesta pesquisa presta serviço para dois tipos de empresas. Algumas utilizam o PPC para gerenciamento de produção (para estes casos foi dada nota igual a 1,0), outras utilizam o PPC como indicador de monitoramento da obra (para estes casos foi dada a nota igual a 0,5).

2.6.3.8 BP-14: REALIZAÇÃO DE AÇÕES CORRETIVAS E ANÁLISE CRÍTICA DOS DADOS

Essa prática ocorre na medida em que a variabilidade do PPC vai sendo minorada pelo efeito das ações realizadas, através da análise dos problemas que causam alguma interferência na produção. Por sua vez, a redução da variabilidade neste indicador ocorre na medida em que os responsáveis pelo plano de curto prazo têm uma noção mais precisa da capacidade de produção de seus recursos (BALLARD, 1999).

Nesse sentido, nos estágios iniciais de desenvolvimento dos processos produtivos, quando não se tem um conhecimento preciso da capacidade produtiva real das equipes de trabalho, pode-se reduzir o tamanho das tarefas a patamares inferiores ao ritmo médio previsto (BALLARD, 1999). De acordo com Bernardes (2001), essa ação pode facilitar a identificação de melhorias nos fluxos de trabalho estabelecidos ou, em último caso, pode indicar a necessidade da disponibilização de recursos adicionais para que o ritmo de produção cumpra o planejado.

Assim, na medida em que o planejamento é desenvolvido através de dados coletados no canteiro, o mesmo se torna mais confiável (BALLARD, 1999). Com o aumento

da confiabilidade pode-se aumentar o tamanho dos pacotes planejados a patamares próximos ao ritmo de trabalho médio (BERNARDES, 2001).

Após a atribuição de nota para cada uma destas práticas, pode-se obter o valor de IBPP. Neste estudo, este valor é dado pela média entre as 14 boas práticas.

De tudo que foi exposto neste capítulo, pode-se afirmar que o processo de planejamento evolui a partir da consideração de novas abordagens de gestão, como a construção enxuta. O processo de planejamento nem sempre é valorizado e controlado para obter indicadores que sirvam para retroalimentação do mesmo e auxiliem na tomada de decisões para implantação de ações corretivas.

Por isso, torna-se importante que as empresas implantem, além de um processo eficaz de planejamento, uma sistemática de acompanhamento por meio de um sistema de medição de indicadores. A avaliação das boas práticas de planejamento pode ser considerada como uma estratégia que visa fornecer informações para melhoria do desempenho da empresa. Esta abordagem será considerada na análise realizada no estudo de caso.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O presente capítulo descreve a estratégia de pesquisa selecionada, o delineamento da pesquisa e as etapas do desenvolvimento do trabalho.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Este trabalho foi realizado a partir de uma série de variáveis referentes ao processo de planejamento e controle de produção, fornecidas por uma empresa de consultoria e planejamento. Desta forma, contando com a existência de um banco de dados disponível para ser analisado, a estratégia de pesquisa utilizada foi análise de arquivos.

Segundo Yin (2001), a análise de arquivos é vantajosa quando se procura descrever a incidência ou predominância de um fenômeno através de análises estatísticas. Vale ressaltar, também, que para este estudo não é exigido controle sobre eventos comportamentais (como acontece em um experimento) e o foco é sobre acontecimentos passados. Essas são outras duas características da estratégia de análise de arquivos indicadas por Yin (2001).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

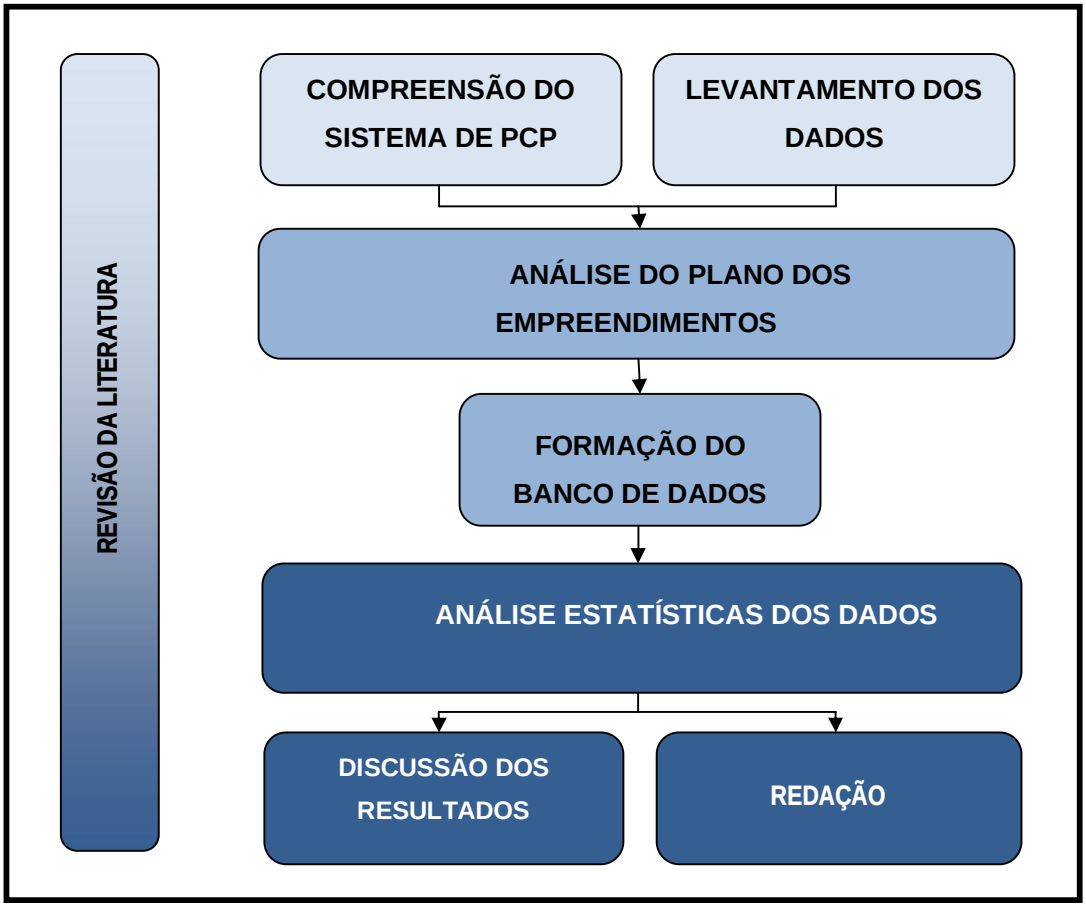


Figura 3.1: Delineamento da pesquisa

O trabalho começou com o acompanhamento de reuniões de comprometimento dos planos e após a análise de relatórios e conversas com consultores da empresa, foi possível compreender o processo de planejamento e controle de produção da empresa de consultoria. Então, foi realizado um levantamento dos dados fornecidos pela empresa, tendo como objetivo a verificação da potencialidade dos mesmos para realização da pesquisa. Após esta verificação, os indicadores foram organizados em uma base de dados única. Com o banco de dados montado decidiu-se trabalhar com todos os indicadores fornecidos. Além dos indicadores foram consideradas outras variáveis obtidas por meio da avaliação da eficácia dos planos, por meio da verificação da adoção de boas práticas no sistema de planejamento. Com base nas variáveis disponíveis foram formuladas as hipóteses, que serão apresentadas a seguir. Então, os dados foram analisados através de técnicas estatísticas. Desta forma, chegou-se aos resultados. Por fim, partiu-se para a fase de redação da dissertação. Paralelamente a todo esse processo foi realizada a revisão

bibliográfica. A seguir cada uma dessas fases serão descritas com mais detalhes para facilitar o entendimento da realização da pesquisa.

3.2.1 COMPREENSÃO DO SISTEMA DE PCP

Inicialmente, foram realizadas duas visitas de acompanhamento do processo de planejamento e controle numa mesma obra. Durante essas visitas, foi possível acompanhar reuniões para comprometimento dos planos de curto prazo e de tomada de decisões. A freqüência dessas reuniões varia de acordo com a obra, podendo ser mensal ou quinzenal. Para garantir uma melhor compreensão do processo de planejamento e controle de produção adotado pela empresa estudada, foram analisados relatórios e atas de reunião. Ao longo da pesquisa foram realizadas entrevistas com consultores da empresa para esclarecimento de dúvidas sobre o processo.

Na primeira reunião no canteiro (17/08/09) foram registradas as principais informações e serviços da obra acontecidos até aquela data, para que a empresa realizasse posteriormente a elaboração do relatório de acompanhamento mensal. Uma das funções deste relatório é avaliar o processo de planejamento e controle da produção, por meio de indicadores, como: Desvio de Prazo (DP), Avanço Físico (AF%), Desvio de Custo (IDC), Percentual da Programação Concluída (PPC), Análise de causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos planos e Indicador de Remoção de Restrições (IRR). Após essa reunião foi possível entender como são coletadas as informações durante a execução do empreendimento e como são determinados cada um destes indicadores.

Na segunda reunião, em 28/08/2009**,** além de serem registradas as principais informações e serviços da obra acontecidos até aquela data, verificou-se se as metas determinadas na reunião anterior haviam sido atendidas. Na reunião anterior a principal recomendação foi eliminar as restrições referentes às aquisições de serviços e materiais, o que tinha sido providenciado de forma satisfatória. Neste dia, pôde-se ainda realizar uma visita na obra, para garantir um melhor entendimento do plano de ataque adotado. Vale ressaltar, que os registros da obra visitada não fazem parte do banco de dados utilizado nesta pesquisa.

Num segundo momento (23/10/09), a empresa de planejamento forneceu arquivos de algumas obras, os quais foram organizados em um banco de dados para facilitar a análise da potencialidade dos mesmos para fins acadêmicos.

Com o banco de dados montado, foram definidas as questões e os objetivos de pesquisa. Em seguida, foi realizada a avaliação do processo de planejamento das obras

tendo como base uma lista de verificação de boas práticas de planejamento, descritas no capítulo anterior. Logo após, realizou-se o tratamento dos dados em software estatístico, no qual foram analisados os resultados.

O software adotado chama-se SPSS18 (*Statistical Package for the Social Sciences*) que permite a realização de cálculos estatísticos complexos, visualização de resultados, de forma rápida permitindo assim uma apresentação e uma interpretação sucinta dos resultados obtidos.

3.2.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Com o intuito de facilitar a organização e o acesso dos arquivos durante a pesquisa, para cada um dos empreendimentos, buscou-se identificar e selecionar os seguintes elementos:

- Plano de ataque;
- Atas de reunião;
- Gráfico de Gantt (gerados pelo programa MS Project);
- Relatórios mensais;
- Planilha de acompanhamento e monitoramento do planejamento contendo os gráficos referentes aos seguintes indicadores: Avanço Físico (AF%); Desvio de Prazo (DP); Percentual de Planejamento concluído (PPC); Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho; Índice de Remoção de Restrições (IRR).

Durante o levantamento de dados, foram utilizados registros de 20 empresas (construtoras ou incorporadoras), totalizando 44 empreendimentos. O período de execução das obras estudadas variou entre os anos de 2000 e 2010. Como o objetivo inicial desta pesquisa era buscar correlação entre os indicadores, foram selecionados os empreendimentos que possuíam registros de, pelo menos, dois indicadores. Assim, seria possível analisar a correlação entre eles. Então, considerou-se que em apenas 33 empreendimentos de 15 empresas havia dados suficientes para que pudessem ser utilizados nesse trabalho. Posteriormente, surgiu a oportunidade de avaliar a adoção de boas práticas dos planos. Esta avaliação foi realizada nos 33 planos selecionados inicialmente.

3.2.3 ANÁLISE DOS PLANOS DOS EMPREENDIMENTOS

Nesta etapa, foi realizada a análise dos planos dos 33 empreendimentos, tendo como base uma lista para verificação das boas práticas, adaptada de Bernardes (2001). Esta análise foi realizada por meio da busca de evidência da adoção das práticas no plano dos empreendimentos; algumas práticas não puderam ser evidenciadas no plano, assim buscou-se verificá-las por meio de atas de reunião ou entrevista com consultores.

3.2.4 FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Nesta etapa, a partir dos dados fornecidos pela empresa, foi montado um banco de dados composto pelas 15 empresas e respectivas 33 obras, totalizando 373 casos. Neste trabalho, pode-se entender um caso como o registro de dados coletados durante a reunião de planejamento. Essa etapa contou com a ajuda de pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Estatística da UFPa e da UFSCar, para definição do software estatístico a ser utilizado.

Os dados foram organizados em um arquivo único do Microsoft Excel (tipo “xls”). Os registros foram transpostos de linhas para colunas, de forma que para cada caso todos os dados ficassem representados em apenas uma linha na planilha. Levando em consideração que das 44 obras, 16 foram utilizadas como estudos de caso por Akkari (2009)[4], procurou-se preservar a codificação utilizada pela autora. As demais obras foram codificadas seguindo o mesmo critério. Letras de A a T identificam a empresa, a numeração após a letra identifica a obra da respectiva empresa, seguida da numeração do caso. Por exemplo: H10.14, lendo de trás para frente, entende-se que os registros desta linha correspondem ao caso 14, da obra 10, da empresa H.

Para cada caso, buscou-se identificar as seguintes variáveis para formação do banco de dados: AF - Avanço Físico previsto e real, DP - Desvio de Prazo previsto e real, PPC - Percentual do Planejamento Concluído, CNC - Causa de não cumprimento (Execução, Projeto, Suprimento, Liberação, Planejamento, Absenteísmo, Chuva, Financeiro e Outros), IRR - Índice de Remoção de Restrição previsto e real.

Estes indicadores foram utilizados pela empresa de consultoria em planejamento e a maioria destes indicadores vem sendo utilizados tanto na indústria como em trabalhos

---

[4] Por meio destes estudos de caso, a autora propôs um método de nivelamento de recursos desenvolvido com o emprego de princípios da Theory of Constraints (TOC).

acadêmicos, então, decidiu-se estudar todos os indicadores. O PPC, por exemplo, tem sido bastante disseminado na indústria da construção. Desta forma, existem dados que podem ser utilizados como comparação.

O banco de dados completo ficou composto pelas seguintes variáveis, na seguinte ordem:

- Codificação da empresa;
- Codificação da obra/número do caso;
- Data do registro;
- Tipo de empresa (Incorporação, Construção),
- Tipo de empreendimento (Condomínio Vertical/Horizontal Residencial ou Obra Pública);
- Avanço Físico (variação);
- Desvio de Prazo (variação);
- Índice de Remoção de Restrição (IRR);
- Percentual do Planejamento Concluído (PPC);
- Causa de não cumprimento – Totalizando 9 colunas (Execução, Projeto, Suprimento, Liberação, Planejamento, Abssentísmo, Chuva, Financeiro e Outros);
- Índice de Boas Práticas de Planejamento (IBPP);
- Tempo de acompanhamento (registros) em relação à duração da obra.

Estas variáveis foram inseridas em uma planilha eletrônica e exportadas para o software de análise estatística.

3.2.5 ESCOLHA DAS HIPÓTESES

As hipóteses definidas para o presente trabalho, relacionadas aos indicadores citados, são as seguintes:

i. Há variação do Indicador de Boas Práticas de Planejamento de acordo com o tipo de empresa (Incorporadora ou Construtora);

ii. O indicador de Boas Práticas de Planejamento impacta na eficácia do planejamento, medida pelo PCC;

iii. A eficácia do planejamento medida pelo PCC impacta no desempenho do empreendimento, em termo de prazo;

iv. Há variação dos indicadores de gestão de produção de acordo com o tipo de empreendimento e tipo de empresa.

3.2.6 CARACTERIZAÇÃO DA BASE DE DADOS

No início dessa etapa exportou-se o banco de dados completo para o software SPSS18 e fez-se a devida caracterização das variáveis no programa.

O primeiro passo dessa etapa foi fazer uma transformação das variáveis para que todas ficassem na mesma escala a fim de que pudessem ser realizadas as análises, conforme foi mostrado no item 2.5.6.

Na

Tabela 3.1 é apresentada a quantidade de dados para cada uma das variáveis citadas. Para cada caso (mês de uma obra) existe pelo menos dois dos indicadores citados.

Tabela 3.1: Caracterização da base de dados

Variáveis	Dados válidos	Dados faltantes
Nº. Obras	33	-
Casos	373	-
AF	372	1
DP	301	72
IRR	215	158
PPC	224	149
CNC	373	-
IBPP	373	-

Em cada caso, para as variáveis que não possuíam registros disponíveis, caracterizou-se um registro faltante. O indicador que teve o menor número de registros válidos foi o IRR, enquanto que a medida com maior número de registros válidos foi AF.

A seguir, a Tabela 3.2 mostra cada uma das variáveis do banco de dados e sua classificação quanto ao tipo, bem como a escala final utilizada nas análises.

Tabela 3.2: Variáveis quanto ao tipo e escala

Variáveis	Tipo	Escala
Empresa	Categórica	-
Obra/Caso	Categórica	-
Tipo de empreendimento	Categórica	-
AF	Métrica	[-1;1]
DP	Métrica	[-1;1]
IRR	Métrica	[-1;1]
PPC	Métrica	[0;1]
Causas	Categórica	-
IBPP	Métrica	[0;1]

3.2.6.1 TAMANHO DA AMOSTRA

Segundo Hair *et al.* (2005), o tamanho da amostra define o poder de uma análise estatística, sendo o mesmo definido como a probabilidade de rejeitar de forma correta a hipótese nula quando essa é falsa, encontrando a relação correta quando ela é existente. Os mesmos autores também afirmam que o tamanho de amostra ideal para cada estudo depende do tamanho do efeito adotado, do nível de significância e do poder desejado para tal análise. Para um tamanho de efeito moderado e um nível de significância α=0,05, para atingir o nível satisfatório de poder de 80% seria necessário um tamanho de amostra por volta de 70 casos.

No presente trabalho todas as análises obtiveram tamanho de amostra maior ou igual a 70. Nesses casos o poder da análise estatística foi maior que 80%, garantindo significância para as análises a serem apresentadas.

3.2.7 CATEGORIZAÇÃO DAS OBRAS

A principal informação a que se teve acesso foi o tipo de empreendimento e tipo de empresa. Desta forma, a primeira classificação das obras foi feita em três tipos: Edifícios Residenciais verticais, Edifícios Residenciais horizontais e Edificações públicas. As obras foram classificadas ainda, em obras de construtora e obras de incorporadora. Essas

categorizações foram definidas de acordo com as hipóteses formuladas, visto que se acredita que há diferença no comportamento dos indicadores de acordo com o tipo de empresa.

A caracterização das obras está detalhada no Capítulo 4.

3.2.8 CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Foi realizada a caracterização das variáveis quanto às medidas de tendência central e de dispersão das variáveis, por meio das estatísticas descritivas. Foram gerados gráficos para análise visual das variáveis, de forma geral. As medidas utilizadas foram: média, desvio padrão, valor mínimo, mediana, valor máximo.

Após a análise descritiva de cada variável, foi verificada a correlação entre as variáveis, de acordo com as hipóteses formuladas.

3.2.9 DEFINIÇÃO DAS ANÁLISES DE CORRELAÇÃO

A correlação avalia diretamente o grau de relacionamento entre duas variáveis (DOWNING; CLARK, 2005). Para o presente trabalho foi utilizada a Correlação de Pearson. Este coeficiente quantifica a força de associação linear entre duas variáveis, descrevendo quão bem uma linha reta se ajusta através de nuvem de pontos. Se os pontos ficam localizados exatamente sobre uma linha crescente então $r = 1$, e se ficam localizados exatamente sobre uma linha decrescente, $r = -1$.

O papel principal dessa análise é estabelecer se os resultados obtidos têm significância estatística, de acordo com limites pré-estabelecidos. Para tanto, são definidas hipóteses que descrevem as relações esperadas entre pelo menos uma variável independente e uma variável dependente. Define-se uma hipótese alternativa (H_1) que enuncia o que se pretende mostrar, esta deve ser uma proposta clara e especifica. Em seguida, define-se uma hipótese nula (H_0) que é a negação da hipótese alternativa, por isso, via de regra, é esperado que esta seja rejeitada.

A se tomar uma decisão estatística, há possibilidade de se cometer dois tipos de erro: **1)** Rejeitar a hipótese nula (H_0), quando ela é verdadeira; ou **2)** aceitar a hipótese nula (H_0), quando ela é falsa. No primeiro caso, diz-se que os valores encontrados "*são estatisticamente significativos*" e no segundo "*não são estatisticamente significativos*" (BUSSAB; MORETTIN, 1987).

Para verificar a probabilidade de cometer o segundo erro (rejeitar $\mathbf{H_0}$ quando ela é verdadeira), utiliza-se o “p-valor”. Este valor é dado pelo software estatístico, assim é possível que o mesmo seja comparado com o nível de significância escolhido e então, é tomada a decisão. Se o p-valor for menor que o nível de significância escolhido rejeita-se $\mathbf{H_0}$, caso contrário, não se pode acreditar que a relação observada entre as variáveis na amostra é um indicador confiável da relação entre as respectivas variáveis, sendo assim, se aceita $\mathbf{H_0}$. Neste trabalho o nível de significância adotado é de 5%.

Neste trabalho foi verificada a correlação das quatro variáveis principais entre si duas a duas (IRR, DP, AF e PPC). Após essa etapa partiu-se para a etapa de regressões.

3.2.10 REGRESSÃO LINEAR

A análise de regressão é uma técnica estatística que pode ser usada para descobrir a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes (HAIR *et al.*, 2005). No caso de uma única variável independente é chamada de regressão simples e para mais de uma variável independente regressão múltipla (DOWNING; CLARK, 2005). Segundo Hair *et al.* (2005), o objetivo principal é poder, através das variáveis independentes, cujos valores são conhecidos, prever o valor da variável dependente em questão.

Como resultado da regressão são atribuídos pesos para as variáveis independentes, os quais significam a contribuição relativa de cada uma das delas na predição da dependente (HAIR *et al.*, 2005). O produto de uma regressão é a chamada equação de regressão ou reta de regressão, representada pela equação a seguir:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ... + \beta_n x_n \quad \text{(Equação 3.1)}$$

onde β_0 é o intercepto e β_1, β_2, ..., β_n os coeficientes de regressão.

A avaliação da precisão dessa equação de regressão, segundo Hair *et al.* (2005) é feita por meio da soma de quadrados de erros e, por meio do método dos mínimos quadrados, é possível estimar os valores dos coeficientes de forma que a soma dos quadrados dos erros seja minimizada.

Segundo HAIR *et al.* (2005), o coeficiente de correlação (r) descreve a relação entre duas variáveis, sendo um parâmetro importante na análise de regressão, pois ele avalia a precisão da previsão. Este mesmo autor afirma que para equações com mais de uma

variável independente, o coeficiente de determinação (R^2) representa o efeito combinado de toda variável estatística da previsão. O R^2 representa a força da relação, ou seja, que porcentagem da variável dependente é explicada pelas independentes.

Após as análises, os resultados foram discutidos, com o intuito de responder as questões propostas e corroborar as hipóteses formuladas.

A definição do método de pesquisa tornou-se importante para o desenvolvimento do trabalho e alcance dos objetivos.

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo serão fornecidas informações sobre o processo de planejamento da empresa de consultoria estudada e sobre o banco de dados utilizado nesta pesquisa. Serão descritas informações sobre as empresas, as quais originaram os dados, e sobre os empreendimentos analisados. No que diz respeito aos empreendimentos serão apresentados os indicadores de gestão da produção e os indicadores de boas práticas dos mesmos. Desta forma, este capítulo tem como objetivo apresentar uma visão geral dos empreendimentos estudados, de forma a subsidiar as análises feitas no próximo capítulo.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO

O processo de planejamento dos 33 empreendimentos em questão era dividido em: longo, médio e curto prazo, controlados e elaborados com a utilização de pacote computacional MsProject®21.

O planejamento de longo prazo possui um alto grau de detalhes, são elaborados pela empresa de consultoria, com a participação do engenheiro ou responsável pela obra. As etapas para sua elaboração estão descritas a seguir:

Primeiramente é realizada a identificação e definição do escopo do empreendimento. Esta etapa contempla inicialmente o estudo do empreendimento, analisando-se as planilhas de quantitativos, composições de custo, especificações técnicas e, principalmente, os projetos. O empreendimento é dividido em zonas de trabalho e, a partir dessas, identificam-se os processos e subprocessos a serem executados, denominando-se as atividades. Com isso, obtém-se a Estrutura Analítica do Projeto (EAP).

Em seguida, é realizado o levantamento dos quantitativos com base nos projetos, planilhas e especificações. Essa etapa, em geral, é de responsabilidade de um estagiário e do engenheiro da obra. Com base nos quantitativos levantados, tomando como referência os índices de produtividade de mão de obra listados nas composições utilizadas na elaboração do orçamento da obra de cada empresa e a experiência das equipes envolvidas, são estimados as durações e os recursos (mão de obra direta) necessários para cada pacote de trabalho relacionado na EAP.

Em conjunto com o engenheiro da obra, a empresa de consultoria define a seqüência tecnológica dos serviços visualizada por meio de um fluxograma. A seqüência é estudada de acordo com as zonas pré definidas no plano de ataque da obra. O relacionamento entre as zonas também é definido nesta etapa, obtendo-se as relações de precedências entre tarefas.

Posteriormente, são definidas as tarefas predecessoras e sucessoras para cada pacote de trabalho listado na EAP. Essas ligações podem ser de quatro tipos: II (início - início), TT (término - término), TI (término - início), IT (início - término). Em seguida, a empresa de consultoria lança no programa MsProject® as predecessoras e sucessoras das atividades. Ainda nessa etapa, juntamente com o engenheiro da obra são definidas todas as restrições das atividades. São identificadas atividades de contratação de serviços, compra de materiais, locação de equipamentos, entre outras.

Após lançar na planilha base as atividades, os quantitativos, as durações, os recursos, as predecessoras, as sucessoras e as restrições, são analisadas as datas de realização das tarefas, a data final do projeto e o caminho crítico. Eventuais alterações podem ser necessárias em função das estratégias tecnológicas e empresariais. Outra análise importante é a do prazo final do empreendimento que não pode ultrapassar a data de conclusão fixada no contrato para execução da obra. Assim, pode haver a necessidade de aumentar as equipes das atividades que fazem parte do caminho crítico ou mudar o plano de ataque dessas tarefas.

No início da obra, o engenheiro recebe da empresa de consultoria em planejamento uma planilha para que sejam definidos os responsáveis pela remoção das restrições dos próximos meses e as datas limites para remoção das mesmas. Apesar da identificação e remoção das restrições ser uma característica do *Last Planner*®, como foi dito no capitulo 2, o processo de planejamento adotado pela empresa de consultoria não é um processo típico de *Last Planner*®, apenas são utilizadas algumas características desse sistema.

Os indicadores de acompanhamento da obra, financeiros ou físicos, são previstos antecipadamente e inseridos no modelo de planejamento. Após a consolidação das informações é salva a linha base de planejamento. Essa etapa do processo diverge da opinião de Ballard (2000) de que a construção civil é dinâmica e com muitas incertezas no processo e que esse planejamento não deve ser muito detalhado. A empresa de consultoria utiliza esse planejamento para orientar todo o processo de acompanhamento do desempenho do planejamento.

A empresa de consultoria realiza reuniões com as equipes de produção, planejamento local e suprimentos. No *Last Planner*® essas reuniões ocorrem

semanalmente, porém a empresa de consultoria adota periodicidade quinzenal ou mensal de acompanhamento para o controle e atualização do planejamento. Neste momento, é realizada a verificação quanto ao comprometimento das atividades previstas no planejamento de curto prazo e quanto à remoção das restrições do último período (mês ou quinzena), as quais foram identificadas no planejamento de médio prazo. As informações são registradas de forma padronizada considerando as restrições removidas, as atividades realizadas até aquela data e as causas da não conclusão dos pacotes de trabalho. Com base nestas informações, obtêm-se os indicadores necessários para análise do planejamento. Quando a análise indica tendências diferentes do que foi planejado inicialmente, dependendo da grandeza do desvio pode ser necessária a atualização da linha base do planejamento. Para finalizar a reunião, são filtradas as atividades que devem ser realizadas no curto prazo e as restrições que devem ser removidas no próximo período referentes ao médio prazo.

Ao final de cada mês, a empresa de consultoria elabora um relatório de acompanhamento, onde são apresentados indicadores, como: Desvio de Prazo (DP), Avanço Físico (AF%), Desvio de Custo (DC), Percentual da Programação Concluída (PPC), análise de Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos planos e Indicador de Remoção de Restrições (IRR), sendo os três últimos originados do *Last Planner*®. No relatório, é apresentada também uma análise crítica dos dados coletados e sugestões de ações corretivas.

A empresa de consultoria presta serviços tanto para empresas construtoras quanto para empresas incorporadoras. O processo descrito é o processo tradicional adotado para empresas construtoras que, como já foi dito, não é um típico processo do sistema *Last Planner*®. O processo adotado para empresas incorporadoras é um pouco diferente, visto que estas empresas tem como objetivo apenas verificar se o que foi planejado está sendo cumprido, tendo como base o plano de longo prazo. Então, as restrições não costumam ser identificadas, só são identificadas quando a responsabilidade da aquisição do material é da incorporadora. As reuniões de acompanhamento não contam com a participação da equipe de produção, somente engenheiro. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho são identificadas, porém não são utilizadas para tomada de ação corretiva. Como a empresa incorporadora não interfere no processo da construtora, o PPC é somente um indicador de monitoramento, não sendo utilizado para gerenciamento da produção.

4.2 DESCRIÇÃO DO BANCO DE DADOS

Os 33 empreendimentos estudados pertenciam a 15 empresas. O número de amostras encontradas no banco de dados varia de 5 a 98 casos por empresa, totalizando 373 amostras. Cada amostra corresponde a um caso, e um caso corresponde a um mês de acompanhamento do empreendimento. Na **Erro! Auto-referência de indicador não válida.**, é possível visualizar a composição do banco de dados no que se refere à quantidade de amostras por cada uma das 15 empresas.

Tabela 4.1: Quantidade de amostras por empresa

Empresa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Total
Obras	2	1	1	3	1	1	1	1	6	2	3	1	1	4	5	33
Casos	17	14	17	48	18	17	12	15	98	13	21	9	5	35	34	373
Percentual	4,6	3,8	4,6	12,9	4,8	4,6	3,2	4,0	26,3	3,5	5,6	2,4	1,3	9,4	9,1	100,0

O Gráfico 4.1 mostra a quantidade de amostras de acordo com cada uma das 33 obras.

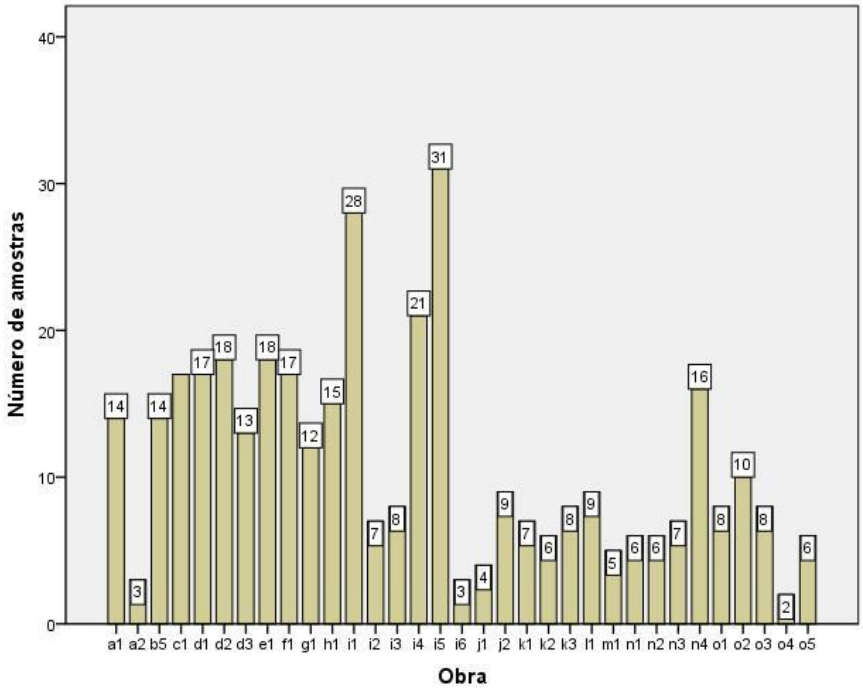


Gráfico 4.1: Quantidade de amostras por obra

Os empreendimentos foram classificados em três tipos: Edifícios Residenciais verticais, Edifícios Residenciais horizontais, e Edificações públicas. Os Edifícios Residenciais horizontais são compostos por casas unifamiliares. De acordo com essa caracterização, o banco de dados possui a seguinte composição. A Tabela 4.2 mostra que a maior parte do banco de dados é composta por Edifícios Residenciais Verticais.

Tabela 4.2: Caracterização por tipo de empreendimento

Tipologia do empreendimento	**Obras**	**Casos**	**Percentual**
Edifícios Residenciais Verticais	23	273	73,19
Edifícios Residenciais Horizontais	2	37	9,92
Edificações públicas	6	63	16,89
Total	**33**	**373**	**100,00**

A empresa pesquisada faz o acompanhamento de obras para dois tipos de empresa, como foi explicado anteriormente. As amostras que compõem o banco de dados do presente trabalho são classificadas como: 90,9% referente às empresas construtoras e 9,1% referente às empresas incorporadoras.

Tabela 4.3: Caracterização por tipo de empresa.

Tipo de empresa	**Obras**	**Casos**	**Percentual**
Construtora	28	339	90,9
Incorporadora	5	34	9,1
Total	33	373	100,0

Para que fosse possível avaliar o percentual de registros de acompanhamento dos empreendimentos, foi feita a relação entre número de meses que se têm registros do acompanhamento do planejamento e o tempo de duração total da execução do empreendimento, conforme Tabela a seguir.

Tabela 4.4: Estatística descritiva do percentual de registro dos empreendimentos

Nº. Amostras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média
373	0,12	1,00	0,72

Analisando a tabela anterior, pode-se afirmar que o empreendimento que possui menor número de registros de acompanhamento possui 12% de registros. O empreendimento que possui maior número de registros possui 100%. A média de registros dos empreendimentos estudados é de 72% do tempo de duração total das obras. Vale ressaltar que no momento em que foram coletados os dados, existiam empreendimentos ainda não concluídos e empreendimentos recém iniciados. Existiram ainda casos em que a empresa de consultoria foi contratada no final do empreendimento, o que pode justificar o valor mínimo.

4.3 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS

As empresas referentes aos empreendimentos em questão serão identificadas pelas letras (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N e O) e os empreendimentos pelos números (1, 2, 3, 4, 5 e 6). Assim os empreendimentos A1 e A2 pertencem à empresa A; B5 pertence à empresa B; C1 pertencem à empresa C; e assim sucessivamente. A seguir será apresentada cada uma das 15 empresas.

Entretanto, não foi possível obter todos os dados que caracterizassem uniformemente todas as empresas pesquisadas. Adotou-se como critério identificar o principal ramo de atuação da mesma.

As empresas A, B, C, D, E, F, G, H, I, N e O concentram suas atividades na construção de empreendimentos. Enquanto que as empresas J, K, L e M concentram suas atividades na incorporação de empreendimentos imobiliários.

4.4 DESCRIÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

A descrição dos empreendimentos será feita de forma sucinta procurando destacar os pontos que tem relação com desenvolvimento deste trabalho. Assim, serão apresentados, quando disponíveis, dados sobre: características do empreendimento, número de atividades contidas no cronograma físico (Diagrama de Gantt), número de

interdependências entre as atividades e detalhamento dos indicadores (avanço físico, desvio de prazo, percentual de planos concluídos e índice de remoção de restrições).

Para o cálculo do número de atividades foram desconsideradas as atividades resumo contidas no cronograma. Para o cálculo do número de interdependências foram consideradas as ligações identificadas na coluna de precedência. O número de atualizações dos planos foi obtido de acordo com a quantidade de registros identificados em cada empreendimento, alguns possuem atualização mensal, outros possuem atualização quinzenal. O número de amostras corresponde aos registros mensais. Para os empreendimentos que possuíam atualização quinzenal foi necessário realizar a adequação dos indicadores.

Essa adequação ocorreu da seguinte forma: para o avanço físico e desvio de prazo considerou-se o último registro do mês; para o percentual de planos concluídos e índice de remoção de restrições foi realizada a soma do número de atividades/restrições previstas e realizadas naquele mês e então foi obtido o resultado da relação entre o realizado e previsto.

Estes dados têm como objetivo apresentar uma visão geral dos empreendimentos estudados, de forma a subsidiar as análises feitas no próximo capítulo.

4.4.1 Empreendimento A1

É um empreendimento residencial, com 18 pavimentos sendo: garagem piso I, garagem piso II, área de lazer, 13 pavimentos tipos e um dúplex, com 2 apartamentos por andar. A programação foi elaborada pelo engenheiro residente no início dos serviços. Quando o empreendimento estava finalizando a concretagem do 18º pavimento da estrutura é que foi contratada a empresa de consultoria para fazer o planejamento e acompanhamento do empreendimento. Tem-se, portanto, o registro de 70% da obra. A programação totalizava 2194 atividades e 2570 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 14 amostras para o banco de dados.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, o único indicador que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento é Avanço Físico (AF), visualizado no Gráfico 4.2.

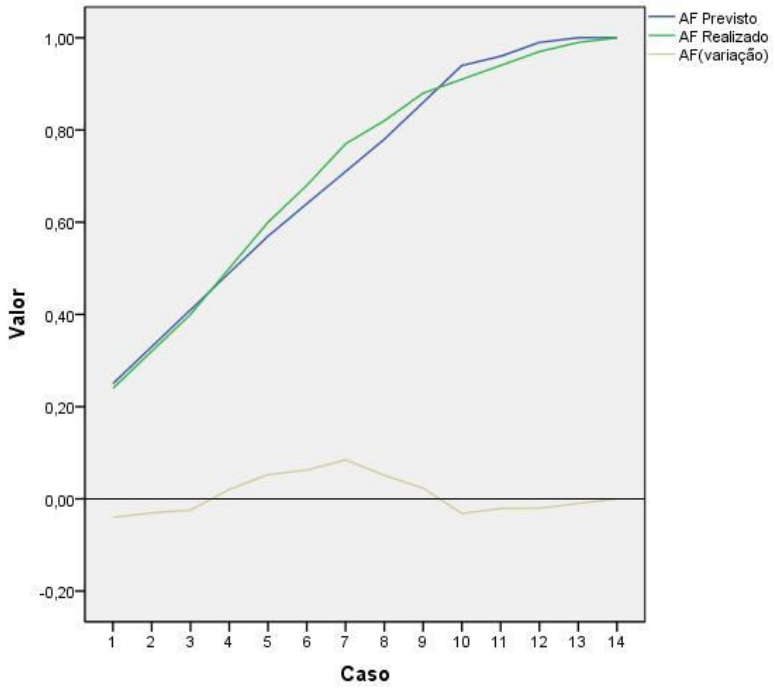


Gráfico 4.2: Avanço Físico do empreendimento A1

Como se pode observar no Gráfico 4.2, na primeira atualização foi totalizado 25% do avanço físico, pois a obra não foi acompanhada pela empresa de planejamento desde o início. De acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 4 e 9 se observa um percentual da variação positivo, mostrando que o empreendimento estava adiantado em relação ao planejado, mas durante uma parte do tempo percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Porém, na conclusão do empreendimento se observa valor igual à zero indicando um desempenho igual ao planejado.

Vale ressaltar que em apenas um mês, dos quatorze que compõem o banco de dados, foram encontradas causas da não conclusão dos pacotes de trabalho para realização das atividades. Neste mês, foram detectadas 216 causas. As causas de origem interna somaram 93,75%. As causas externas, por sua vez, somaram 6,25%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.2 Empreendimento A2

Trata-se de um empreendimento residencial, com 04 suítes, acabamento de alto luxo, 19 pavimentos (17 tipos e um dúplex), com um apartamento por andar. A programação

foi elaborada pela empresa de consultoria e pelo engenheiro residente quando o empreendimento já havia finalizado a estrutura e alguns serviços de acabamento já haviam sido executados. Foram encontrados registros de apenas 03 meses da obra, o que corresponde a 20% do tempo de duração da mesma. A programação de linha de base possui 2317 atividades com 4256 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 03 amostras para o banco de dados.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os únicos indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), visualizado no Gráfico 4.3, e Desvio de Prazo (DP).

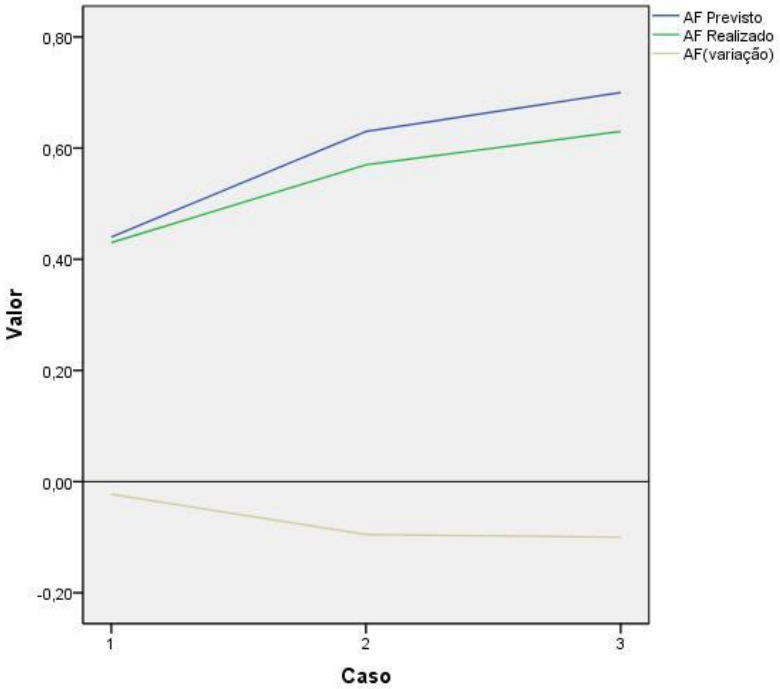


Gráfico 4.3: Avanço Físico do empreendimento A2

Como se pode observar no Gráfico 4.3, na primeira atualização foi totalizado 43% do avanço físico, pois a obra não foi acompanhada pela empresa de planejamento desde o início. De acordo com a linha localizada abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. E quanto ao desvio de prazo nos meses registrados o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 2%, superior ao planejado.

As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas durante os 3 meses, totalizando 331 causas. As causas de origem interna somaram 83,33%. As causas externas, por sua vez, somaram 16,67%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.3 Empreendimento B5

Trata-se de um empreendimento de 2 quartos, 1 quarto ou duas opções de *loft*. Possui área de lazer e relaxamento com piscina. A programação foi elaborada pela empresa de consultoria e pelo engenheiro residente no inicio do empreendimento e totalizava 4114 atividades e 8556 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 14 amostras para o banco de dados, o que representa 77% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), visualizado no Gráfico 4.4, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

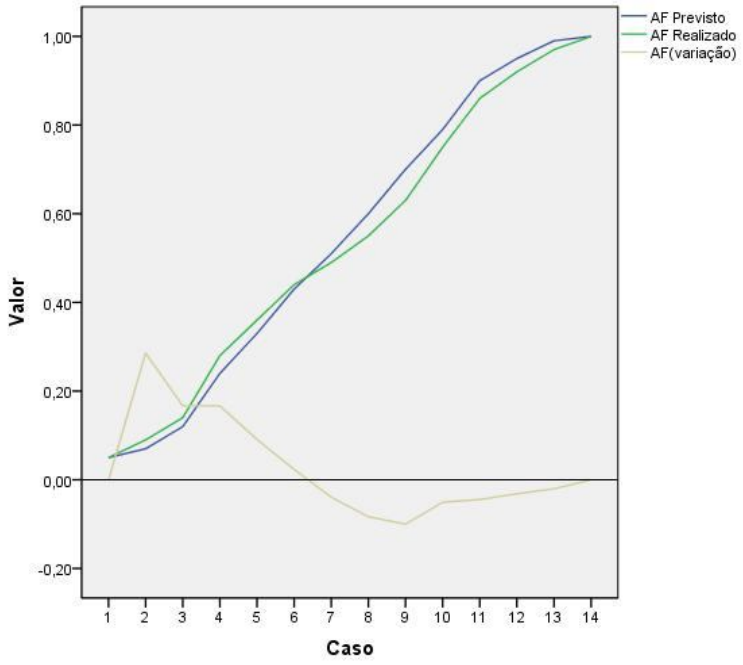


Gráfico 4.4: Avanço Físico do empreendimento B5

Como se pode observar no Gráfico 4.4, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 1 e 6 se observa um percentual da

variação positivo, mostrando que o empreendimento estava adiantado em relação ao planejado. Observa-se também que entre os casos 7 e 13 há um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Porém, na conclusão do empreendimento se observa valore igual a zero indicando um desempenho igual ao planejado. Quanto ao desvio de prazo, durante a execução da obra houve variações demonstrando que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 5%, inferior ao planejado. Porém, o empreendimento foi finalizado no prazo planejado.

No que diz respeito ao Índice de Remoção de Restrições (IRR), as restrições não foram identificadas todos os meses, porém, nos meses que foram identificadas, elas foram todas removidas. Desta forma, quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,01 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.5.

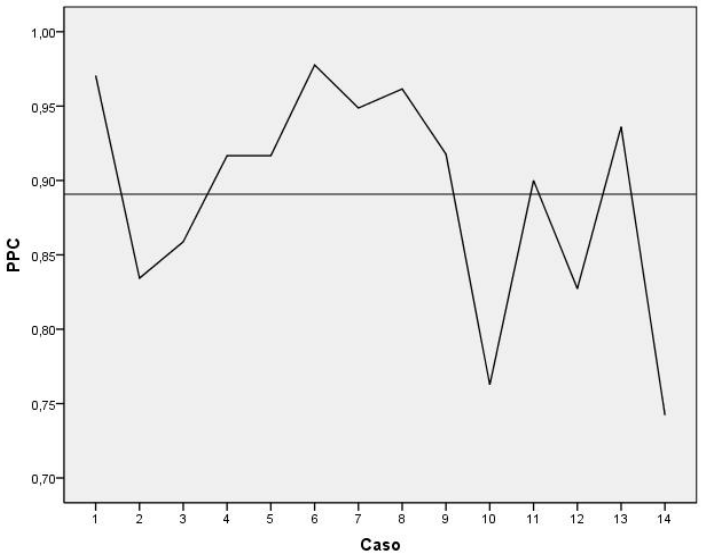


Gráfico 4.5: PPC do empreendimento B5

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra, 89%. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas durante 12 meses, totalizando 569 causas. As causas de origem interna somaram 82,35%. As causas externas, por sua vez, somaram 17,65%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.4 Empreendimento C1

Trata-se de um empreendimento com duas torres de 24 pavimentos tipos com 2 apartamentos por andar com 3 quartos, totalizando 110m² de área útil, mais dois pavimentos de garagem, *playground*, piscina, sauna. A programação foi elaborada pela empresa de consultoria e pelo engenheiro residente após a conclusão da fundação. A programação possuía 5211 atividades e 7283 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 17 amostras para o banco de dados.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.6, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

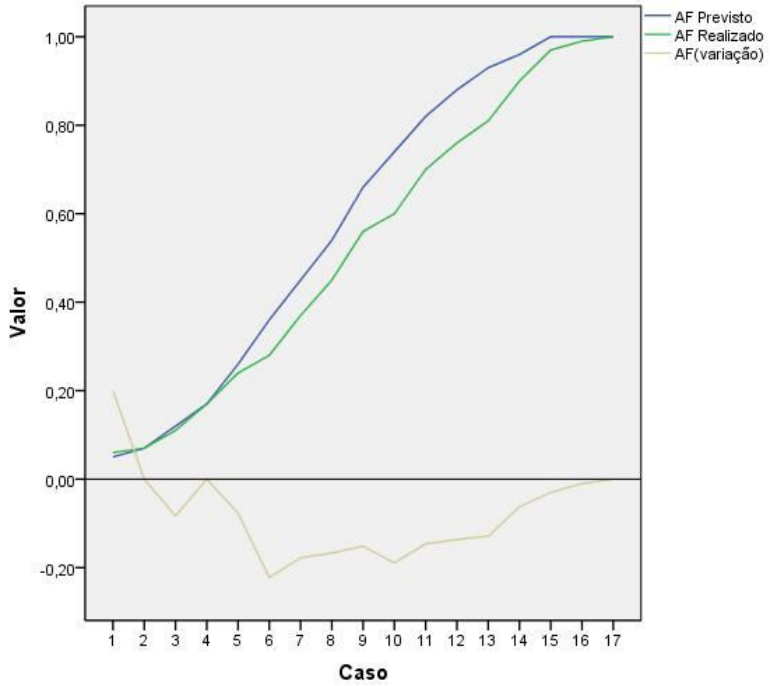


Gráfico 4.6: Avanço Físico do empreendimento C1

Como se pode observar no Gráfico 4.6, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, durante praticamente todo o período de execução percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. É possível observar que o avanço físico deveria ter totalizado 100% no mês 15, o que só aconteceu realmente no mês 17. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi finalizado num prazo 6% superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de Remoção de Restrições (IRR), algumas restrições foram identificadas até o mês 15, quando a obra deveria ter sido concluída, nos outros dois meses que a obra se estendeu não foram identificadas restrições. O IRR deste empreendimento é de 55%. Porém, quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,05 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.7.

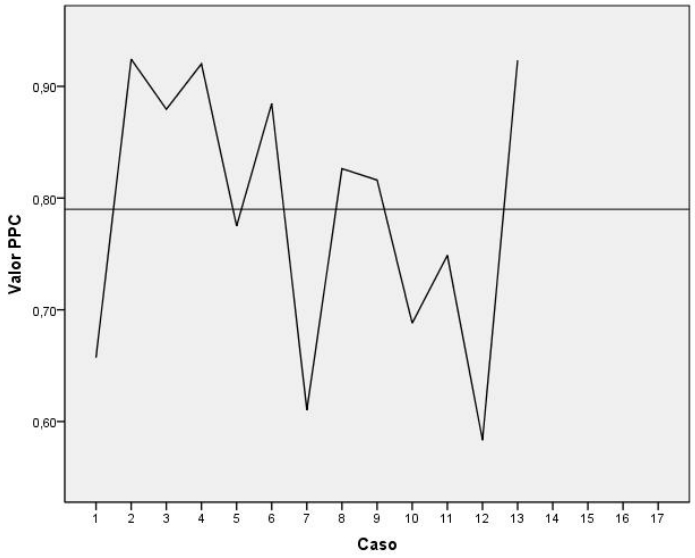


Gráfico 4.7: PPC do empreendimento C1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência variável do PPC - alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (79%) nos meses em que houve registro do PPC. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas na maioria dos casos, totalizando 1964 causas. As causas de origem interna somaram 78,95%. As causas externas, por sua vez, somaram 21,05%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.5 Empreendimento D1

Trata-se de um empreendimento de apartamentos de 4 quartos 2 ou 3 suítes, home theater ou gabinete, 2 apartamentos por andar, totalizando 140 m², sala ampla com 2

ambientes e varanda, área de lazer, mezanino, salão de festas, piscina, sauna, sala de ginástica e infra-estrutura para internet.

A programação foi elaborada pela empresa de consultoria e pelo engenheiro residente no início do empreendimento. Inicialmente, foram planejados os serviços preliminares, fundação e estrutura, pois o empreendimento não possuía todos os projetos. Esses serviços estavam sendo acompanhados enquanto se concluía o planejamento dos demais serviços. A programação possuía 2330 com 4019 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 17 amostras para o banco de dados, o que representa 72% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.8, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

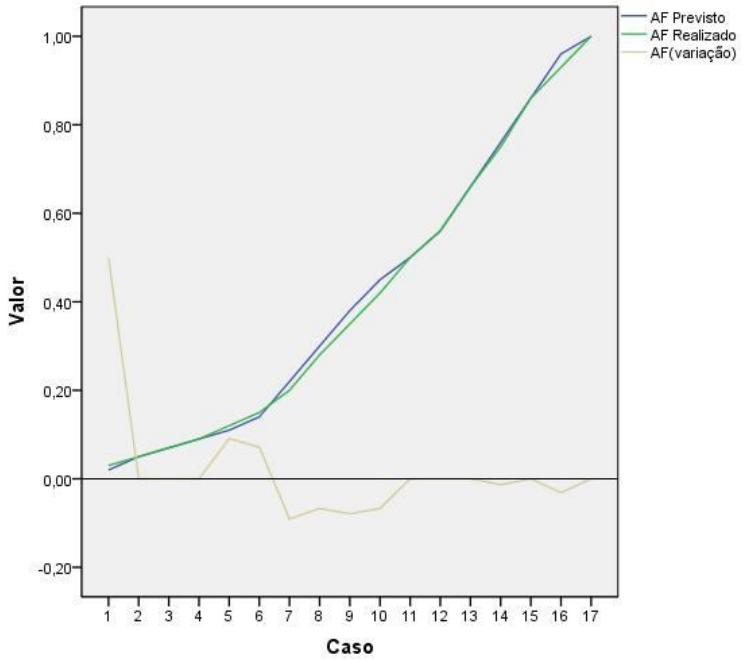


Gráfico 4.8: Avanço Físico do empreendimento D1

Como se pode observar, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, no primeiro momento a obra obteve um avanço físico 50% superior ao previsto, mas durante maior parte do período de execução o empreendimento foi executado de acordo com o previsto, pois a linha mostra valores iguais à zero. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi finalizado num prazo 1% superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de Remoção de Restrições (IRR), algumas restrições eram identificadas, porém quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,15 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio da obra era de 65%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.9.

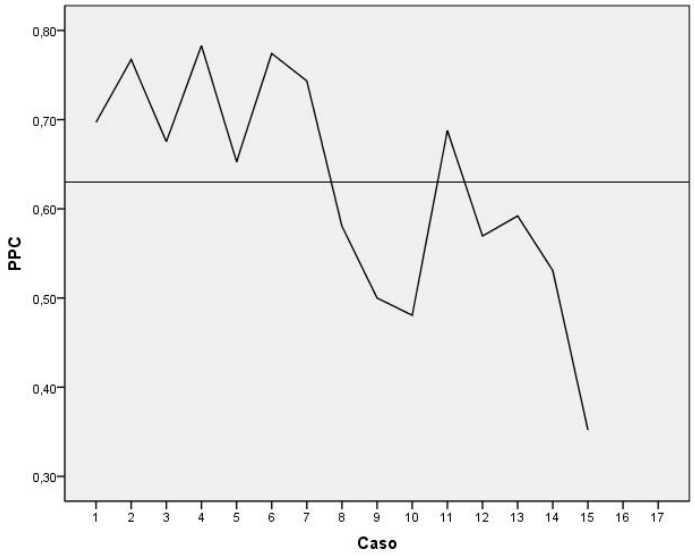


Gráfico 4.9: PPC do empreendimento D1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (63%) nos meses em que houve registro do PPC. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho identificadas (852 causas) estavam relatadas em um único arquivo. Não foi possível verificar se estão relacionadas a um único mês, ou se estão relacionadas a todo periodo da obra. As causas de origem interna somaram 80,95%. As causas externas, por sua vez, somaram 19,05%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.6 Empreendimento D2

Trata-se de um empreendimento de 40 apartamentos, 02 por andar, com 195 m² de área privativa e área total construída de 14.708 m², em terreno de 11.020 m².

A programação foi elaborada pela empresa de consultoria e pelo engenheiro residente no inicio do empreendimento. A programação possuía 2642 atividades e 4645

interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 17 amostras para o banco de dados, o que representa 82% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.10, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

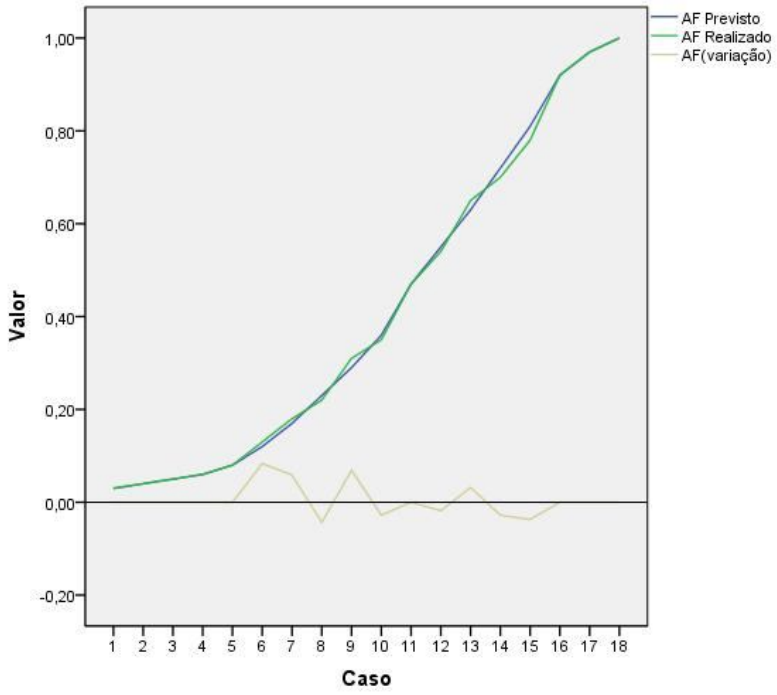


Gráfico 4.10: Avanço Físico do empreendimento D2

Como se pode observar no Gráfico 4.10, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, nos primeiros meses o empreendimento foi executado de acordo com o previsto, pois a linha mostra valores iguais à zero. Nos meses seguintes houve variações, mas o empreendimento foi concluído conforme o planejado. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi finalizado 3 dias antes do planejado.

No que diz respeito ao Índice de Remoção de Restrições (IRR), algumas restrições eram identificadas na maioria dos meses, porém quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,05 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio da obra era de 79%. O IRR deste empreendimento é de 55%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.11.

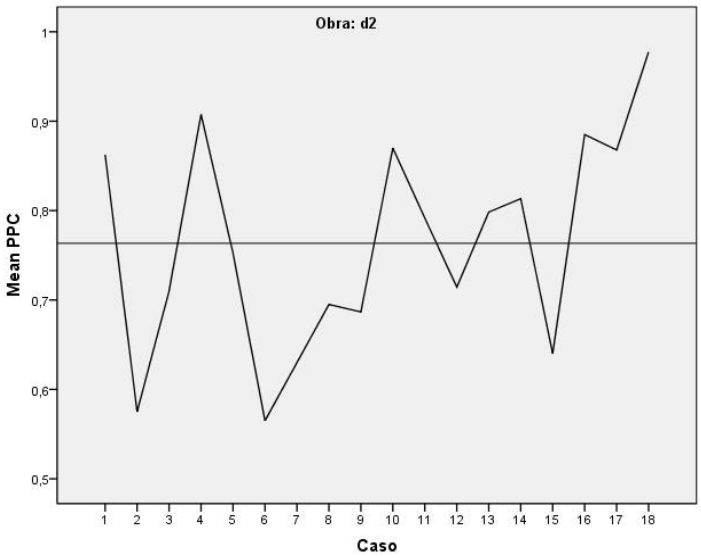


Gráfico 4.11: PPC do empreendimento D2

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (76%) nos meses em que houve registro do PPC Apesar de não ter sido encontrada evidência de registro de PPC, as causas da não conclusão dos pacotes de trabalho identificadas (536 causas) em alguns meses. Não foi possível verificar se estão relacionadas a um único mês, ou se estão relacionadas a todo periodo da obra. As causas de origem interna somaram 75%. As causas externas, por sua vez, somaram 25%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.7 Empreendimento D3

Trata-se de um empreendimento residencial de 4 quartos, 02 apartamentos por andar, sala ampla com 2 ambientes e varanda, área de lazer, mezanino, salão de festas, piscina, sauna, sala de ginástica e infra-estrutura para internet.

A programação foi elaborada pela empresa de consultoria e pelo engenheiro residente no inicio do empreendimento. A programação, contemplando todos os serviços após 27 atualizações, possuía 1867 atividades e 3304 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 13 amostras para o banco de dados, o que representa 83% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.12, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

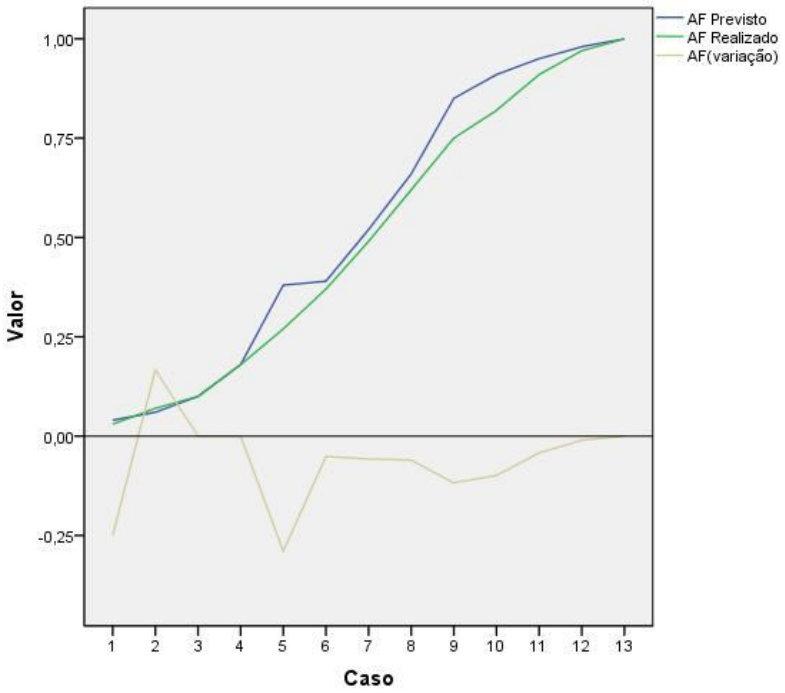


Gráfico 4.12: Avanço Físico do empreendimento D3

Como se pode observar no Gráfico 4.12, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, durante a maior parte de execução o empreendimento apresentou-se atrasado em relação ao previsto, pois a linha mostra valores iguais à zero. Nos meses seguintes houve variações, mas o empreendimento foi concluído conforme o planejado. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi finalizado 3 dias antes do planejado.

No que diz respeito ao Índice de Remoção de Restrições (IRR), algumas restrições eram identificadas na maioria dos meses, porém quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,07 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio da obra era de 71%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.13.

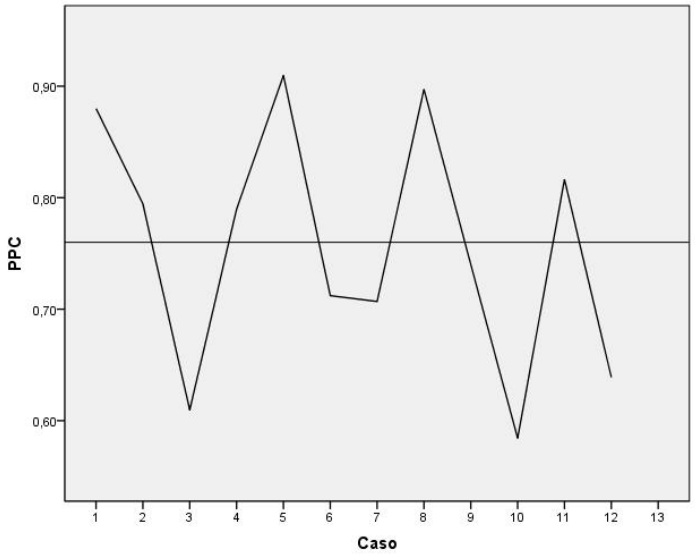


Gráfico 4.13: PPC do empreendimento D3

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (70%). Apesar de não ter sido encontrada evidência de registro de PPC, as causas da não conclusão dos pacotes de trabalho identificadas (635 causas) em alguns meses. As causas de origem interna somaram 76,19%. As causas externas, por sua vez, somaram 23,81%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.8 Empreendimento E1

Trata-se de um empreendimento de 20 pavimentos tipos com 2 apartamentos, por andar de 3 quartos sendo 01 suíte, um sanitário social, cozinha, área de serviço, quarto e WC de empregada e área privativa 112,00 m². Com 02 vagas de garagem cobertas, piscina, salão de festas, central de gás e churrasqueira.

A programação foi elaborada pela empresa de consultoria, pelo gerente de contrato e pelo engenheiro residente no inicio do empreendimento e totalizava 3365 atividades e 5036 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 18 amostras para o banco de dados, o que representa 74% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço

Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.14, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

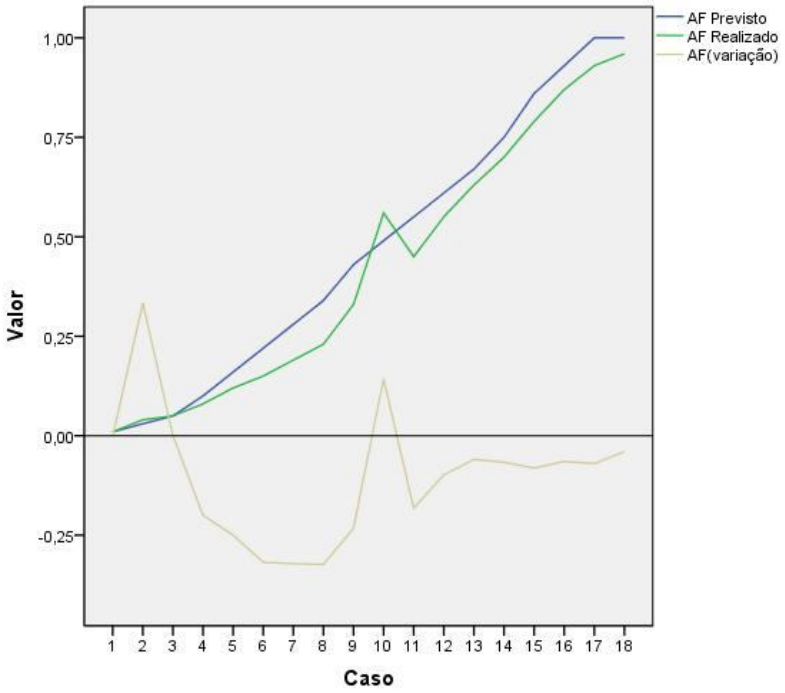


Gráfico 4.14: Avanço Físico do empreendimento E1

Como se pode observar no Gráfico 4.14, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, apenas nos casos 1 e 3 se observa valores igual a zero indicando um desempenho igual ao planejado. Nos casos 2 e 10 se observa um percentual da variação positivo, mostrando que o empreendimento estava adiantado em relação ao planejado, enquanto que nos demais casos percebeu-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi concluído num prazo 4%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de Remoção de Restrições (IRR), as restrições foram identificadas todos os meses. Porém, quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,17 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.15.

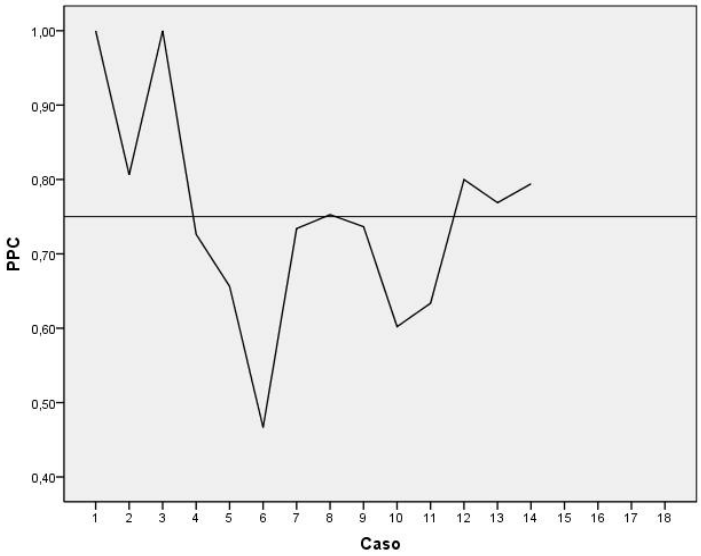


Gráfico 4.15: PPC do empreendimento E1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra, 75%. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 537 causas. As causas de origem interna somaram 73,33%. As causas externas, por sua vez, somaram 26,67%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.9 Empreendimento F1

Trata-se de um empreendimento com apartamentos de 1, 2 ou 3 suítes, sala de ginástica, piscina com vista para o mar, business Center com 3 salas, espaço gourmet. Pode ser definido como um residencial com serviços de governança. A programação pela empresa de consultoria, pelo gerente de contrato e pelo engenheiro residente no início do empreendimento, possuía 2836 atividades e 5764 interdependências.

Esse empreendimento contribuiu com 17 amostras para o banco de dados, o que representa 63% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), visualizado no Gráfico 4.16, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

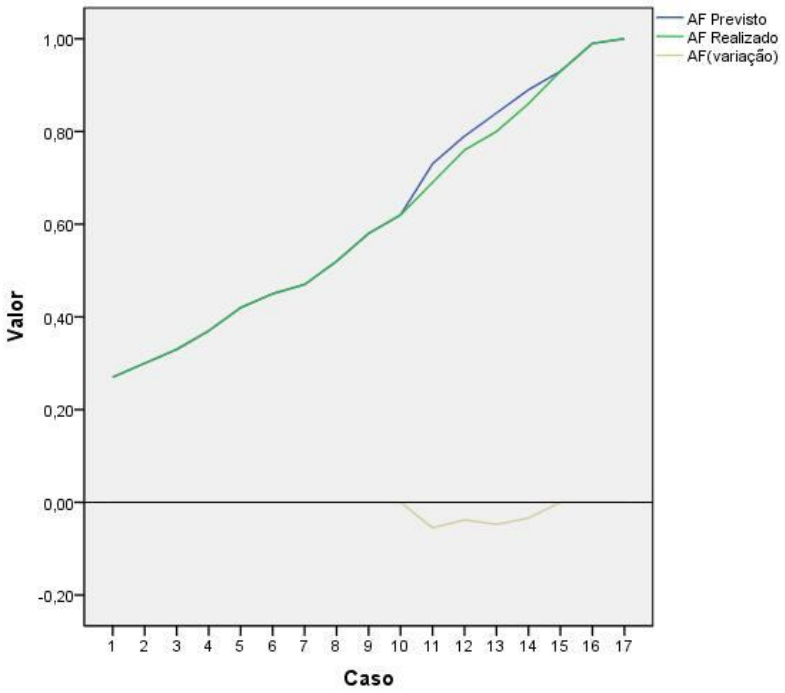


Gráfico 4.16: Avanço Físico do empreendimento F1

Como se pode observar no Gráfico 4.16, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, durante maior parte do tempo de execução, se observa valores iguais a zero indicando um desempenho igual ao planejado. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi concluído num prazo, aproximadamente 3%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas em quase todos os meses, porém, quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,13 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.17.

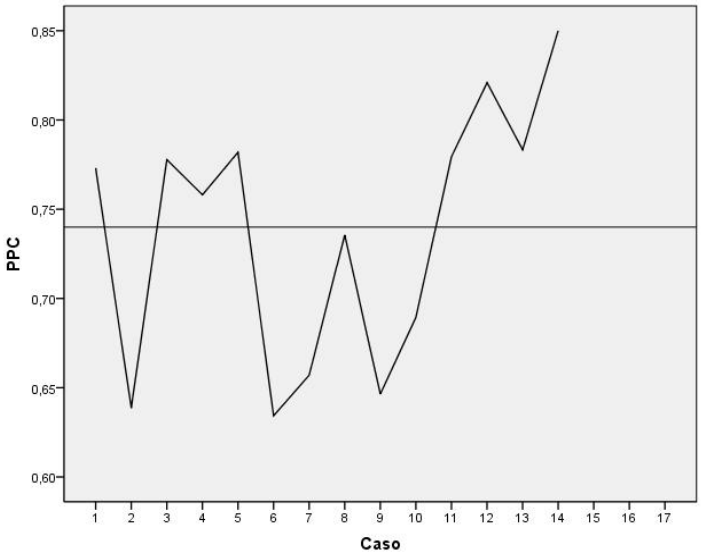


Gráfico 4.17: PPC do empreendimento F1

A partir do caso 11 pode-se observar um aumento no valor do PPC. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra, 74%. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 2150 causas. As causas de origem interna somaram 67,86. As causas externas, por sua vez, somaram 32,14%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.10 Empreendimento G1

Trata-se de um empreendimento residencial composto por 20 apartamentos de 4, 3 e 2 suítes com área privativa variando de 211,19 m², 117,87 m² e 112,57 m². Possuindo também duas vagas de garagem, piscina, salão de festas, salão de jogos e SPA.

A programação foi elaborada pela empresa de consultoria, pelo gerente de contrato e pelo engenheiro residente no inicio do empreendimento e totalizava 1799 atividades e 2968 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 12 amostras para o banco de dados, o que representa 71% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.18, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

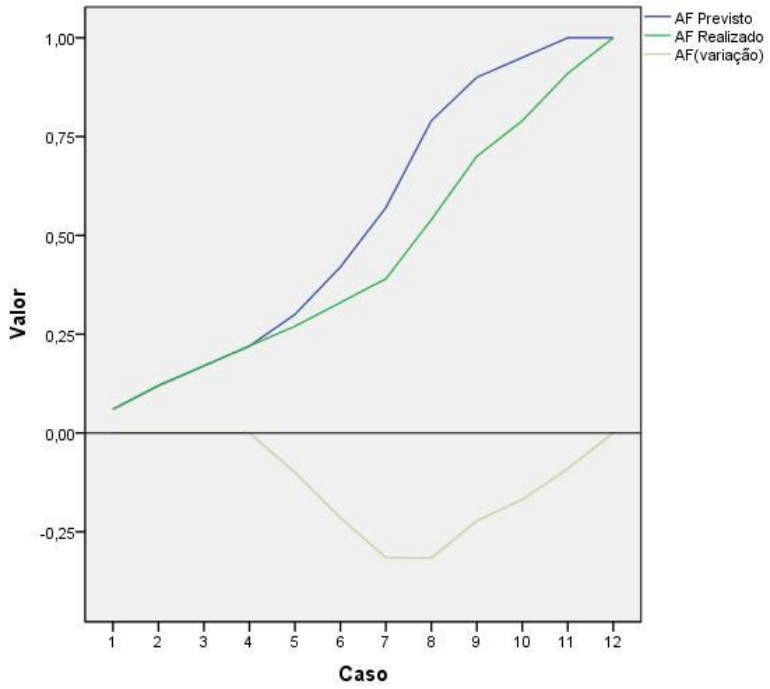


Gráfico 4.18: Avanço Físico do empreendimento G1

Como se pode observar no Gráfico 4.1 de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 1 e 4 se observa valores iguais a zero indicando um desempenho igual ao planejado, enquanto que no restante da execução, percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo o empreendimento foi concluído com dois meses de atraso, ou seja, num prazo, aproximadamente 11%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas até o mês (caso) 10 de acompanhamento, momento em que o empreendimento deveria ter sido concluído. Desta forma, quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,13 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o PPC pode ser visualizado no Gráfico 4.19.

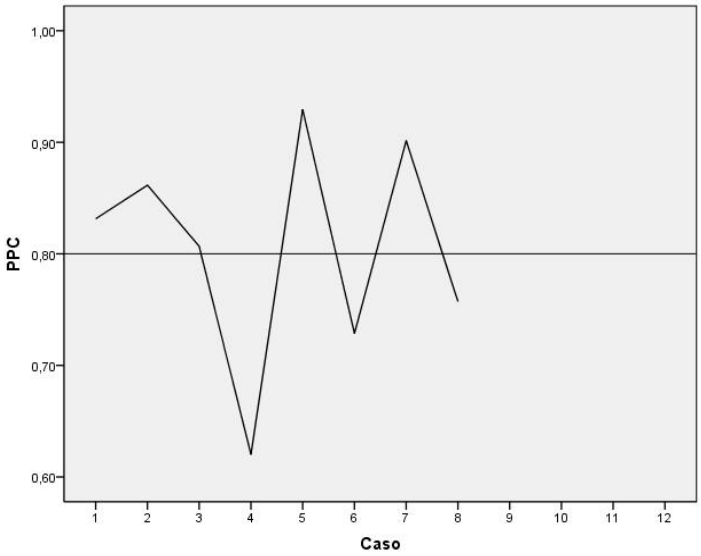


Gráfico 4.19: PPC do empreendimento G1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (80%) nos meses em que foram encontrados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 564 causas. As causas de origem interna somaram 86,36%. As causas externas, por sua vez, somaram 13,64%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.11 Empreendimento H1

Trata-se de um empreendimento com três quartos sendo uma suíte, varanda, cozinha, área de serviço e sanitário de empregada, totalizando 75m².

A programação foi elaborada pela empresa de consultoria e pela empresa construtora. O plano totalizava 2525 atividades e 4475 interdependências, após 41 atualizações. Esse empreendimento contribuiu com 15 amostras para o banco de dados, o que representa 68% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), visualizado no Gráfico 4.20, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

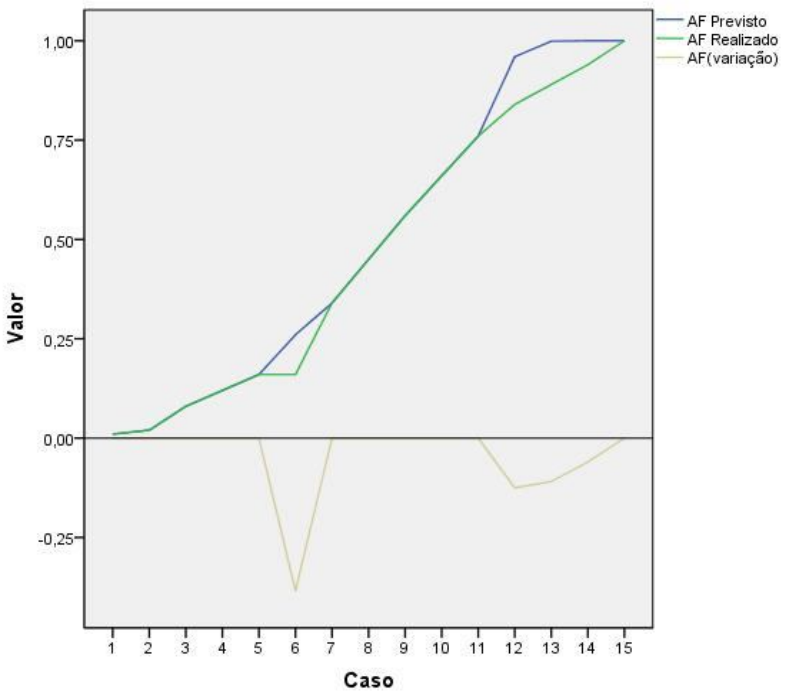


Gráfico 4.20: Avanço Físico do empreendimento H1

Como se pode observar no Gráfico 4.1, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, nos casos 6, 12, 13 e 14 percebeu-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Porém, na maior parte do tempo de execução do empreendimento se observa valores iguais à zero indicando um desempenho igual ao planejado. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi concluído num prazo, 28%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas todos os meses, porém, quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,09 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.21.

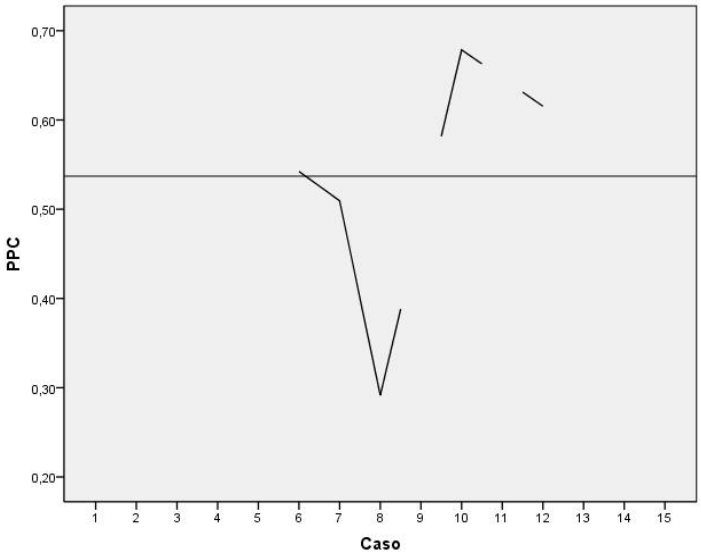


Gráfico 4.21: PPC do empreendimento H1

O Gráfico 4.21 mostra que não foram identificados os registros de PPC de todos os meses. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (53%) nos meses que foram identificados registro de PPC. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho, totalizando 1694 causas. As causas de origem interna somaram 90%. As causas externas, por sua vez, somaram 10%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.12 Empreendimento I1

Trata-se de um empreendimento imobiliário com 3 a 5 pavimentos mais cobertura, 165,92 a 400,92 m². A programação era composta por 13986 atividades e 16656 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 28 amostras para o banco de dados, o que representa 100% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.22, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

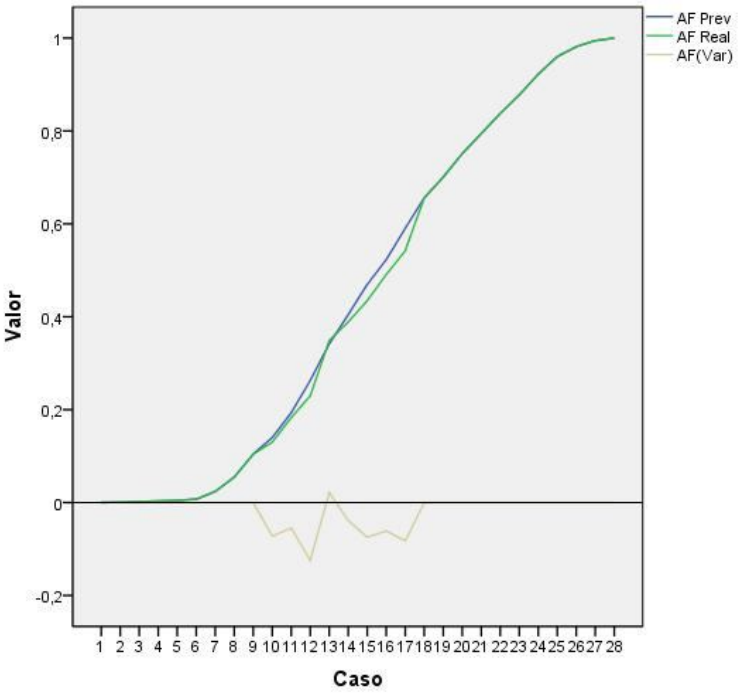


Gráfico 4.22: Avanço Físico do empreendimento I1

Como se pode observar no Gráfico 4.22, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 9 e 17 percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Porém, na maior parte do período de execução se observa valores iguais à zero indicando um desempenho igual ao planejado. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi concluído num prazo, aproximadamente 3%, inferior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições não foram identificadas todos os meses, porém, nos meses que foram identificadas, elas foram todas removidas. Desta forma, quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,10 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) foi registrado apenas em um mês, no valor de 68%.

As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 2780 causas. As causas de origem interna somaram 76,19%. As causas externas, por sua vez, somaram 23,81%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.13 Empreendimento I2

Trata-se de um empreendimento imobiliário com 7 Prédios com 5 pavimentos, clube e guarita com área total construída de 25.726,00 m². A programação era composta por 4077 atividades e 4205 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 7 amostras para o banco de dados, o que representa 75% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.23, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

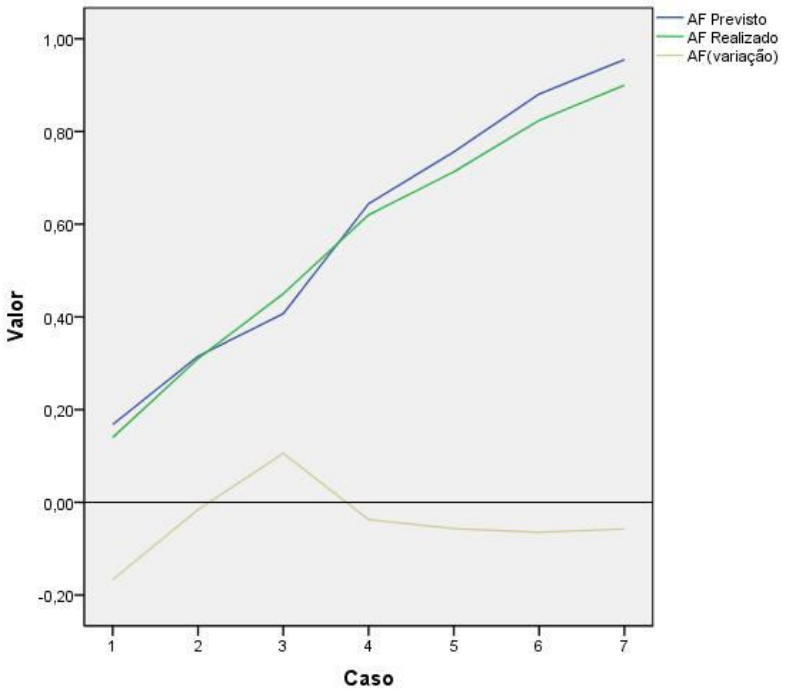


Gráfico 4.23: Avanço Físico do empreendimento I2

Como se pode observar no Gráfico 4.23, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico. No caso 5 se observa um percentual da variação positivo, mostrando que o empreendimento estava adiantado em relação ao planejado, enquanto que entre nos demais casos percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último mês que foi realizado registro apontava que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 4%, inferior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de Remoção de Restrições (IRR), as restrições não foram identificadas. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.24.

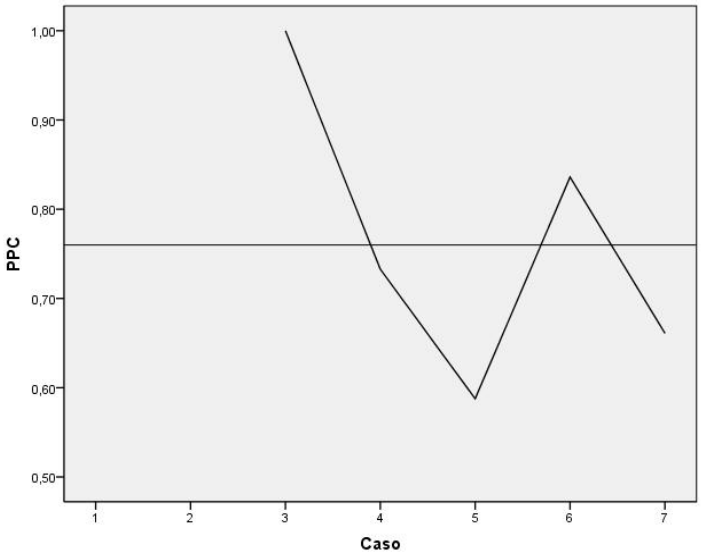


Gráfico 4.24: PPC do empreendimento I2

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (76%) nos meses em que houve registro. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 3052 causas. As causas de origem interna somaram 87,50%. As causas externas, por sua vez, somaram 12,50%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.14 Empreendimento I3

Trata-se de um empreendimento imobiliário com 6 (seis) casas de alto padrão, com áreas que variam de 800,00 a 1000,00 m² de área total. A programação foi composta por 1102 atividades e 1252 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 8 amostras para o banco de dados, o que representa 50% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço

Físico (AF), visualizado no Gráfico 4.25, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

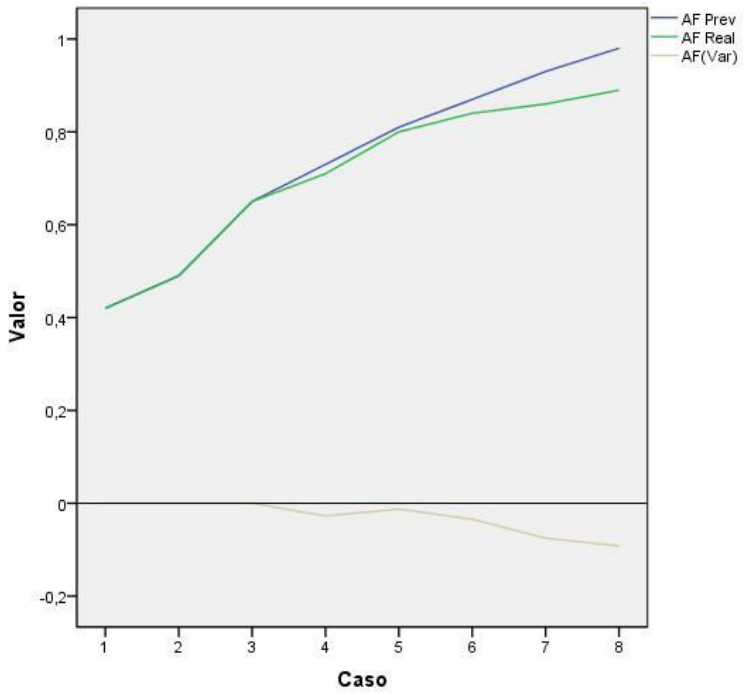


Gráfico 4.25: Avanço Físico do empreendimento I3

Como se pode observar no Gráfico 4.25, o acompanhamento do empreendimento pela empresa de consultoria começou quando a obra já havia avançado mais de 40%. De acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, até o caso 3 se observa valores iguais à zero indicando um desempenho igual ao planejado, enquanto que nos demais casos percebeu-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi concluído num prazo, 13%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas e a relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 2,15 restrições por atividades. Esse valor demonstra que houve certo esforço para identificação de restrições. Já o PPC pode ser visualizado no Gráfico 4.26.

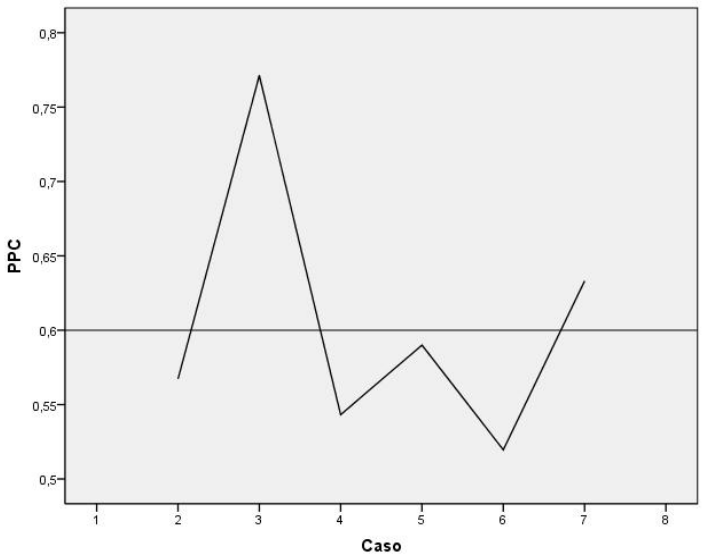


Gráfico 4.26: PPC do empreendimento I3

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (60%) nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho, totalizando 422 causas. As causas de origem interna somaram 85%. As causas externas, por sua vez, somaram 15%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.15 Empreendimento I4

Trata-se de um empreendimento imobiliário com 26 (vinte e seis) apartamentos de alto padrão, com área privativa variando entre 160 e 580 m². A programação foi composta por 3871 atividades e 4090 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 21 amostras para o banco de dados, o que representa 100% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) visualizado no Gráfico 4.27, Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

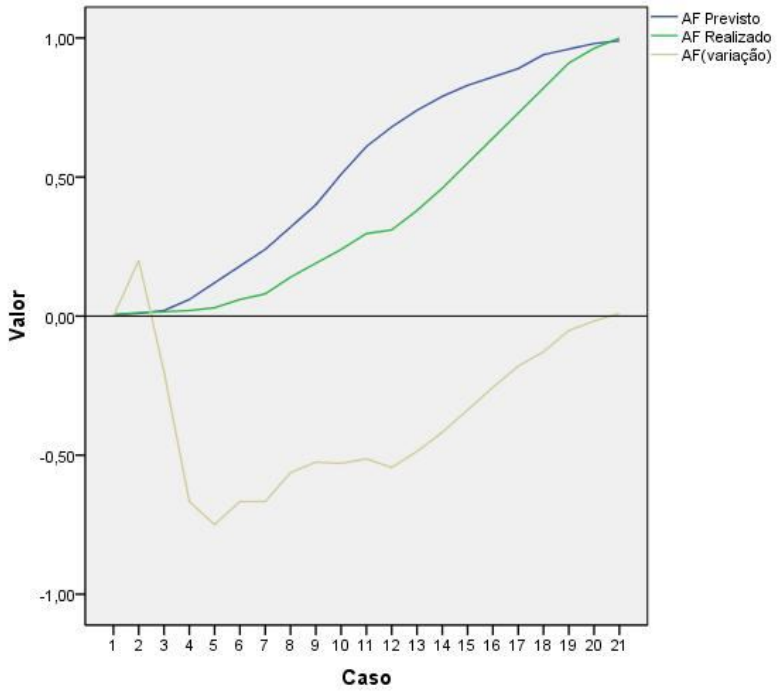


Gráfico 4.27: Avanço Físico do empreendimento I4

Como se pode observar no Gráfico 4.27, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, durante a execução o empreendimento se manteve atrasado em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Porém, na conclusão do empreendimento se observa valor igual à zero indicando um desempenho igual ao planejado. Quanto ao desvio de prazo, o último mês que foi realizado registro apontava que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 8%, inferior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas. O IRR médio do empreendimento é de 76%. A relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 0,15 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.28.

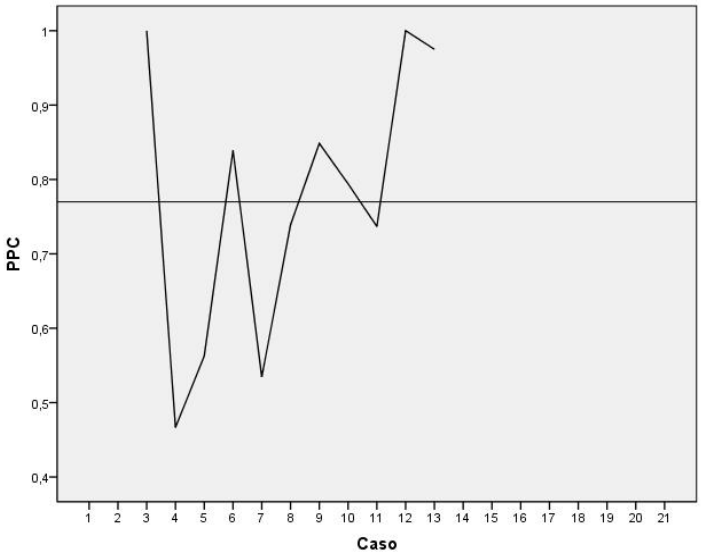


Gráfico 4.28: PPC do empreendimento I4

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto - baixo - médio. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (77%) nos meses em que foram identificados registros As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho durante apenas alguns meses, totalizando 68 causas. As causas de origem interna somaram 81,82%. As causas externas, por sua vez, somaram 18,18%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.16 Empreendimento I5

Trata-se de um empreendimento imobiliário com 139 unidades, com área privativa variando entre 40 e 333 m², com o complexo do hotel, sede social, piscina, quadras poliesportivas, SPA, *fitness*, recreação, jogos, bar da piscina e apoio náutico.

A programação totalizava 12001 atividades e 14133 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 31 amostras para o banco de dados, o que representa 82% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

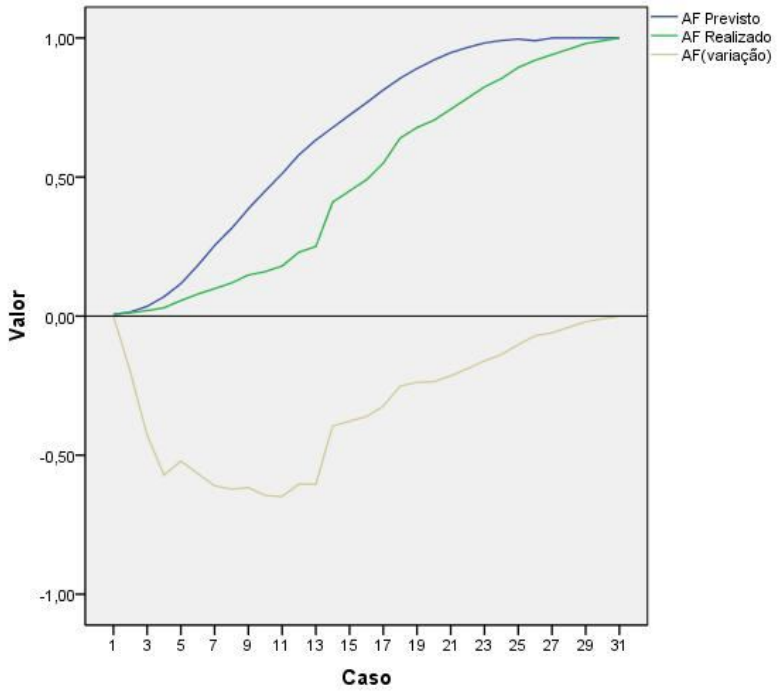


Gráfico 4.29: Avanço Físico do empreendimento I5

Como se pode observar no Gráfico 4.29, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, durante toda a execução, se percebe um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, durante o empreendimento foi concluído num prazo 15% superior ao planejado.

A relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 0,03 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.30.

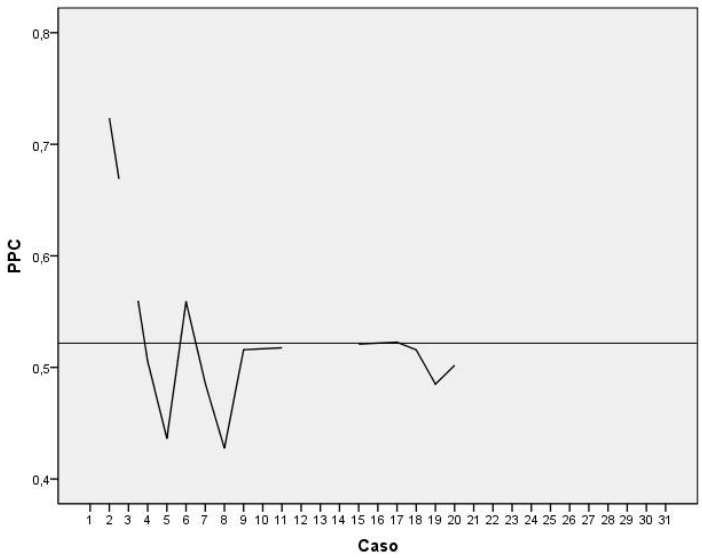


Gráfico 4.30: PPC do empreendimento I5

Pode-se observar que não foi identificado o registro do PPC de todos os casos, mas a linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (56%) nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 842 causas. As causas de origem interna somaram 70,59%. As causas externas, por sua vez, somaram 29,41%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.17 Empreendimento I6

Trata-se de um empreendimento imobiliário composto de 2 torres residenciais e 2 Torres comerciais, de alto padrão, com área privativa variando entre 165,92 a 400,92 m². A programação totalizava 2210 atividades e 4034 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 3 amostras para o banco de dados, o que representa 14% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP) e Percentual de Planos Concluídos (PPC).

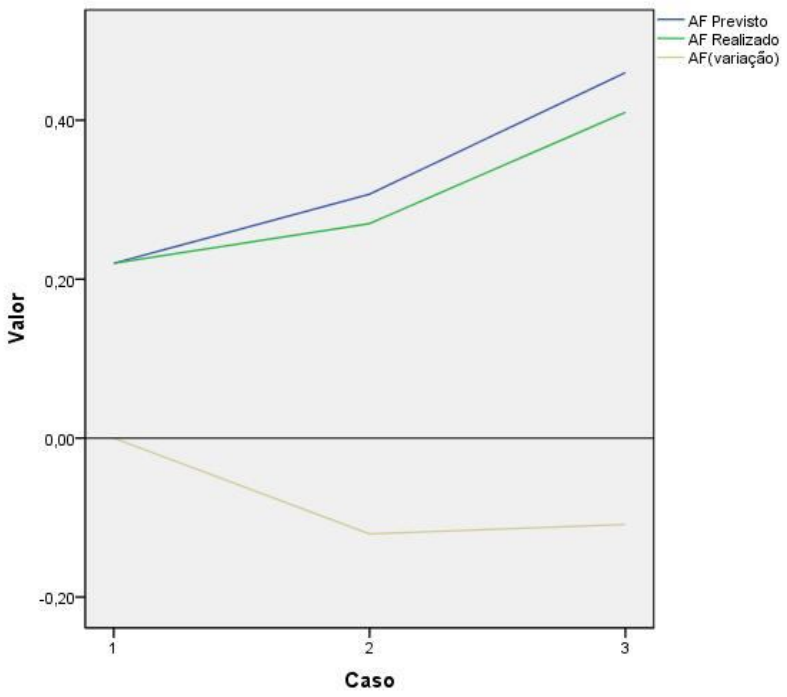


Gráfico 4.31: Avanço Físico do empreendimento I6

Como se pode observar no Gráfico 4.31, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, mostrando que se percebe um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Apenas no caso 1 observa-se valor igual a zero indicando um desempenho igual ao planejado. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 2%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições não foram identificadas, demonstrando que não houve esforço para identificação de restrições. Quanto ao Percentual de Planos Concluídos (PPC) foi encontrado registro de apenas um caso no valor de 37%. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 308 causas. As causas de origem interna somaram 71,43%. As causas externas, por sua vez, somaram 28,57%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.18 Empreendimento J1

Trata-se de um empreendimento imobiliário com 3 Blocos de 27 pavimentos de alto padrão, com área total construída de 54.886,00 m². A programação totalizava 6286

atividades e 11302 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 4 amostras para o banco de dados, o que representa 12% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) e Percentual de Planos Concluídos (PPC).

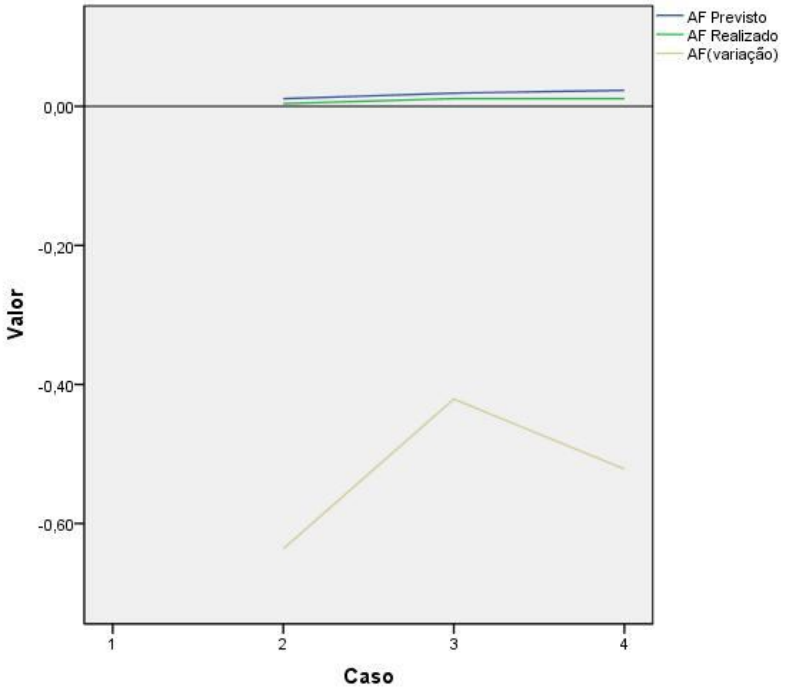


Gráfico 4.32: Avanço Físico do empreendimento J1

Como se pode observar no Gráfico 4.32, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, Nos três casos que foram identificados registros, percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. O Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.33.

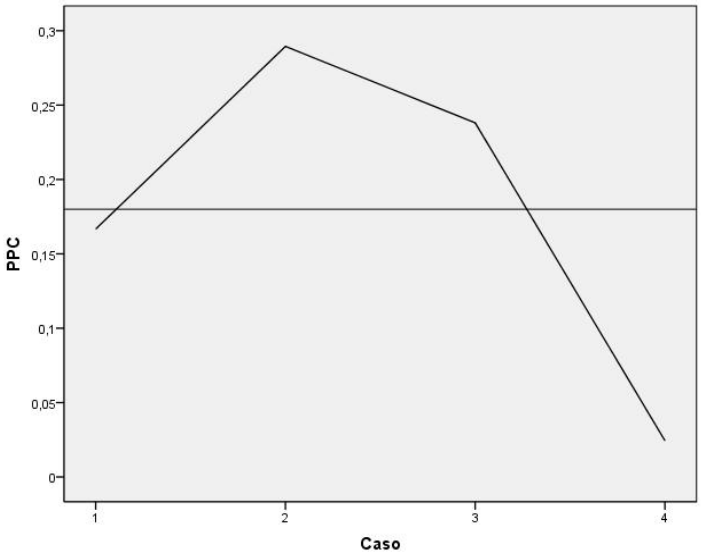


Gráfico 4.33: PPC do empreendimento J1

A partir do caso 2 percebe-se uma tendência decrescente. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra, 18%. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 112 causas. As causas de origem interna somaram 83,33%. As causas externas, por sua vez, somaram 16,67%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.19 Empreendimento J2

Trata-se de um empreendimento imobiliário com 3 Blocos de 27 pavimentos de alto padrão, com área total construída de 61.838,68 m². A programação totalizava 6330 atividades e 10319 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 9 amostras para o banco de dados, o que representa 29% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF) e Percentual de Planos Concluídos (PPC).

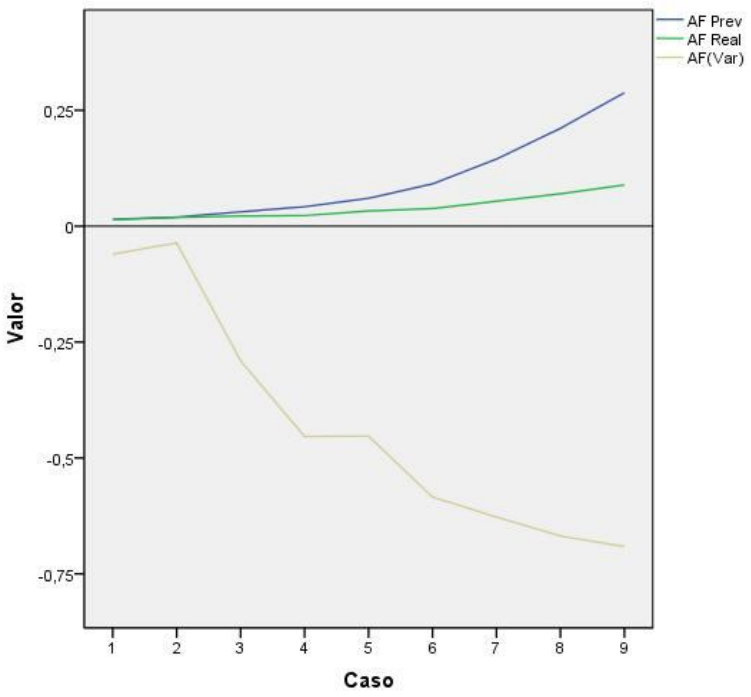


Gráfico 4.34: Avanço Físico do empreendimento J2

Como se pode observar no Gráfico 4.34, a linha abaixo do eixo Y representa a variação do AF; assim, o empreendimento se mostrou atrasado em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. O PPC pode ser visualizado no Gráfico 4.35 seguinte.

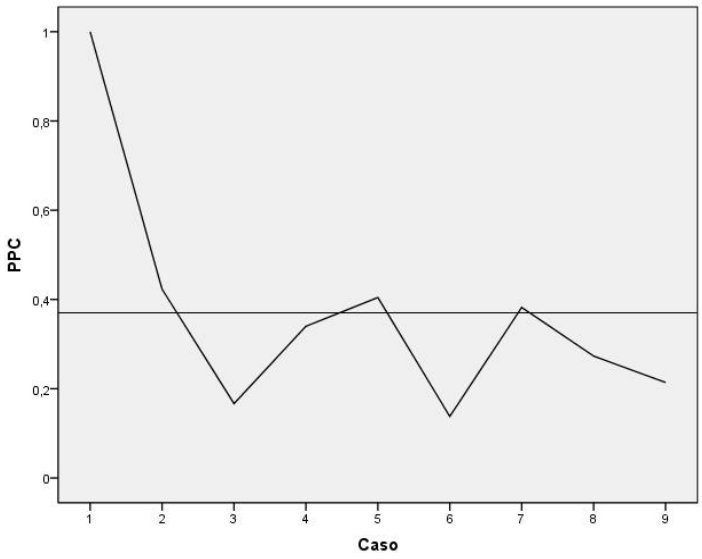


Gráfico 4.35: PPC do empreendimento J2

A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra, 37%. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 669 causas. As causas de origem interna somaram 78,57%. As causas externas, por sua vez, somaram 21,43%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.20 Empreendimento K1

Trata-se de um empreendimento com 2 torres sendo cada torre com 2 apartamentos por andar. Total de 100 aptos de 153m² e 4 coberturas duplex de 303.40m² ambos com 4 dormitórios; 1 Subsolo, térreo e lazer completo. A programação totalizava 5103 atividades. Não foi possível definir a complexidade do empreendimento, pois não foi encontrado o planejamento desta obra dentre os arquivos fornecidos pela empresa de consultoria. Esse empreendimento contribuiu com 7 amostras para o banco de dados, o que representa 25% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

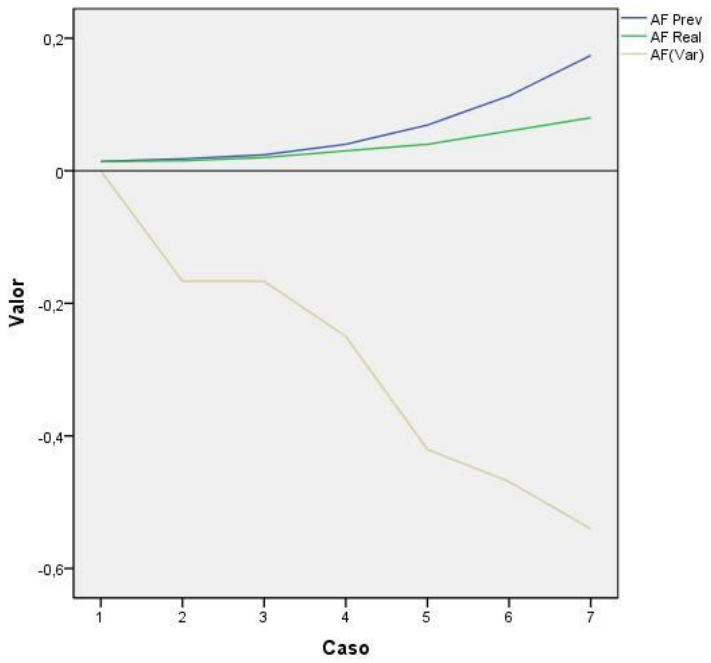


Gráfico 4.36: Avanço Físico do empreendimento K1

Como se pode observar no Gráfico 4.36 foram encontrados registros apenas do início do empreendimento. De acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 17%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas, mas quando se faz a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,13 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 37%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.37.

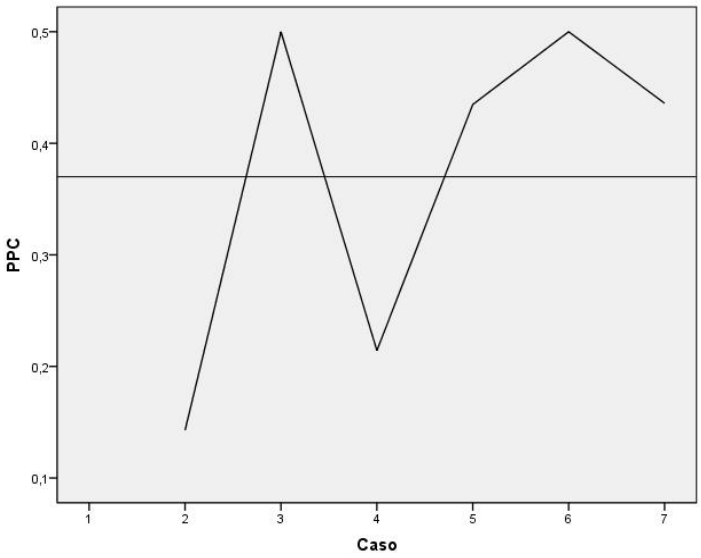


Gráfico 4.37: PPC do empreendimento K1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC baixo. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (37%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 66 causas. As causas de origem interna somaram 77,78%. As causas externas, por sua vez, somaram 22,22%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.21 Empreendimento K2

Trata-se de um empreendimento com 06 Pavimentos Tipo contendo 08 aptos por andar (totalizando 48 aptos.), 7º pavimento e cobertura contendo 08 apartamentos duplex. Subsolo com 90 vagas de veículos e 62 depósitos para as unidades de apartamento. Térreo contendo Lazer e 06 apartamentos do tipo *garden*. A programação totalizava 5134 atividades e 8764 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 06 amostras para o banco de dados, o que representa 77% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

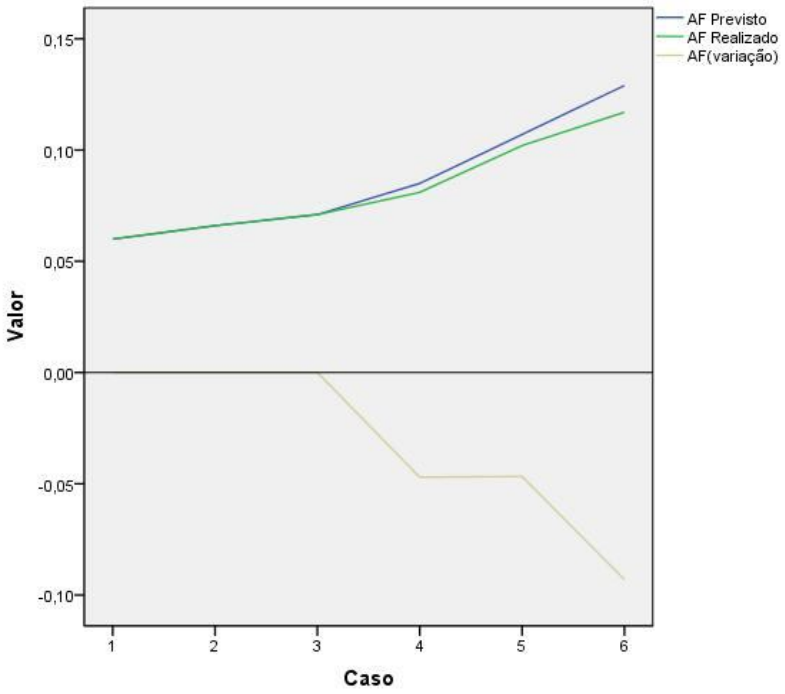


Gráfico 4.38: Avanço Físico do empreendimento K2

Como se pode observar no Gráfico 4.38, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 1 e 3 se observa valores iguais a zero indicando um desempenho igual ao planejado. A partir do caso 4 se percebe um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores

negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído de acordo com p prazo planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas, mas a relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 0,10 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 85%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.39.

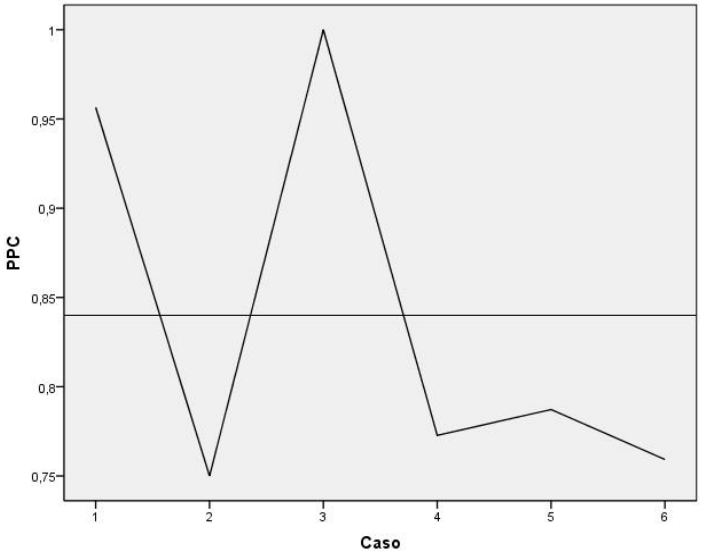


Gráfico 4.39: PPC do empreendimento K2

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC alto. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (84%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas de origem interna somaram 75%. As causas externas, por sua vez, somaram 25%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.22 Empreendimento K3

Trata-se de um edifício comercial com 3 subsolos, térreo, 6 pavimentos tipo e cobertura, destinado a uso específico para empresa de tecnologia de sistemas de informática, A programação totalizava 2810 atividades e 4276 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 14 amostras para o banco de dados, o que representa 39% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

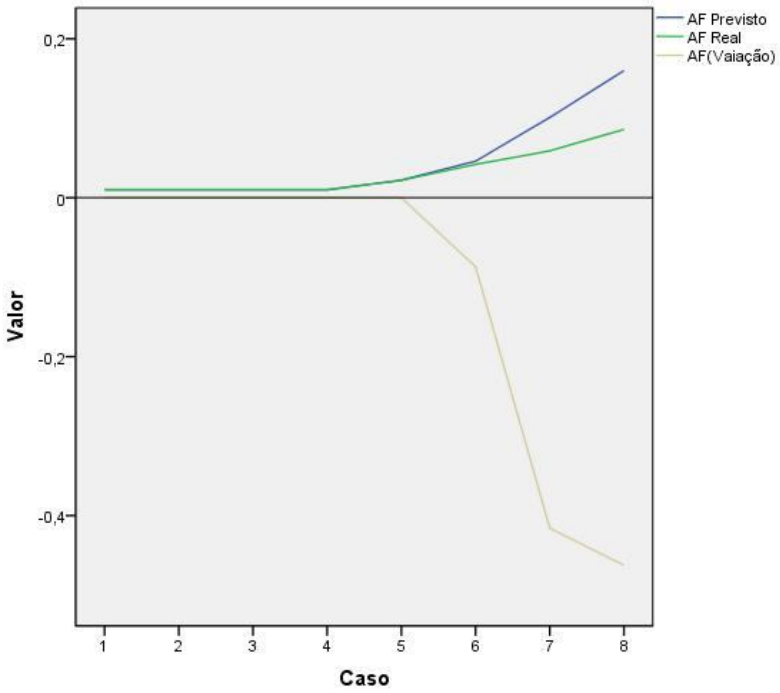


Gráfico 4.40: Avanço Físico do empreendimento K3

Como se pode observar no Gráfico 4.40, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 1 e 5 se observa valores iguais a zero indicando um desempenho igual ao planejado. A partir do caso 6 percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 2%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), algumas restrições foram identificadas, a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,11 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 40%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.41.

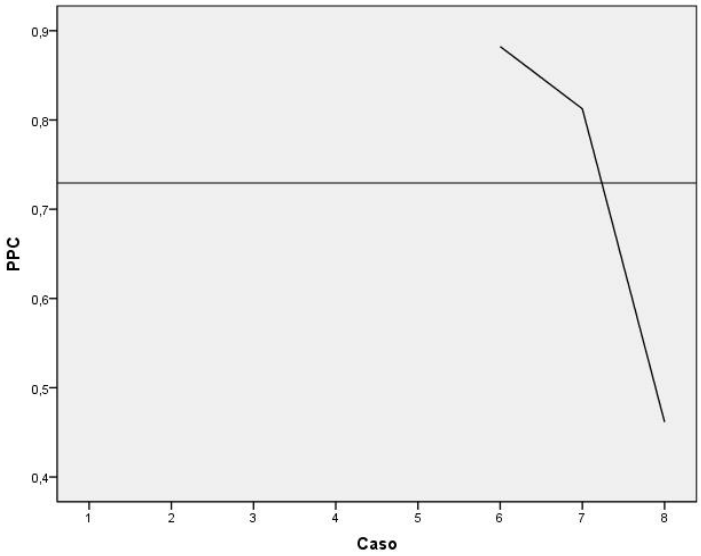


Gráfico 4.41: PPC do empreendimento K3

O gráfico mostra registro de apenas 03 casos. É possível perceber uma tendência de decrescente. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (72%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 14 causas. Todas as causas eram referentes a problemas com mão de obra, ou seja, problemas de origem unicamente interna

4.4.23 Empreendimento L1

Trata-se de um empreendimento de quatro torres de 27 pavimentos e cobertura duplex, com área privativa de 133 ou 178m². A programação totalizava 11.194 atividades e 18.112 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 9 amostras para o banco de dados, o que representa 45% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

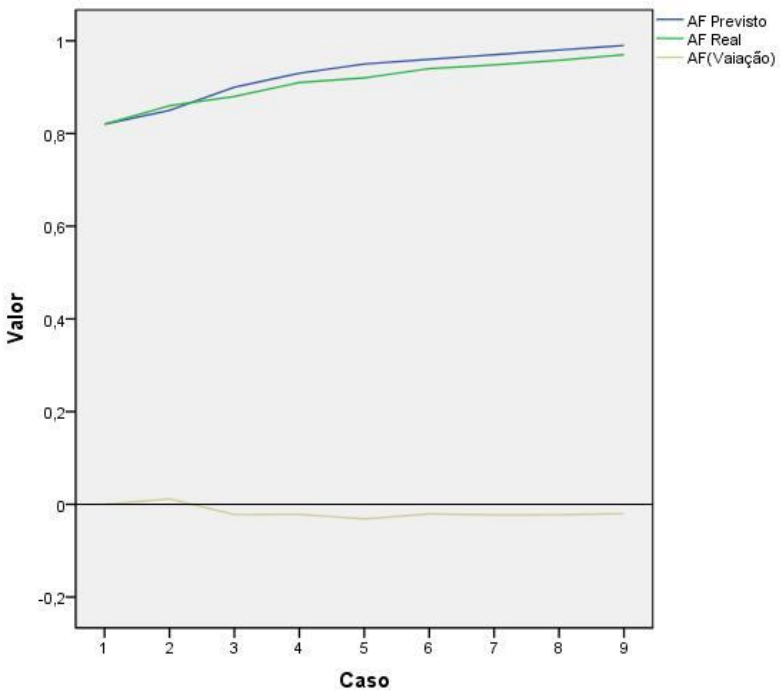


Gráfico 4.42: Avanço Físico do empreendimento L1

Como se pode observar no Gráfico 4.42, de acordo com a linha que cruza o eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 3 e 9 percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Apenas no caso 2 se observa um percentual da variação positivo, mostrando que o empreendimento estava adiantado em relação ao planejado. Enquanto no caso 1 se observa valor igual à zero indicando um desempenho igual ao planejado. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 34%, inferior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas em alguns meses, a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,01 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 85%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.43.

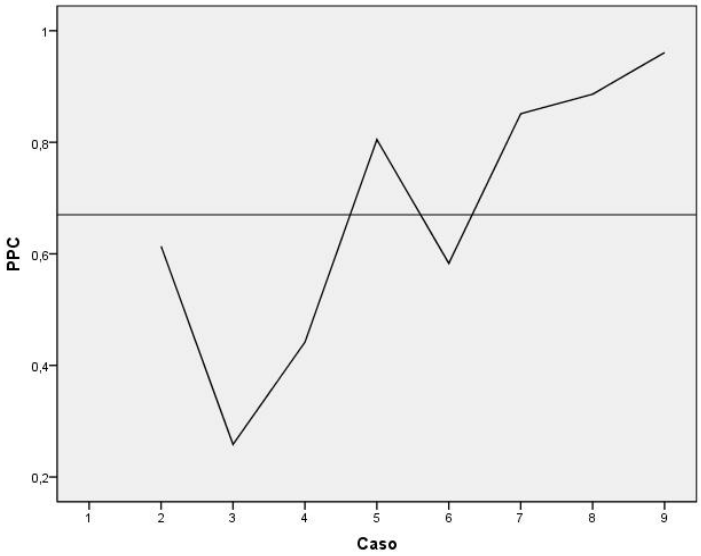


Gráfico 4.43: PPC do empreendimento L1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência crescente a partir do caso 6. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (67%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas durante 12 meses, totalizando 2368 causas. As causas de origem interna somaram 55,17%. As causas externas, por sua vez, somaram 44,83%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela pouco maior de causas internas em relação às externas.

4.4.24 Empreendimento M1

Empreendimento comercial com 18 pavimentos, área total construída de 35.297,01m². A programação totalizava 1865 atividades e 3223 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 5 amostras para o banco de dados, o que representa 17% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP) e Percentual de Planos Concluídos (PPC).

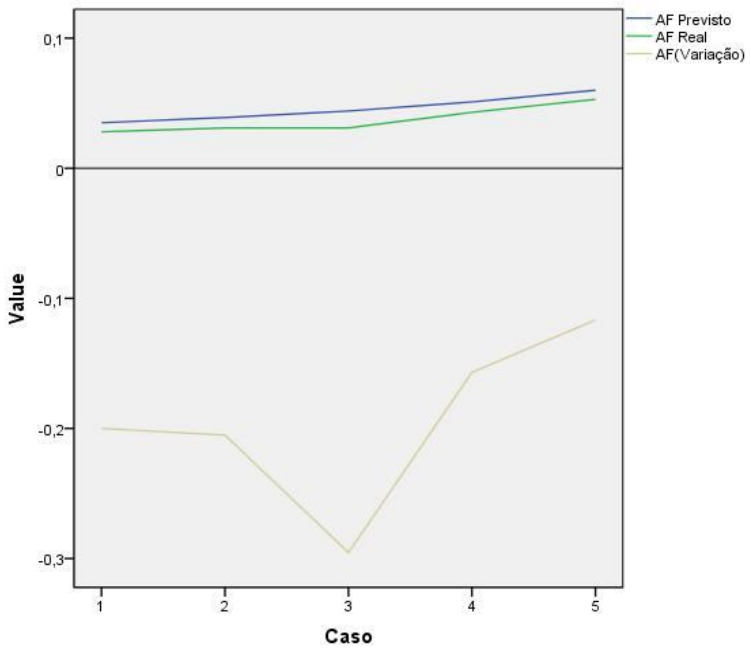


Gráfico 4.44: Avanço Físico do empreendimento M1

Como se pode observar no Gráfico 4.44, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo 10%, superior ao planejado. No que diz respeito ao Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.45.

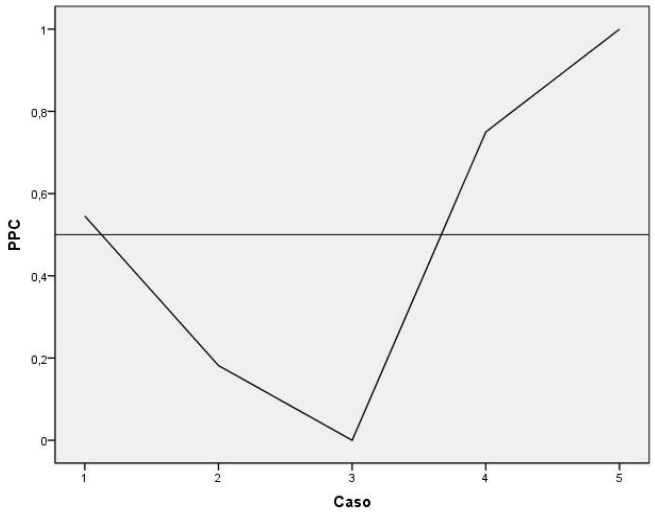


Gráfico 4.45: PPC do empreendimento M1

O Gráfico 4.45 mostra grandes variações, sendo que a linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (50%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 26 causas. Estas causas foram categorizadas como sendo 60% referente a problemas de Planejamento e 40% referente a problemas de mão de obra, ou seja, 100% de origem interna.

4.4.25 Empreendimento N1

A programação totalizava 1065 atividades e 1260 interdependências, após 13 atualizações. Esse empreendimento contribuiu com 06 amostras para o banco de dados, o que representa 58% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

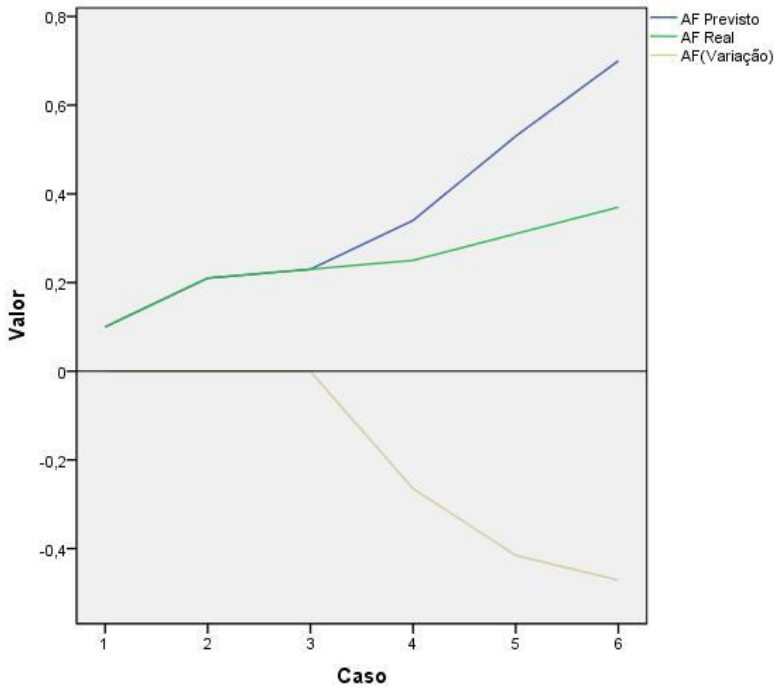


Gráfico 4.46: Avanço Físico do empreendimento N1

Como se pode observar no Gráfico 4.46, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 3 e 6 percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 44%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas, porém a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0.28 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 37%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.47.

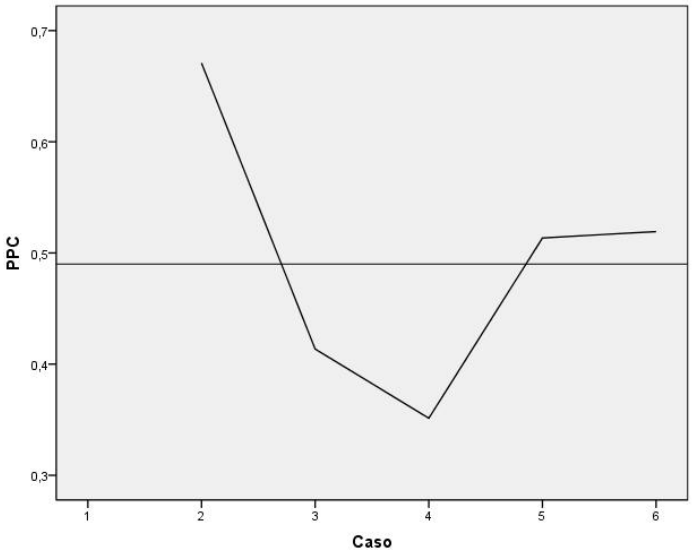


Gráfico 4.47: PPC do empreendimento N1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC baixo. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (49%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 198 causas. As causas de origem interna somaram 75%. As causas externas, por sua vez, somaram 25%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.26 Empreendimento N2

Construção de uma edificação pública de 6 pavimentos e subsolo sendo aproximadamente 7.704m2 A programação totalizava 799 atividades e 1014 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 6 amostras para o banco de dados, o que representa 46% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

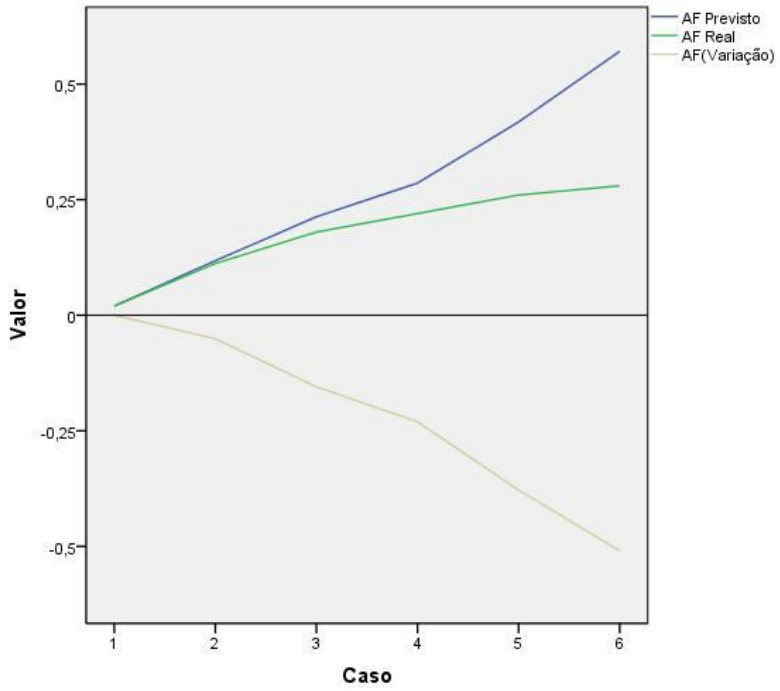


Gráfico 4.48: Avanço Físico do empreendimento N2

Como se pode observar no Gráfico 4.48, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, em todos os casos percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 9%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições não foram identificadas, porém a relação entre o número de restrições e o número de atividades

é de 0,33 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 12%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.49.

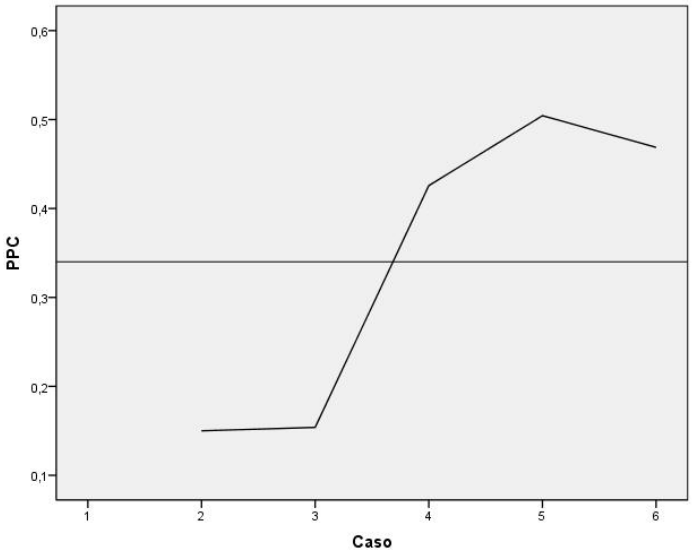


Gráfico 4.49: PPC do empreendimento N2

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC baixo. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (34%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 152 causas, sendo todas de origem interna.

4.4.27 Empreendimento N3

Reforma de fachada de uma edificação pública. A programação totalizava 2309 atividades e 4317 interdependências, após 15 atualizações. Esse empreendimento contribuiu com 7 amostras para o banco de dados, o que representa 69% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

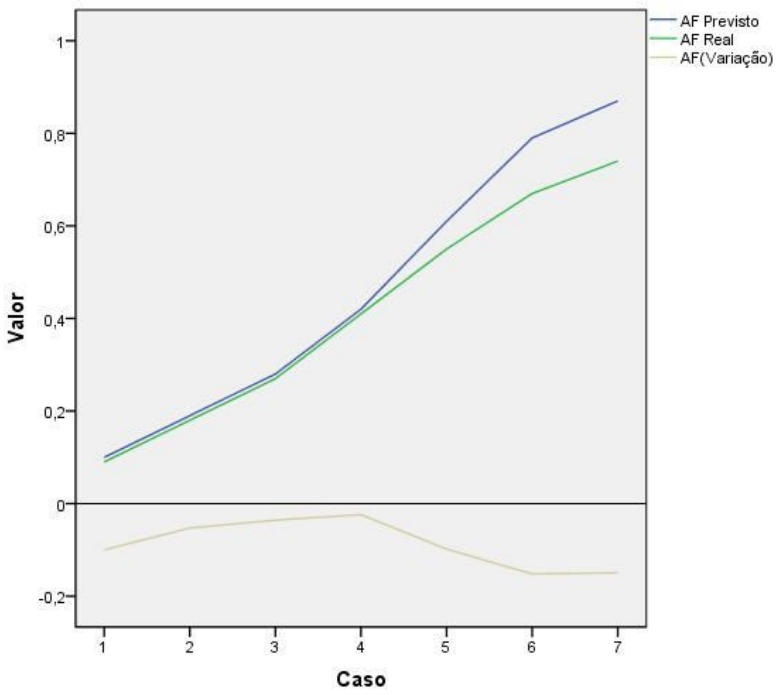


Gráfico 4.50: Avanço Físico do empreendimento N3

Como se pode observar no Gráfico 4.50de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, em todos os casos percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, 48%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas em alguns meses, porém a relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 0,05 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 52%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.51.

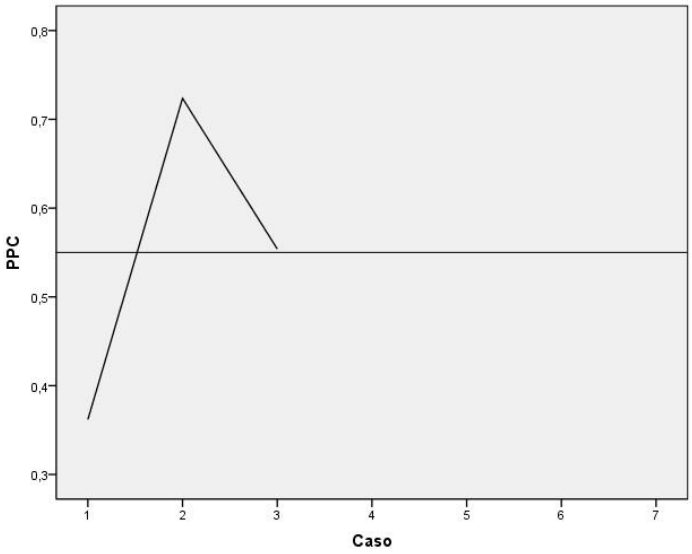


Gráfico 4.51: PPC do empreendimento N3

O gráfico mostra que só foram encontrados registros de três casos, mas é possível perceber uma tendência de PPC baixo. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (55%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas 623 causas. As causas de origem interna somaram 78,57%. As causas externas, por sua vez, somaram 21,43%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.28 Empreendimento N4

Construção de edificação pública em estrutura pré-moldada. A programação totalizava 272 atividades e 312 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 16 amostras para o banco de dados, o que representa 100% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

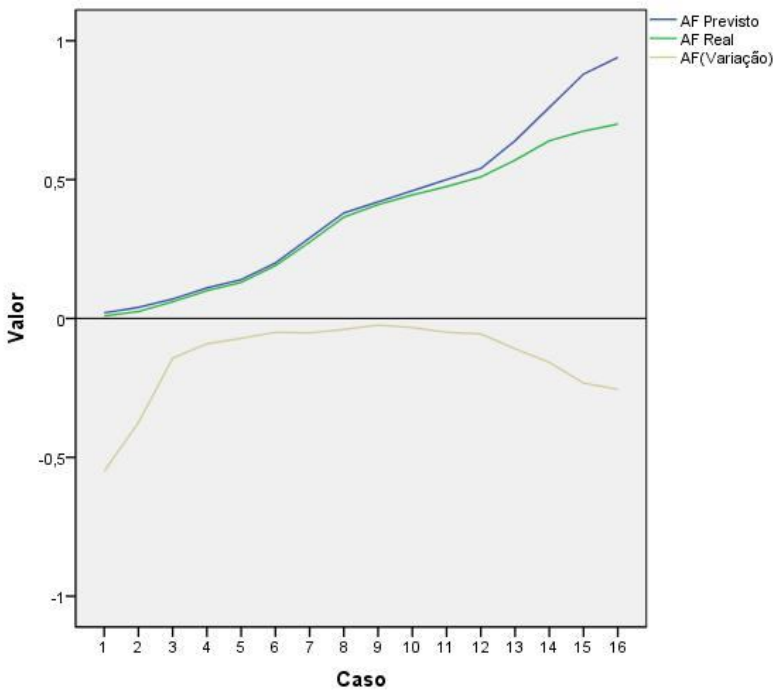


Gráfico 4.52: Avanço Físico do empreendimento N4

Como se pode observar no Gráfico 4.52, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, em todos os casos percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, durante a execução da obra houve poucas variações e o empreendimento foi finalizado num prazo, aproximadamente 1%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições não foram identificadas todos os meses, a relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 0,22 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 81%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.53.

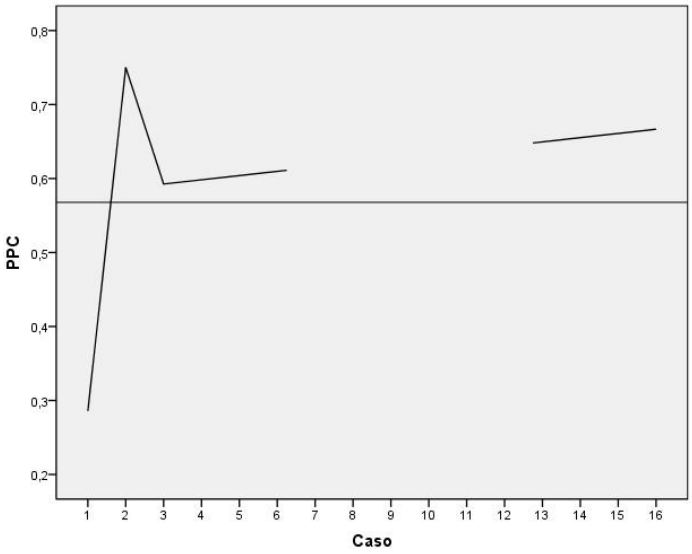


Gráfico 4.53: PPC do empreendimento N4

O gráfico mostra que não foram encontrados registros de todos os meses, mas é possível perceber uma tendência de PPC baixo. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (57%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas em alguns meses, totalizando 97 causas. As causas de origem interna somaram 87,50%. As causas externas, por sua vez, somaram 12,50%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.29 Empreendimento O1

Reforma de edificação pública. A programação totalizava 440 atividades e 512 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 08 amostras para o banco de dados, o que representa 100% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

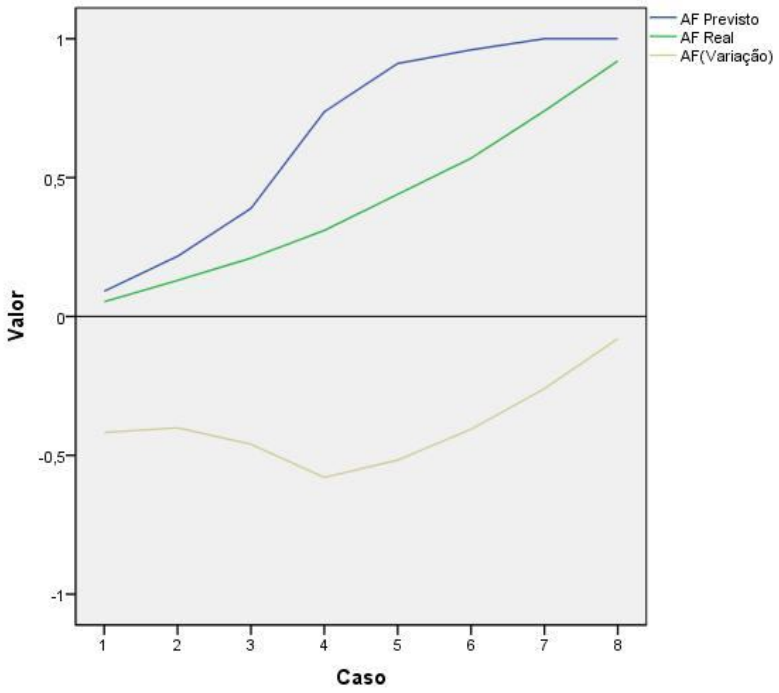


Gráfico 4.54: Avanço Físico do empreendimento O1

Como se pode observar no Gráfico 4.54, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, em todos os casos percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi finalizado num prazo 41%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas todos os meses, porém a relação entre o número de restrições e o número de atividades se obtém o valor de 0,70 restrições por atividades. Esse valor demonstra que houve um esforço para identificação de restrições maior que os outros empreendimentos relatados acima. O esforço para identificação de restrições deste empreendimento só não foi maior que o do empreendimento I3. O IRR médio do empreendimento foi de 43%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.55.

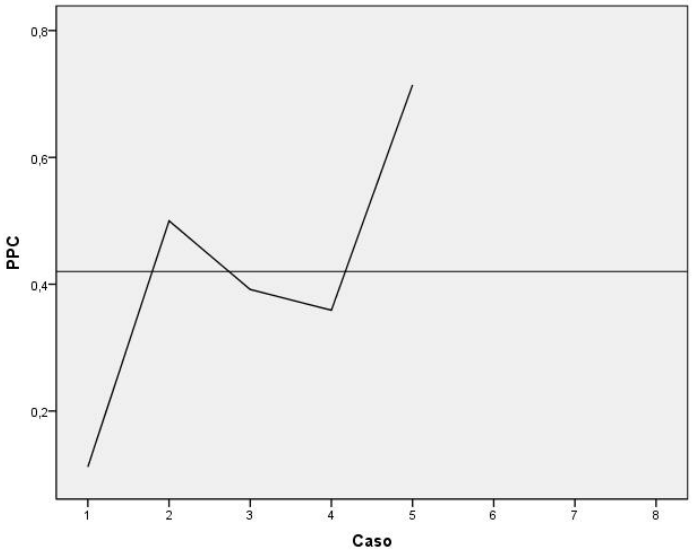


Gráfico 4.55: PPC do empreendimento O1

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC baixo. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (42%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 200 causas. Sendo todas de origem interna.

4.4.30 Empreendimento O2

Reforma de fachada de edificação pública. A programação totalizava 218 atividades e 229 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 10 amostras para o banco de dados, o que representa 100% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

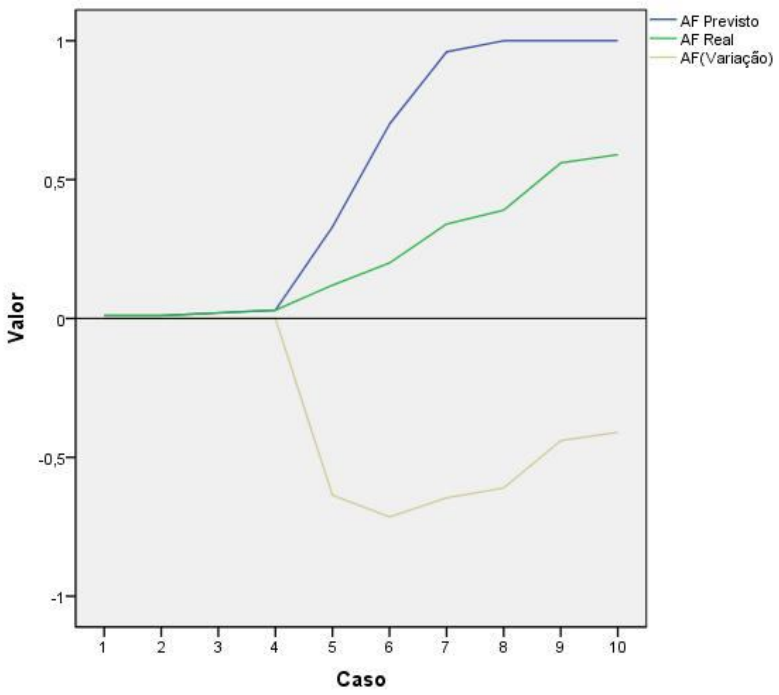


Gráfico 4.56: Avanço Físico do empreendimento O2

Como se pode observar no Gráfico 4.56, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 1 e 4 se observa valores iguais a zero indicando um desempenho igual ao planejado, enquanto que entre os casos 5 e 10 percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o empreendimento foi finalizado num prazo, 4% inferior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas, porém, a relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 0,24 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia grande esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 30%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) pode ser visualizado no Gráfico 4.57.

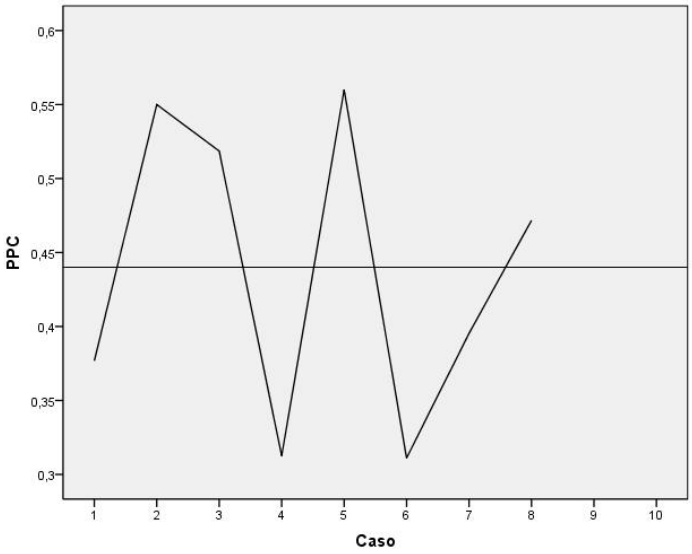


Gráfico 4.57: PPC do empreendimento O2

O gráfico mostra algumas variações, mas é possível perceber uma tendência de PPC baixo. A linha traçada no eixo Y demonstra o PPC médio da Obra (44%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 214 causas. As causas de origem interna somaram 72,73%. As causas externas, por sua vez, somaram 27,27%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.4.31 Empreendimento O3

A programação totalizava 443 atividades e 458 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 8 amostras para o banco de dados, o que representa 72% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP) e Percentual de Planos Concluídos (PPC).

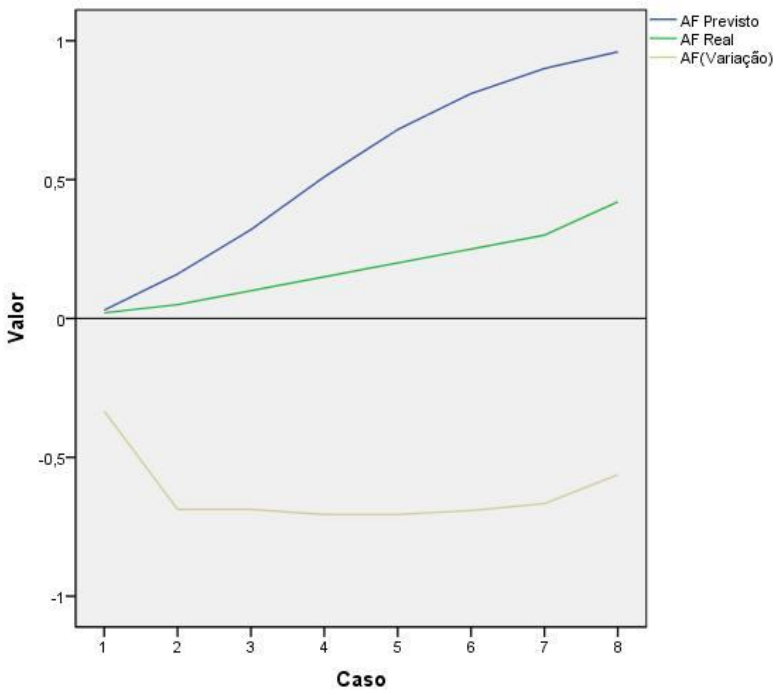


Gráfico 4.58: Avanço Físico do empreendimento O3

Como se pode observar no Gráfico 4.58, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, em todos os casos percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 3%, inferior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições não foram identificadas. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) foi registrado apenas no primeiro mês, no valor de 55%. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 188 causas. As causas de origem interna somaram 60%. As causas externas, por sua vez, somaram 40%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela maior de causas internas em relação às externas.

4.4.32 Empreendimento O4

A programação totalizava 227 atividades e 240 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 2 amostras para o banco de dados, o que representa 24% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP) e Percentual de Planos Concluídos (PPC).

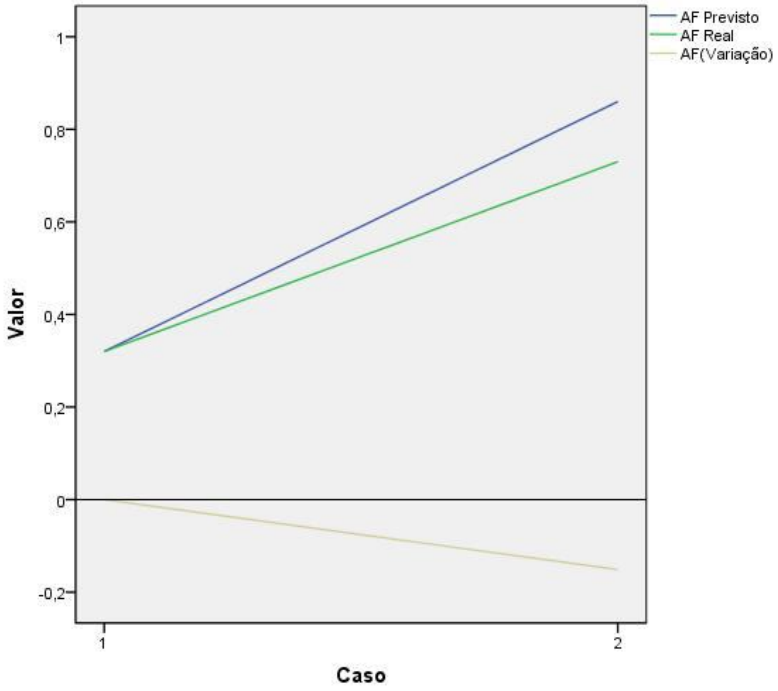


Gráfico 4.59: Avanço Físico do empreendimento O4

Como se pode observar no Gráfico 4.59 de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, a empresa de consultoria começou a realizar o acompanhamento quando o empreendimento já tinha 32% de avanço físico. Após esse momento, percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 81%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições não foram identificadas. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) médio da Obra (16%) com base nos meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas, totalizando 55 causas. As causas de origem interna somaram 50%. As causas externas, por sua vez, também somaram 50%.

4.4.33 Empreendimento O5

Construção de edificação pública de aproximadamente 700m². A programação totalizava 219 atividades e 235 interdependências. Esse empreendimento contribuiu com 6 amostras para o banco de dados, o que representa 78% do tempo de duração total da obra.

No que diz respeito aos indicadores obtidos durante o controle do planejamento, os indicadores que compõe o banco de dados relativo a este empreendimento são: Avanço Físico (AF), Desvio de Prazo (DP), Percentual de Planos Concluídos (PPC) e Índice de Remoção de Restrições (IRR).

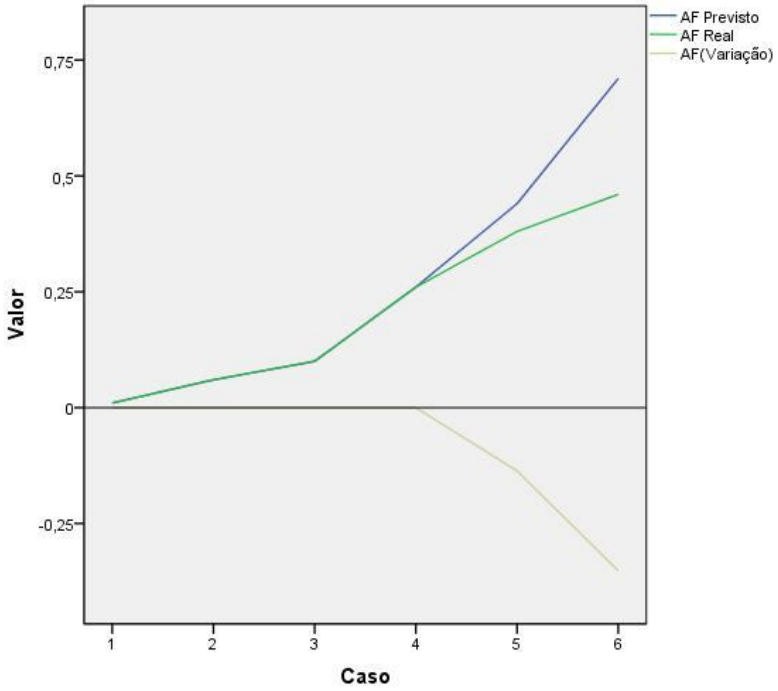


Gráfico 4.60: Avanço Físico do empreendimento O5

Como se pode observar no Gráfico 4.60, de acordo com a linha abaixo do eixo Y que representa a variação do avanço físico, entre os casos 1 e 4 se observa valores iguais a zero indicando um desempenho igual ao planejado, enquanto que entre os casos 5 e 6 percebe-se um atraso do avanço do empreendimento em relação ao planejado, pois a linha mostra valores negativos. Quanto ao desvio de prazo, o último caso registrado demonstra que o empreendimento seria concluído num prazo, aproximadamente 28%, superior ao planejado.

No que diz respeito ao Índice de remoção de restrições (IRR), as restrições foram identificadas em alguns meses, porém a relação entre o número de restrições e o número de atividades é de 0,47 restrições por atividades. Esse valor demonstra que não havia esforço para identificação de restrições. O IRR médio do empreendimento foi de 43%. Já o Percentual de Planos Concluídos (PPC) médio da Obra (9%) com base nos únicos dois meses em que foram identificados registros. As causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foram identificadas durante 12 meses, totalizando 118 causas. As causas de origem interna somaram 83,33%. As causas externas, por sua vez, somaram 16,67%. Neste empreendimento percebeu-se uma parcela substancialmente maior de causas internas em relação às externas.

4.5 INDICADOR DE BOAS PRÁTICAS DOS EMPREENDIMENTOS

A seguir são apresentados os indicadores de boas práticas de cada um dos empreendimentos. Conforme mencionado no capítulo 2, no item 2.6, o conjunto de práticas está dividido em 14 boas práticas (BP), apresentado novamente a seguir:

- BP-1: Monitoramento mensal do percentual de avanço físico;
- BP-2: Monitoramento do andamento da obra em relação ao prazo inicial;
- BP-3: Identificação de restrições;
- BP-4: Definição de responsável para remoção de restrições;
- BP-5: Controle de remoção de restrições;
- BP-6: Definição de responsável para realização das atividades;
- BP-7: Programação de atividades suplentes;
- BP-8: Definição de equipes para realização das atividades;
- BP-9: Avaliação da qualidade do plano semanal (medição do PPC);
- BP-10: Identificação das causas de não cumprimento;
- BP-11: Rotinização das reuniões;
- BP-12: Reunião Participativa;

- BP-13: Finalidade da coleta do PPC[5];
- BP-14: Incremento do PPC evidenciando tomada de ações corretivas.

Conforme mencionado, as notas foram atribuídas da seguinte forma: (a) peso 1 (um), para práticas utilizadas de maneira integral; (b) peso 0,5 (meio), para práticas utilizadas de maneira parcial pela empresa; e (c) peso 0 (zero), para práticas não utilizadas, de acordo com proposta de Bernardes (2001).

O cálculo de IBPVP, IBPPMP e IBPPCP foi realizado por meio da média das práticas que compõem cada grupo, e IBPP é a média das 14 boas práticas.

Na Tabela 4.5, são mostrados os valores obtidos na avaliação dos empreendimentos e o cálculo dos indicadores.

[5] Foi adotado valor 1,0 quando é utilizado para o gerenciamento de produção; e 0,5 quando é utilizado para monitoramento do empreendimento.

Tabela 4.5: Indicadores de Boas Práticas dos empreendimentos

Empreendi-mento	BP-1	BP-2	IBPVP	BP-3	BP-4	BP-5	BP-6	IBPPMP	BP-7	BP-8	BP-9	BP-10	BP-11	BP-12	BP-13	IBPPCP	BP-14	IBPP
A1	1,00	0,00	**0,50**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,58**	0,00	**0,36**
A2	1,00	0,67	**0,83**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,71**	0,00	**0,48**
B5	1,00	1,00	**1,00**	0,64	0,00	0,64	1,00	**0,57**	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,86**	0,50	**0,77**
C1	1,00	1,00	**1,00**	0,88	0,00	0,88	0,00	**0,44**	0,00	1,00	0,76	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,82**	0,50	**0,72**
D1	1,00	1,00	**1,00**	0,94	1,00	0,94	0,00	**0,72**	0,00	0,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,70**	0,50	**0,73**
D2	1,00	1,00	**1,00**	0,78	1,00	0,78	0,50	**0,76**	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,79**	0,50	**0,79**
D3	1,00	1,00	**1,00**	0,92	0,50	0,92	0,50	**0,71**	0,00	0,50	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,77**	0,50	**0,77**
E1	1,00	1,00	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,50	**0,88**	0,00	0,50	0,78	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,75**	0,50	**0,81**
F1	1,00	1,00	**1,00**	0,82	1,00	0,82	0,50	**0,79**	0,00	1,00	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,83**	1,00	**0,86**
G1	1,00	1,00	**1,00**	0,83	1,00	0,83	0,50	**0,79**	0,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,81**	1,00	**0,85**
H1	1,00	1,00	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,50	**0,88**	0,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,76**	0,00	**0,77**
I1	1,00	0,46	**0,73**	0,25	0,36	0,25	0,00	**0,21**	0,00	0,00	0,04	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,58**	0,00	**0,45**
I2	1,00	1,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	1,00	0,71	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,82**	0,50	**0,59**
I3	1,00	1,00	**1,00**	0,88	1,00	0,88	0,50	**0,81**	0,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,82**	1,00	**0,86**
I4	1,00	0,62	**0,81**	0,52	1,00	0,52	0,50	**0,64**	0,00	1,00	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,79**	1,00	**0,76**
I5	1,00	0,48	**0,74**	0,45	0,50	0,45	1,00	**0,60**	0,00	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,76**	0,00	**0,66**
I6	1,00	1,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,62**	0,00	**0,45**
J1	0,75	0,00	**0,38**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	**0,50**	0,00	**0,30**
J2	1,00	0,00	**0,50**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	**0,50**	0,00	**0,32**
K1	1,00	1,00	**1,00**	0,86	0,00	0,86	0,00	**0,43**	0,00	0,00	0,86	1,00	1,00	0,00	0,50	**0,48**	0,50	**0,54**

Tabela 4.5: Indicadores de Boas Práticas dos empreendimentos (continuação)

Empreendi-mento	BP-1	BP-2	IBPVP	BP-3	BP-4	BP-5	BP-6	IBPPMP	BP-7	BP-8	BP-9	BP-10	BP-11	BP-12	BP-13	IBPPCP	BP-14	IBPP
K2	1,00	1,00	**1,00**	1,00	0,00	1,00	0,50	**0,63**	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	**0,71**	0,00	**0,68**
K3	1,00	0,64	**0,82**	0,57	0,00	0,57	0,21	**0,34**	0,00	0,57	0,64	1,00	1,00	1,00	1,00	0,74	0,00	**0,59**
L1	1,00	1,00	**1,00**	0,44	0,00	0,44	0,00	**0,22**	0,00	0,00	0,89	1,00	1,00	0,00	0,50	0,48	1,00	**0,52**
M1	1,00	1,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,50	1,00	**0,46**
N1	1,00	1,00	**1,00**	0,83	1,00	0,83	0,00	**0,67**	0,00	1,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83	1,00	**0,82**
N2	1,00	1,00	**1,00**	0,83	1,00	0,83	0,00	**0,67**	0,00	0,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	0,69	1,00	**0,75**
N3	1,00	1,00	**1,00**	0,43	1,00	0,43	0,00	**0,46**	0,00	1,00	0,43	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	1,00	**0,73**
N4	1,00	1,00	**1,00**	0,19	1,00	0,19	0,50	**0,47**	0,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,00	**0,65**
O1	1,00	1,00	**1,00**	1,00	1,00	1,00	0,50	**0,88**	0,00	1,00	0,63	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	**0,87**
O2	1,00	1,00	**1,00**	0,70	0,00	0,70	0,00	**0,35**	0,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83	0,50	**0,69**
O3	1,00	1,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	1,00	0,13	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	**0,51**
O4	1,00	1,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,71	1,00	**0,57**
O5	1,00	1,00	**1,00**	0,67	0,00	0,67	0,00	**0,33**	0,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,76	0,00	**0,62**

Com base nos dados apresentados neste capítulo, foram realizadas análises viabilizando a obtenção das respostas das questões de pesquisa investigadas neste trabalho. Vale ressaltar que os planos analisados são de uma única empresa, ou seja, todos foram elaborados de acordo com a mesma sistemática de planejamento, o que garante uma maior confiabilidade para os resultados. No próximo capítulo, esses resultados serão apresentados.

5. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados das análises realizadas com os dados fornecidos. Os dados são provenientes de 33 obras acompanhadas por uma empresa de consultoria em planejamento de obras. Além da análise descritiva das variáveis pertencentes à base de dados, são apresentados e discutidos os resultados obtidos, comparando-os com trabalhos anteriores apresentados na literatura. No princípio, são apresentados os resultados referentes à avaliação do sistema de PCP em função dos indicadores de boas práticas. Em seguida, discute-se o resultado da avaliação do impacto de boas práticas de PCP na eficácia do planejamento, assim como o resultado do impacto da eficácia do PCP no desempenho dos empreendimentos. Por último, são mostrados os resultados referentes aos indicadores de gestão da produção utilizados neste trabalho.

5.1 INDICADORES DE BOAS PRÁTICAS DE PCP

Neste item serão apresentados resultados referentes à análise das boas práticas adotadas no processo de elaboração e controle do planejamento de obra. As práticas foram divididas em três grupos: O primeiro grupo diz respeito à verificação do prazo da obra, o segundo refere-se ao Planejamento de Médio Prazo e o último trata do Planejamento de Curto Prazo.

Tabela 5.1: Análise descritiva dos indicadores de boas práticas

Boas Práticas	**Valor Mínimo**	**Valor Máximo**	**Valor Médio**	**Desvio Padrão**
Para verificação do prazo do empreendimento (IBPVP)	0,38	1,00	0,92	0,17
Para Planejamento de Médio Prazo (IBPPMP)	0,00	0,88	0,43	0,32
Para Planejamento de Curto Prazo (IBPPCP)	0,48	0,86	0,71	0,12

No indicador de boas práticas para verificação do prazo do empreendimento (**IBPVP**), verificou-se valor mínimo de **0,38** e máximo de **1,00**, obtendo-se uma média de **0,92** e desvio padrão de **0,17**. Ou seja, **92%** das práticas referentes a este indicador foram adotadas nos empreendimentos analisados.

No que diz respeito ao indicador de boas práticas para Planejamento de Médio Prazo (**IBPPMP**), observou-se valor mínimo de **0,00** e máximo de **0,88**, obtendo-se uma média de **0,43** e desvio padrão de **0,32**. Ou seja, apenas **43%** das boas práticas para planejamento de médio prazo foram utilizadas nos empreendimentos analisados.

Já para o indicador de boas práticas para Planejamento de Curto Prazo (**IBPPCP**), observou-se valor mínimo de **0,48** e máximo de **0,86**, obtendo-se uma média de **0,71** e desvio padrão de **0,12**. Ou seja, **71**% das práticas referentes a este indicador foram adotadas nos empreendimentos analisados.

Pode-se observar que as práticas referentes ao Planejamento de Médio Prazo foram menos adotadas pela empresa pesquisada. No caso específico deste nível, os principais problemas detectados foram decorrentes do não cumprimento das metas definidas pela empresa de consultoria juntamente à contratante. Os demais níveis de planejamento, apesar de não terem sido totalmente implementados, apresentarem melhores indicadores, o que leva a crer que as empresas contratantes estudadas possuem um melhor comprometimento com os mesmos.

A seguir são apresentados os resultados em função do tipo de empresa. Observou-se que nas empresas incorporadoras o valor dos indicadores tende a ser menor, principalmente no que se diz respeito ao IBPPMP.

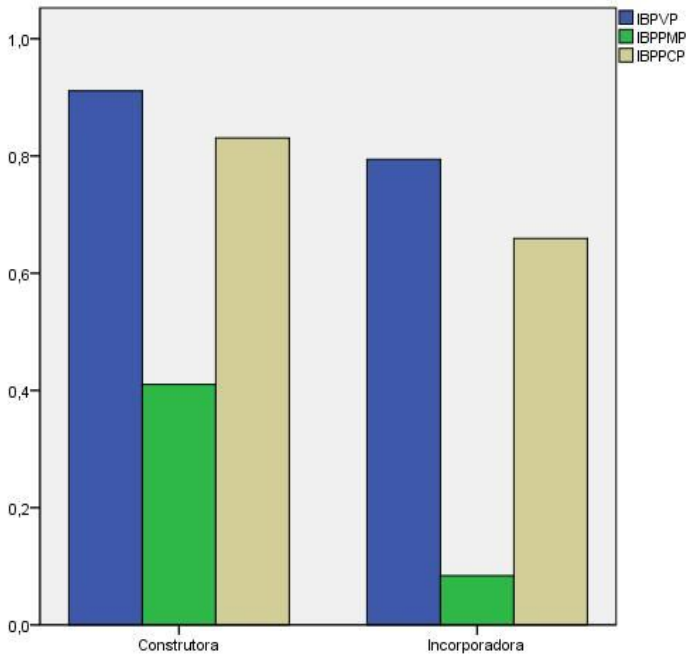


Gráfico 5.1: IBPP por tipo de empresa

Isto pode ser justificado levando em consideração dois fatos. Primeiro, que no planejamento elaborado para as incorporadoras, as restrições são identificadas e controladas somente quando a compra do material para execução do empreendimento é de responsabilidade da incorporadora. O segundo fato é que as incorporadoras estudadas não interferem no processo da construtora, não sendo comum a adoção de práticas referentes à restrição. Desta forma, o IBPPMP é baixo.

Após a realização da análise de cada um dos três grupos de práticas, foi realizada a análise de cada uma das práticas. A seguir, são apresentados os resultados referentes a esta análise. Vale ressaltar que a identificação da utilização de cada uma das práticas foi feita através da análise de arquivos, ou seja, foram buscadas evidências da aplicação das práticas nos planos de cada um dos empreendimentos.

5.1.1 IBP PARA VERIFICAÇÃO DO PRAZO DA OBRA

Neste item são apresentados resultados referentes aos IBPVP considerando BP-1 e BP-2. A primeira prática – BP-1: Monitoramento mensal do percentual de avanço físico foi a que obteve maior valor médio, tendo sido mais adotada. O valor médio observado foi de 100%, tendo sido totalmente aplicada em todos os empreendimentos.

Já a segunda prática – BP-2: Monitoramento do andamento da obra em relação ao prazo inicial obteve um valor médio de 84%, podendo ser considerado também um bom resultado.

Este indicador era acompanhado pela empresa de forma destacada porque era uma informação importante para as contratantes, que visualizavam a diferença entre os prazos previstos e realizados, e orientava, caso necessário, para medidas de replanejamento.

5.1.2 IBP DO PLANO DE MÉDIO PRAZO

De acordo com a Tabela 5.2, a identificação de restrições e o controle de remoção de restrições foram realizados em 58% dos casos. A definição de responsável para remoção de restrições aconteceu em 54% dos casos analisados. Em apenas 32% foi realizada a definição de responsável para realização das atividades.

Tabela 5.2: Práticas referentes ao IBPPMP

Boas Práticas	**Valor Mínimo**	**Valor Máximo**	**Valor Médio**	**Desvio Padrão**
BP-3: Identificação de restrições	0,00	1,00	0,58	0,39
BP-4: Definição de responsável para remoção de restrições	0,00	1,00	0,54	0,48
BP-5: Controle de remoção de restrições	0,00	1,00	0,58	0,39
BP-6: Definição de responsável para realização das atividades	0,00	1,00	0,23	0,31

Analisando-se os relatórios observou-se que nem todos os meses de acompanhamento dos empreendimentos os indicadores de restrições foram mensurados, muitas vezes, por definição de contrato que não previa sempre a realização deste tipo de tarefa.

Apesar do indicador BP-6 ter sido baixo, isto não significa que não exista um responsável pela realização das atividades nos empreendimentos; o que aconteceu foi que poucas vezes este responsável foi definido no momento do planejamento de médio prazo. Normalmente, esta tarefa é desempenhada pelos mestres de obras e/ou encarregados de serviço.

Ao analisar a aplicação das práticas de acordo com o tipo de empresa, percebeu-se grande diferença entre os resultados. As únicas práticas aplicadas em planos de empresas incorporadoras são: identificação de restrições e controle de remoção de restrições. O Gráfico 5.2 apresenta o alcance das práticas por tipo de empresa.

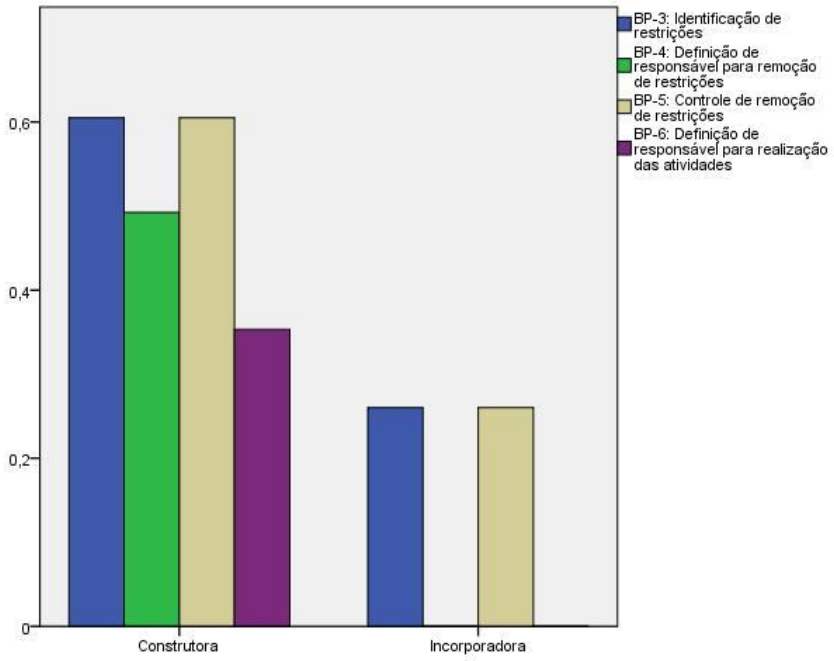


Gráfico 5.2: IBPPMP - Práticas por tipo de empresa

Como já foi dito anteriormente, o acompanhamento deste tipo de empreendimento é feito tendo como base o plano de longo prazo. E quando a compra do material para execução do empreendimento é de responsabilidade da incorporadora é feita a identificação e controle das restrições, o que justifica o aparecimento dessas duas causas. Estas tarefas alimentavam principalmente o processo de aquisição de materiais, sendo que a construtora utilizava-as de forma mais sistemática. No caso da incorporada, estes dados serviam mais como acompanhamento do processo de execução dos empreendimentos.

5.1.3 IBP DO PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO

De acordo com a

Tabela 5.3, a Programação de atividades suplentes foi uma prática não evidenciada em nenhum dos casos. A definição de equipes para realização das atividades foi feita em 68% dos casos. A avaliação da qualidade do plano semanal, por meio da medição do PPC, foi realizada em 60% dos casos. A identificação das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho foi realizada em 100% dos casos. Em 100% dos casos houve rotinização das reuniões e 91% delas foi participativa. Na maioria dos casos (95%), o PPC foi utilizado para gerenciamento de produção.

Tabela 5.3: Práticas referentes ao IBPPCP

Boas Práticas	**Valor Mínimo**	**Valor Máximo**	**Valor Médio**	**Desvio Padrão**
BP-7: Programação de atividades suplentes	0,00	0,00	0,00	0,00
BP-8: Definição de equipes para realização das atividades	0,00	1,00	0,68	0,47
BP-9: Avaliação da qualidade do plano semanal (medição do PPC)	0,00	1,00	0,60	0,32
BP-10: Identificação das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho	1,00	1,00	1,00	0,00
BP-11: Rotinização das reuniões	1,00	1,00	1,00	0,00
BP-12: Reunião Participativa	0,00	1,00	0,91	0,36
BP-13: Finalidade da coleta do PPC	0,50	1,00	0,95	0,18

A programação das atividades suplentes é originada do *Last Planner*®, conforme descrito no Capítulo 2. Porém, como já mencionado anteriormente, o processo de planejamento estudado não é típico do *Last Planner*®; logo nem todas as práticas deste sistema são adotadas pela empresa de consultoria estudada. Isto justifica o valor nulo obtido na BP-7.

No caso do indicador BP-8 ter sido menor que os demais, isto não significa que as equipes não eram definidas para realização das atividades nos empreendimentos; o que aconteceu foi que, poucas vezes, esta definição aconteceu no momento do planejamento de curto prazo. Normalmente, esta tarefa é desempenhada pelos engenheiros em conjunto com os mestres de obras e/ou encarregados de serviço.

No caso do BP-9, as tarefas eram dimensionadas mensalmente e só eram consideradas comprometidas no período de curto prazo quando todas as respectivas restrições haviam sido eliminadas. O valor obtido na BP-9 significa que apenas em 60% dos casos foi obtido o registro dos indicadores. Quando havia o registro do indicador sempre eram determinadas as causas da não conclusão dos pacotes de trabalho em 100% dos pacotes de trabalho observados (BP-10). Porém, ocorreu outra situação onde foram encontrados empreendimentos que possuíam as causas da não conclusão dos pacotes definidas, mas não havia registro do respectivo PPC.

A BP-11: Rotinização das reuniões significa que havia uma padronização na formatação da reunião em mesmos locais e horários. O local mais comum das reuniões era o próprio canteiro, sendo que os dias e horários eram fixos para cada obra. As pessoas que participavam destas reuniões eram definidas antecipadamente e estavam sempre presentes. Os cargos mais comuns encontrados no estudo foram: engenheiro residente e

responsável pela aquisição de materiais e contratação de mão de obra. Eventualmente, participavam também os mestres e encarregados de obras.

Quando foi feita a comparação da aplicação das práticas de acordo com o tipo de empresa, houve uma maior diferença entre os resultados. A prática de avaliação da qualidade do plano, por meio da medição do PPC foi mais freqüente nos empreendimentos de empresas incorporadoras. Os dados da BP-13 indicam que em 95% dos casos estudados a finalidade do PPC era para gerenciamento da produção para as empresas construtoras estudadas. Enquanto que para as empresas incorporadoras o PPC é utilizado como Indicador de monitoramento.

O Gráfico 5.3 seguinte apresenta as boas práticas por tipo de empresa analisada.

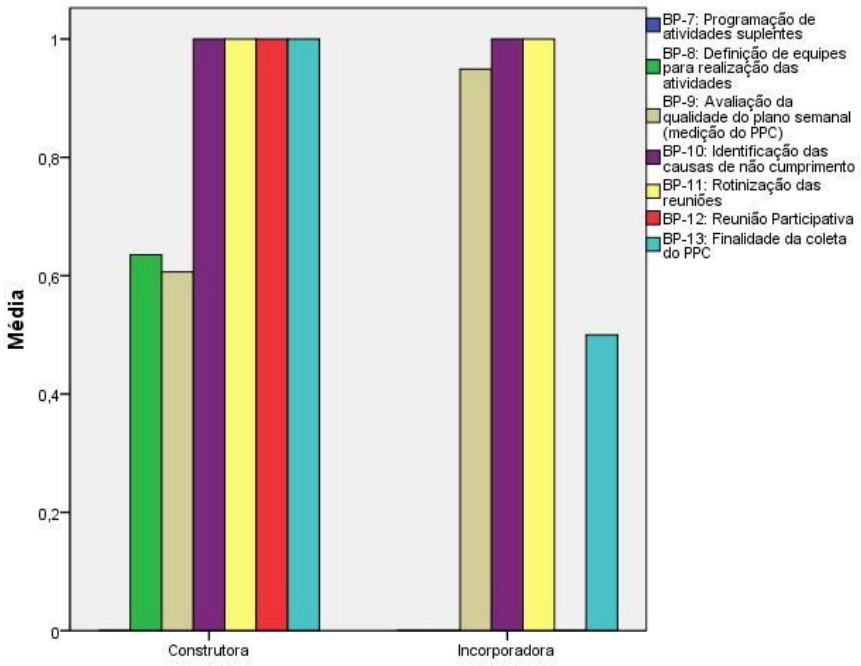


Gráfico 5.3: IBPPCP - Práticas por tipo de empresa

Analisando o gráfico pode-se observar que de acordo com os dados dos arquivos, não havia rotinização das reuniões em empreendimentos de empresas incorporadoras.

5.1.4 – BOA PRÁTICA PARA TODOS NÍVEIS

A décima quarta análise se refere a uma prática que deveria ser adotada em todos os níveis de planejamento, pois diz respeito à tomada de ações corretivas devida à análise

crítica dos dados e conseqüente melhoria do processo de planejamento. A evidência dessa prática é dada por meio do Incremento do PPC ao longo do tempo. Por exemplo, se o nível de atendimento observado do PPC for crescente em relação à avaliação anterior, significa que o comprometimento com o planejado está melhorando. Esta prática foi evidenciada em 47% dos casos analisados.

5.1.5 INDICADOR DE BOAS PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO

Por fim, foi determinado o Indicador de Boas Práticas de Planejamento após a análise das quatorze práticas dos casos estudados. O empreendimento com menor desempenho teve 30% das práticas evidenciadas. Enquanto que o empreendimento com maior desempenho teve de 87% das práticas evidenciadas. Isto significa que o processo de planejamento, tendo como referência as boas práticas, funcionou melhor onde o indicador foi maior. Esta análise pode ser verificada na Tabela 5.4 seguinte.

Tabela 5.4: Indicador de Boas Práticas de Planejamento

Indicador de Boas Práticas	**Valor Mínimo**	**Valor Máximo**	**Valor Médio**	**Desvio Padrão**
Indicador de Boas Práticas de Planejamento (IBPP)	0,30	0,87	0,65	0,16

No geral, a média aponta que 65% das práticas foram utilizadas pela empresa de consultoria, conforme Tabela 5.4.

A seguir no Gráfico 5.4: Histograma da Boas Práticas - podem ser verificadas as práticas que obtiveram maior nota nos planos avaliados.

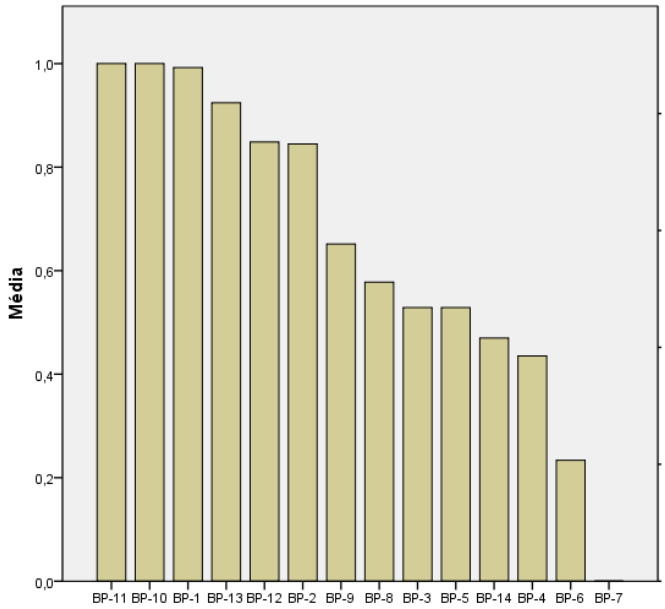


Gráfico 5.4: Histograma da Boas Práticas

Analisando-se o Gráfico 5.4, vale ressaltar que todas as práticas que se referem ao planejamento de médio prazo apresentaram valor inferior a 60%. Por outro lado, a maioria das práticas de curto prazo e de verificação de prazo apresentou valores superiores a 60%. Isto comprovou as observações anteriores de que as empresas contratantes davam maior importância às práticas de curto e longo prazo.

5.2 IMPACTO DE IBPP NA EFICÁCIA DO PLANEJAMENTO

Nesta análise buscou-se entender as relações do indicador de boas práticas com o percentual de planos concluídos, com qual se pretende testar se a utilização de boas práticas de planejamento afeta o desempenho do mesmo. Tem-se IBP como a variável dependente e o PPC como a variável independente. Para esse caso, o tamanho da amostra era de 224 casos em que havia registro de ambos os indicadores.

Desta forma, pretendeu-se testar esta hipótese através das seguintes equações:

$$IBPP = \beta_0 + \beta_1 .PPC \text{ (Equação 5.1)}$$

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ (Equação 5.2)}$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ (Equação 5.3)}$$

O objetivo era testar a hipótese nula (H_0) a fim de comprová-la ou rejeitá-la. Inicialmente testou-se a correlação de Pearson entre IBPP e PPC. Conforme se pode

observar na Tabela 5.5 as variáveis estão fortemente correlacionadas, obtendo um valor p igual a zero, o que rejeita a hipótese nula H_0.

Tabela 5.5: Correlação de Pearson IBPP x PPC

		PPC
IBPP	Correlação de Pearson	0,375
	Significância	0,000
	N	224

Na Figura 5.2 seguinte pode-se observar o gráfico PPC x IBPP em que se pode comprovar a existência dessa correlação linear, através da concentração de pontos no quadrante direito superior do gráfico. Esta análise orientou para o procedimento posterior de obtenção do modelo de regressão.

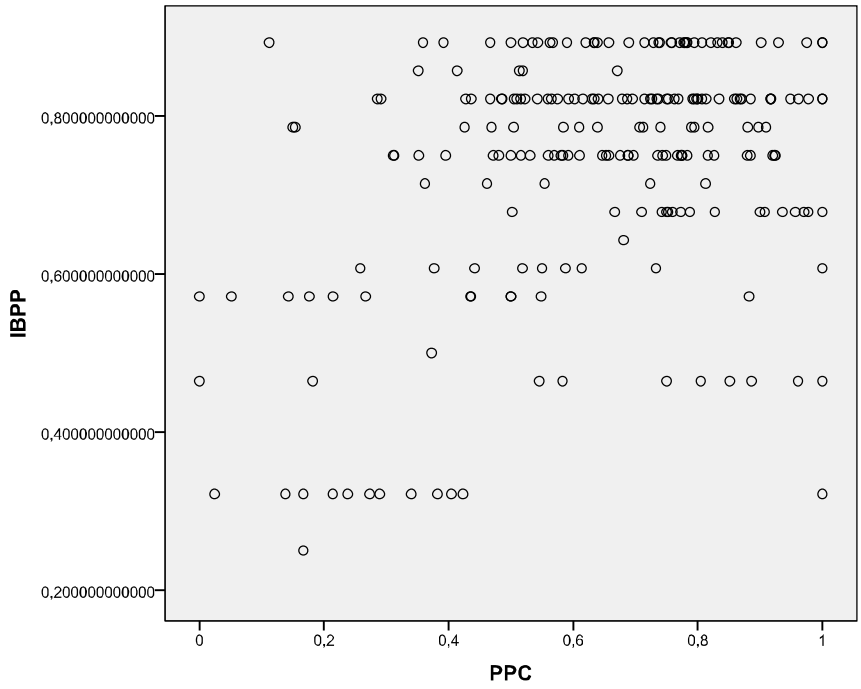


Figura 5.1: Gráfico de dispersão IBPP x PPC

Para os dados utilizados o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.6: Modelo de regressão IBPP x PPC para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,38	0,14	0,14	0,14

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	0,73	1,00	0,73	36,08	0,00
Resíduo	4,43	220,00	0,02		
Total	5,16	221,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constant)	0,58	0,03		20,50	0,00
PPC	0,25	0,04	0,38	6,01	0,00

O modelo de regressão IBPP x PPC obtido não foi consistente, uma vez que o teste de normalidade dos resíduos comprovou que estes não são normais. O ideal seria que a distribuição dos pontos no gráfico de teste de normalidade mostrasse algum padrão, pois assim seria possível afirmar que a variável afeta a resposta. Porém, a distribuição dos pontos não apresentou tendência, isto é, os pontos apresentaram-se distribuídos aleatoriamente no gráfico. Dessa forma, buscou-se fazer uma transformação na variável dependente no intuito de achar um melhor ajuste. Foram testadas funções de logaritmo natural de IBPP, exponencial de IBPP, quadrado de IBPP e raiz quadrada de IBPP. Para todos os casos foram feitas regressões e testadas as normalidades de seus resíduos, e em nenhum caso foram encontrados resíduos normalmente distribuídos, ou seja, os resíduos afastam-se substancialmente da linha de regressão, evidenciando que o modelo encontrado não é adequado. Por isso, o gráfico de teste de normalidade não foi apresentado.

5.3 IMPACTO DE PPC NO DESEMPENHO DOS EMPREENDIMENTOS

Nesta análise buscou-se entender as relações do desvio de prazo com o percentual de planos concluídos a fim de testar se a eficácia do planejamento afeta o desempenho do mesmo. Tem-se DP como a variável dependente e o PPC e a variável independente. Para esse caso, o tamanho da amostra era de 210 casos em que havia registro de ambos os indicadores.

Desta forma, pretendeu-se testar esta hipótese através das seguintes equações:

$$DP = \beta_0 + \beta_1 .PPC \text{ (Equação 5.4)}$$

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ (Equação 5.5)}$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ (Equação 5.6)}$$

O objetivo era testar a hipótese nula (H_0) a fim de comprová-la ou rejeitá-la. Inicialmente testou-se a correlação de Pearson entre PPC e DP. Conforme se pode observar na Tabela 5.7 as variáveis estão fortemente correlacionadas, obtendo um valor p igual a zero, o que rejeita a hipótese nula H_0.

Tabela 5.7:Correlação de Pearson

		PPC
DP (Variação)	Correlação de Pearson	-0,418
	Significância	0,000
	N	210

Na Figura 5.2 abaixo se tem um gráfico PPC x DP em que se pode comprovar a existência dessa correlação linear através da distribuição concentrada de pontos.

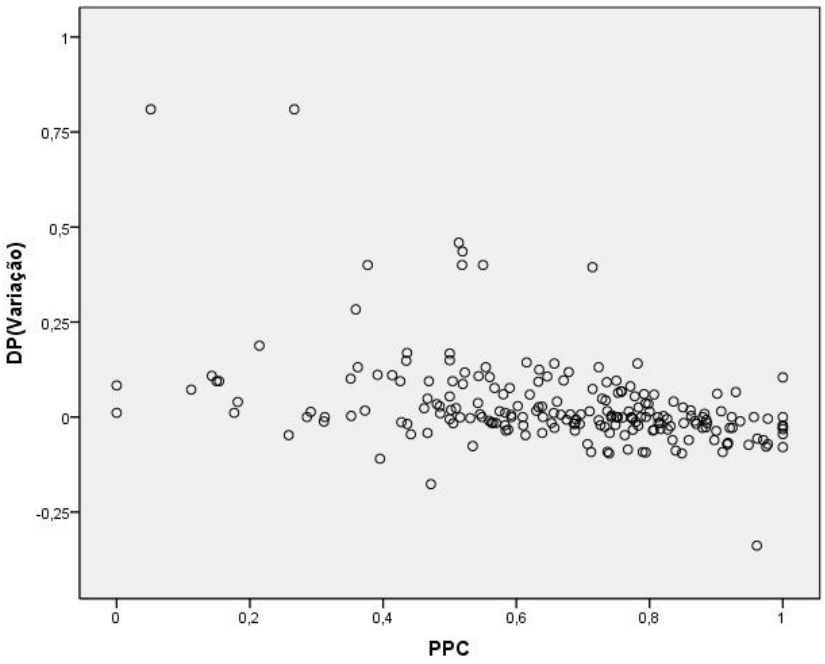


Figura 5.2: Gráfico de dispersão PPC x DC

Para os dados utilizados nesta análise, o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.8: Modelo de regressão PPC x DP para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R^2	R^2 Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,42	0,17	0,17	0,11

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	0,55	1,00	0,55	43,94	0,00
Resíduo	2,60	208,00	0,01		
Total	3,15	209,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	0,19	0,03		7,52	0,00
PPC	-0,24	0,04	-0,42	-6,63	0,00

O modelo de regressão PPC x DP não foi consistente uma vez que o teste de normalidade dos resíduos comprovou que estes não são normais. Dessa forma, buscou-se também fazer uma transformação na variável dependente no intuito de achar um melhor ajuste. Foram testadas as funções de logaritmo natural de DP, exponencial de DP, quadrado de DP e raiz quadrada de DP. Para todos os casos foram feitas regressões e testadas as normalidades de seus resíduos, apenas na transformação da variável para raiz quadrada de DP foram encontrados resíduos normalmente distribuídos (p-valor=0,063) e homogeneidade de variância.

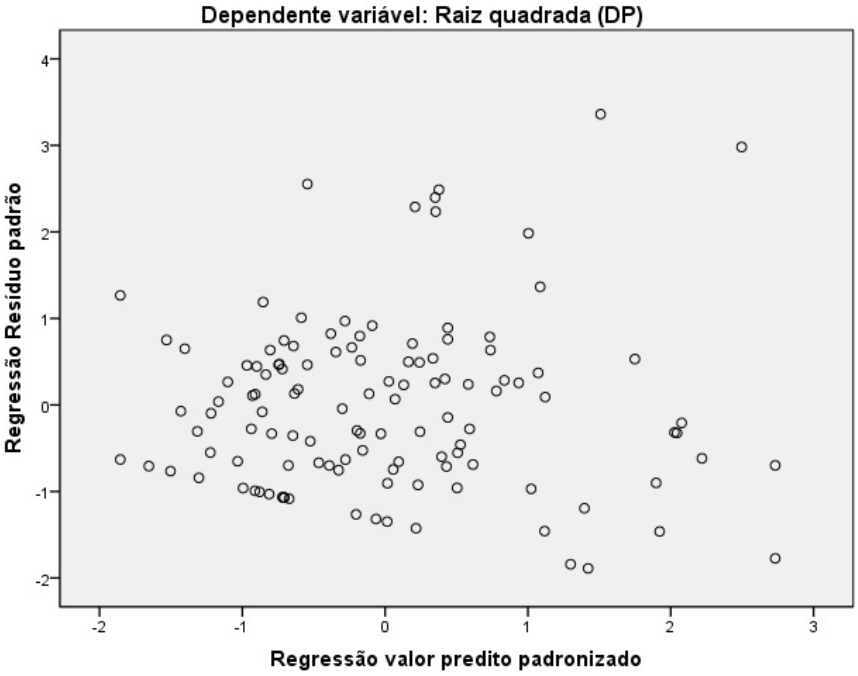


Figura 5.3: Homogeneidade de variâncias PPC x √DP

Para este caso, o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.9: Modelo de regressão PPC x √DP para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,36	0,13	0,12	0,17

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	0,51	1,00	0,51	17,56	0,00
Resíduo	3,42	118,00	0,03		
Total	3,93	119,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	0,41	0,05		8,97	0,00
PPC	-0,30	0,07	-0,36	-4,19	0,00

Nesta pesquisa, verificou-se que o teste de normalidade dos resíduos comprovou que estes são normais. Porém, no estudo de Moura (2008) não se corroborou a hipótese de que o prazo é afetado positivamente pela melhoria da eficácia do planejamento devido a não normalidade dos dados. Sendo assim, conforme o modelo de regressão obtido, o desvio de prazo poderia ser predito através da seguinte equação:

$$\sqrt{DP} = 0{,}41 - 0{,}30PPC \quad \text{(Equação 5.7)}$$

No entanto, apesar da correlação encontrada nos dados e um modelo válido para predição de DP, a equação encontrada não é muito satisfatória, uma vez que o coeficiente de determinação do modelo de regressão é extremamente baixo, em torno de 12%. Isto significa que 12% das variações do Desvio de Prazo são “explicadas” pelo PPC, ficando 88% sem explicação, ou seja, existem outros fatores que influenciam na determinação de DP que não foram considerados nesta análise. Desta forma, não é indicada a utilização desta equação para predição de DP.

5.3.1 CAUSAS DE NÃO-CUMPRIMENTO

Foram encontrados registros das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho em todos os empreendimentos estudados. Os registros estavam separados em nove categorias: Execução; Suprimentos; Absenteísmo; Projeto; Planejamento; Área não liberada; Finanças; Chuva e Outros. Porém, um dos objetivos desse estudo é analisar as causas e compará-las com os resultados obtidos em estudos anteriores. Para tanto, foi necessário fazer uma nova categorização das causas, para que a classificação ficasse o mais próximo possível dos trabalhos anteriores: Bortolazza (2006) e Moura (2008).

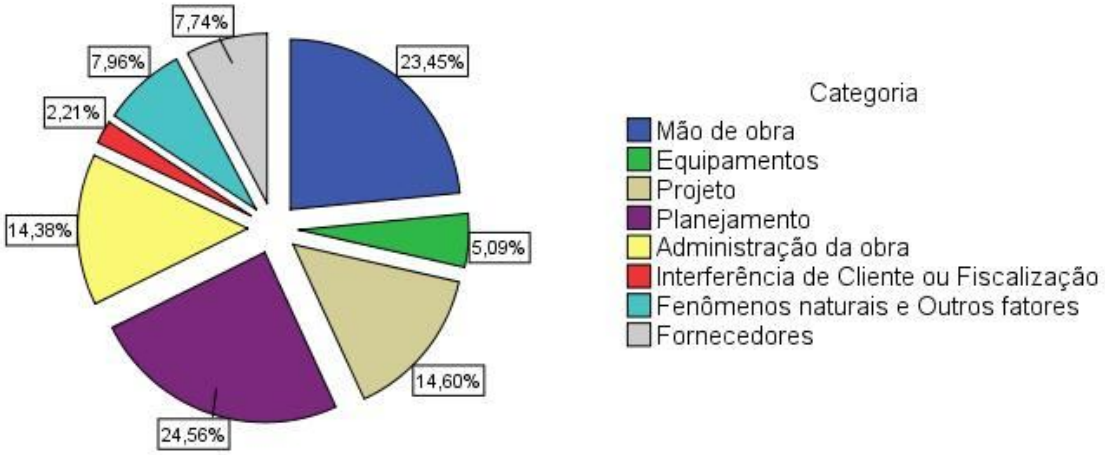


Gráfico 5.5: Percentual de incidências por categoria

Como se pode ver no Gráfico 5.5, as causas foram classificadas de acordo com as seguintes categorias: Mão de obra, Materiais, Equipamentos, Projeto, Planejamento (com enfoque na programação e controle da obra), Administração da obra, Interferência do Cliente, Fenômenos naturais e outros fatores, Fornecedores e Fiscalização. Uma vez obtidos estes indicadores, as contratantes poderiam utilizar de estratégias de melhoria das categorias, de forma imediata e sinalizando que estas causas deveriam ser mais bem observadas na avaliação seguinte.

A categoria que apresentou o maior número de incidências foi “Planejamento”, seguida de “Mão de obra” e “Projeto”. A seguir será apresentado um detalhamento das causas encontradas em cada categoria.

5.3.1.1 Mão de obra

Esta categoria representa 23,45% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As incidências mais comuns relacionadas a esta categoria foram: Absenteísmo; Acidente de trabalho; Atraso na conclusão de serviço contratado; Baixa produtividade; Erro de execução; Falta de mão de obra; Falta de programação do empreiteiro; Mão de obra desqualificada e Mudança de empreiteiro. O Gráfico 5.6 mostra o percentual de incidências para cada uma dessas causas.

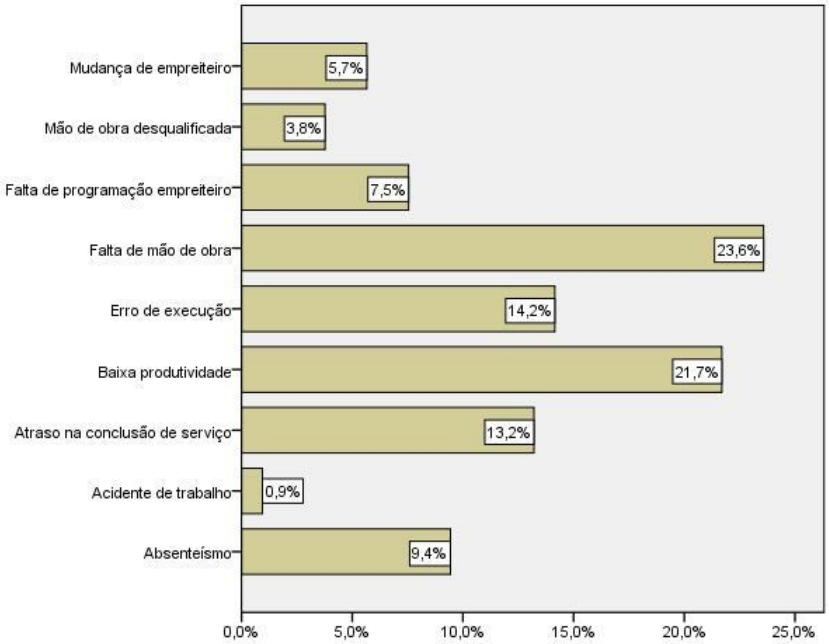


Gráfico 5.6: Causas relacionadas à mão de obra

Os problemas mais comuns foram: Falta de mão de obra (23,6%); Baixa produtividade (21,7%); Erro de execução (14,2%) e Atraso na conclusão de serviço (13,2%).

Para que estes problemas sejam minimizados torna-se importante que a empresa contratante invista em treinamento e qualificação dos operários e na implantação de tecnologias que melhorem a segurança em obra. Serra (2001) menciona que parte das melhorias em canteiro de obras pode ser compartilhada entre construtora e subempreiteiros. Para esta autora, o contratante pode também ajudar os subempreiteiros a melhorarem sua administração empresarial, reduzindo os problemas de gestão na obra.

5.3.1.2 Equipamentos

Esta categoria é responsável por 5,09% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As incidências mais comuns relacionadas a esta categoria foram: falta de equipamento (82,6%) ou equipamento quebrado (17,4%).

Torna-se importante que os contratantes estabeleçam parcerias com fornecedores de equipamentos de forma a contar com elementos mais modernos e com manutenção adequada. Também é fundamental o estabelecimento de contratos que descrevam os procedimentos a serem tomados no caso de descumprimento das condições que garantam a estabilidade do processo de produção na obra.

5.3.1.3 Projeto

Esta categoria representa 14,60% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As incidências mais comuns relacionadas com esta categoria foram: Atraso na entrega de projeto; Erro de projeto; Incompatibilização de projeto; Indefinição de projeto e Modificação de projeto. O Gráfico 5.7 mostra o percentual de incidências para cada um desses problemas.

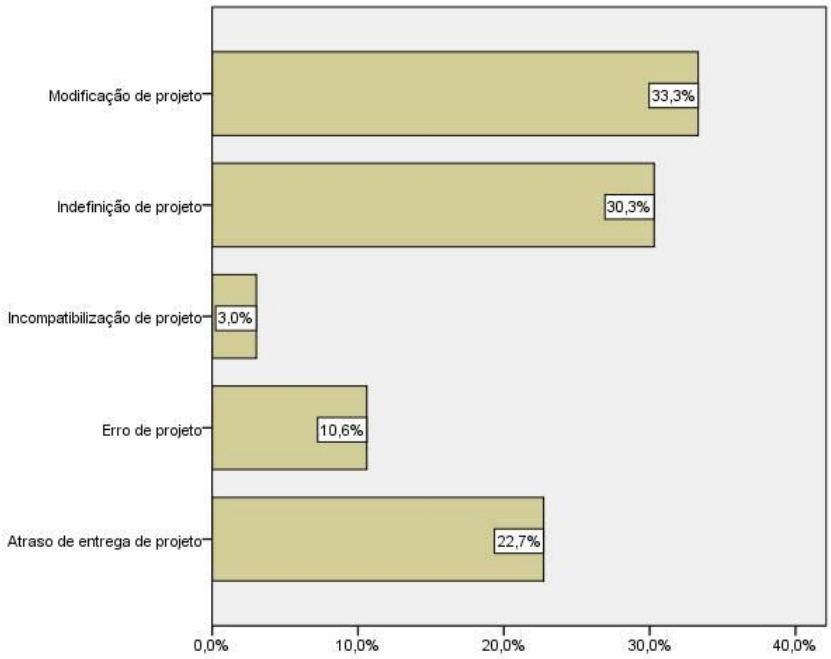


Gráfico 5.7: Causas relacionadas a projeto

Os problemas mais comuns foram: Modificação de projeto (33,3%); Indefinição de projeto (30,3%) e Atraso na entrega de projeto (22,7%).

O processo de projeto nem sempre recebe a devida atenção dos agentes atuantes na construção civil. O ideal seria que o projeto estivesse finalizado e revisado antes da obra começar. Entretanto, não é isso o que se observa, gerando, em muitos casos, os problemas citados. Recomenda-se que as empresas contratantes procurem melhorar o processo de projeto através do estabelecimento de metas e prazos entre os projetistas contratados, além da criação de um cargo de coordenador de projetos.

5.3.1.4 Planejamento

Problemas relacionados ao planejamento representam 24,78% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As causas referentes a esta categoria foram: Alteração de Plano de ataque; Área não liberada para realização de serviços; Atraso de predecessora; Dificuldade de execução; Falha na programação da obra. O Gráfico 5.8 mostra o percentual de incidências para cada uma dessas causas.

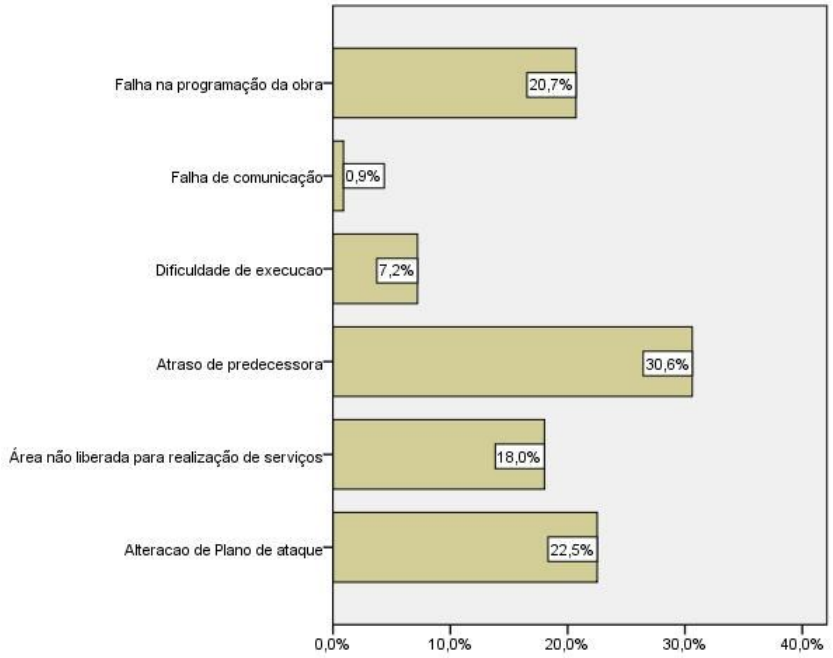


Gráfico 5.8: Causas relacionadas a planejamento

Os problemas mais comuns foram: Atraso de predecessora (30,6%); Alteração de Plano de ataque (22,5%) e Falha na programação da obra (20,7%).

Estes problemas foram detectados no nível de programação e controle da obra, gerando estratégias que modificam o planejamento. No caso da Alteração do Plano de ataque tal mudança pode alterar o cronograma da obra no nível administrativo. Assim, deve-se dar a devida importância a estes parâmetros através de um controle efetivo do processo de execução na obra.

5.3.1.5 Administração da obra

Esta categoria é responsável por 9,73% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As causas relacionadas a esta categoria foram: Atraso de contratação de serviços; Atraso do pagamento de Fornecedores; Atraso do pagamento dos empreiteiros; Atraso na compra de material; Erro na compra; Falta de recurso financeiro; Adiamento da atividade devido ao percentual financeiro já alcançado e Falha de orçamento. O Gráfico 5.9 mostra o percentual de incidências para cada uma dessas causas.

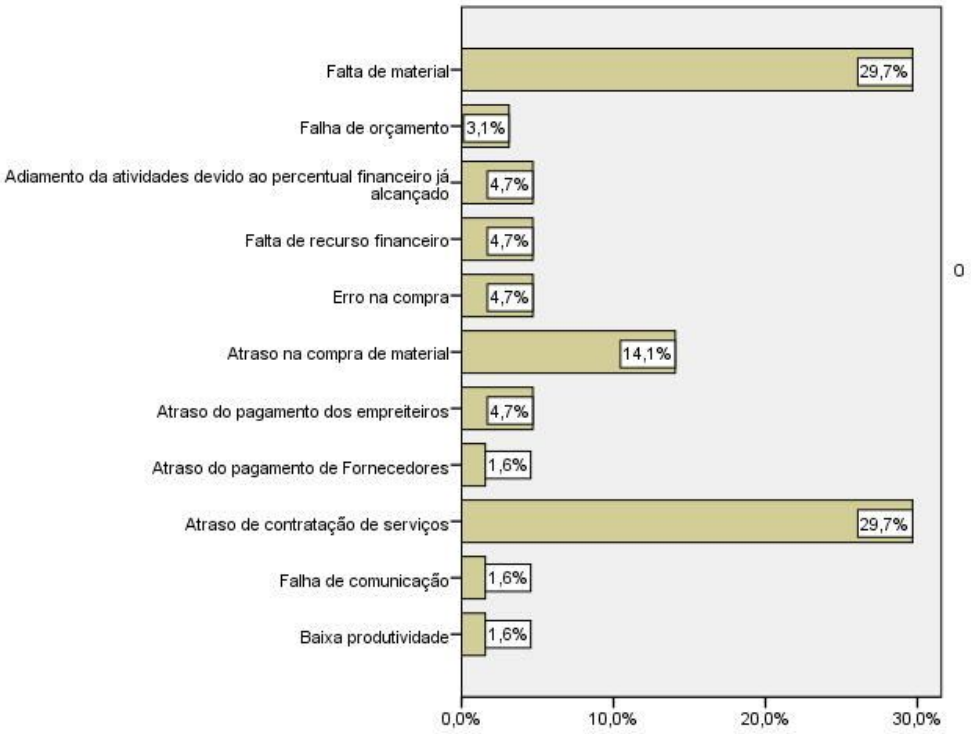


Gráfico 5.9: Causas relacionadas a administração

Os problemas mais comuns foram: Falta e material (29,7%); Atraso na contratação de serviços (29,7%) e atraso na compra de material (14,1%).

Neste caso, recomenda-se que as empresas contratantes invistam em sistemas de informações que registrem os passos administrativos dos vários setores que interagem com as obras. Dessa forma, as decisões serão tomadas tendo por base as informações reais, sejam na fase anterior da causa do problema, como na aquisição de materiais, seja na fase posterior, como o pagamento aos fornecedores pelos serviços prestados e/ou produtos entregues.

5.3.1.6 Interferência de cliente ou fiscalização

As interferências do cliente ou da fiscalização representam 2,21% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As causas referentes a esta categoria foram: Embargo da obra; Espera de aprovação da fiscalização; Execução não autorizada. O Gráfico 5.10 mostra o percentual de incidências para cada uma dessas causas.

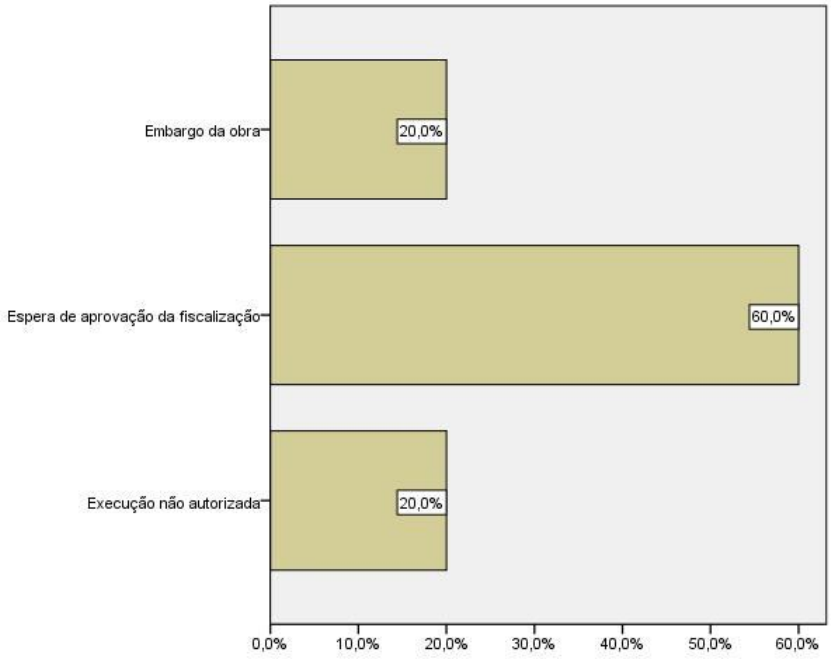


Gráfico 5.10: Causas relacionadas a interferências

O problema mais comum se refere à espera de aprovação da fiscalização, o que está relacionado à aprovação de material, serviço não definido em projeto, solicitação de modificação do serviço que já estava sendo executado e liberação de serviços adicionais por indisponibilidade de recursos financeiros.

É importante que tanto a empresa de consultoria em planejamento como a empresa contratante estejam preparadas para que as interferências dos clientes não prejudiquem os planos de execução. Para tanto, deve-se definir prazos para solicitação das modificações e serviços adicionais. Os mesmos devem ser executados em momento específico pré determinado em planejamento para evitar interferências que prejudiquem a execução do empreendimento.

5.3.1.7 Fenômenos Naturais e fatores externos

Esta categoria é responsável por 7,96% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As causas referentes a esta categoria foram: chuva e outros fatores, como: falta de energia; falta de água; feriado e greve. O Gráfico 5.11 mostra o percentual de incidências para cada uma dessas causas.

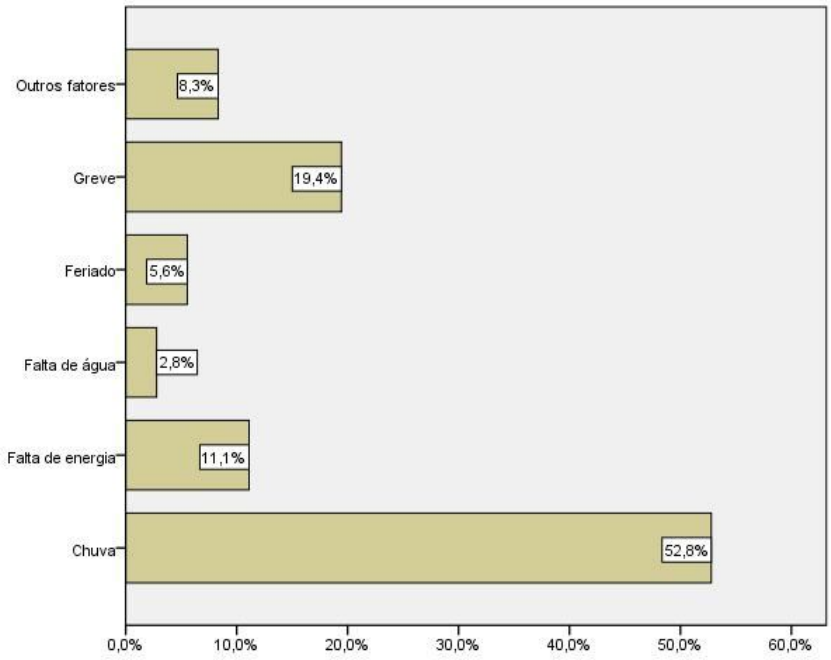


Gráfico 5.11: Causas relacionadas a fenômenos naturais e fatores externos

Os problemas mais comuns foram: chuva (52,8%), greve (19,4%) e falta de energia (11,1%).

Neste caso, as recomendações vão ao sentido de se prever antecipadamente a probabilidade destes problemas acontecerem. Muitas empresas procuram deixar um “buffer” no planejamento, denominado prazo de contingência, para que as obras possam ter certa folga para recuperar os problemas relacionados aos fenômenos naturais e fatores externos.

5.3.1.8 Fornecedores

Esta categoria é responsável por 7,74% das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho do plano de curto prazo. As causas referentes a esta categoria foram: atraso na

entrega, manutenção de equipamento do fornecedor, dificuldade de aquisição do material no mercado, mudança de fornecedor, material não-conforme com as especificações ou pedido. O Gráfico 5.12 mostra o percentual de incidências para cada uma dessas causas.

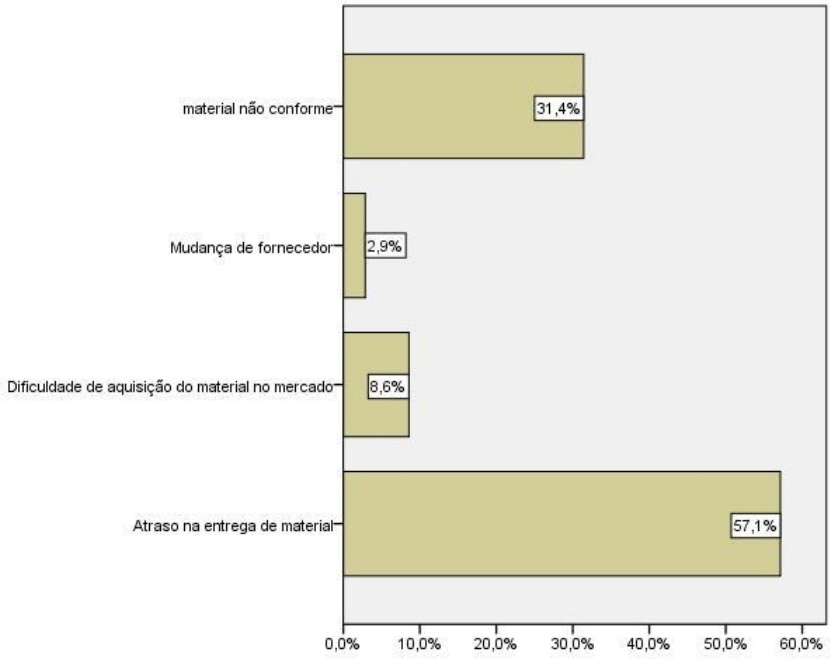


Gráfico 5.12: Causas relacionadas a Fornecedores

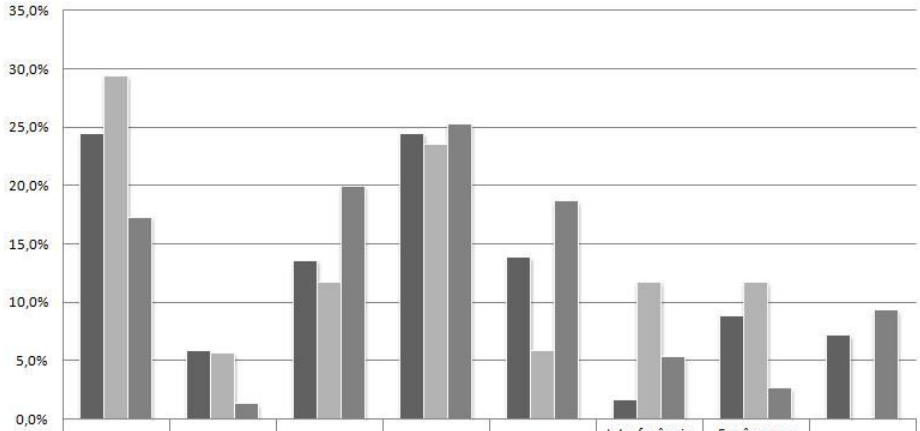
Os problemas mais comuns foram: Atraso na entrega de material (57,1%) e material não conforme (31,4%).

É importante que a empresa contratante crie procedimentos de qualificação dos fornecedores, detalhando com os mesmos os critérios de verificação e recusa dos fornecimentos. Muitas empresas contratantes passam também a promover sistemas de premiação dos fornecedores que possuem melhor desempenho durante a execução da obra.

5.3.2 ANÁLISE DAS CAUSAS POR TIPO DE EMPREENDIMENTO

Quando foi realizada a análise das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho para cada tipo de empreendimento percebeu-se que nos edifícios residenciais verticais os problemas relacionados à mão de obra, quando somados aos problemas de planejamento resultaram em, praticamente, 50% das causas de não cumprimento. Já nos edifícios

residenciais horizontais essas duas categorias juntas foram responsáveis por 52% das causas. Enquanto que nas edificações públicas essas duas categorias representam aproximadamente 45% das causas. Desta forma, pode-se afirmar que problemas de mão de obra e planejamento são os mais comuns, independentes do tipo de empreendimento, pois são responsáveis por aproximadamente 50% das causas, enquanto que as outras seis categorias totalizam os outros 50%.



	Mão de obra	Equipamentos	Projeto	Planejamento	Administração da obra	Interferência de clientes ou fiscalização	Fenômenos naturais e outros fatores	Fornecedores
Condominios residenciais verticais	24,4%	5,8%	13,6%	24,4%	13,9%	1,7%	8,9%	7,2%
Condominios residenciais horizontais	29,4%	5,7%	11,8%	23,5%	5,9%	11,8%	11,8%	0,0%
Edificações públicas	17,3%	1,3%	20,0%	25,3%	18,7%	5,3%	2,7%	9,3%

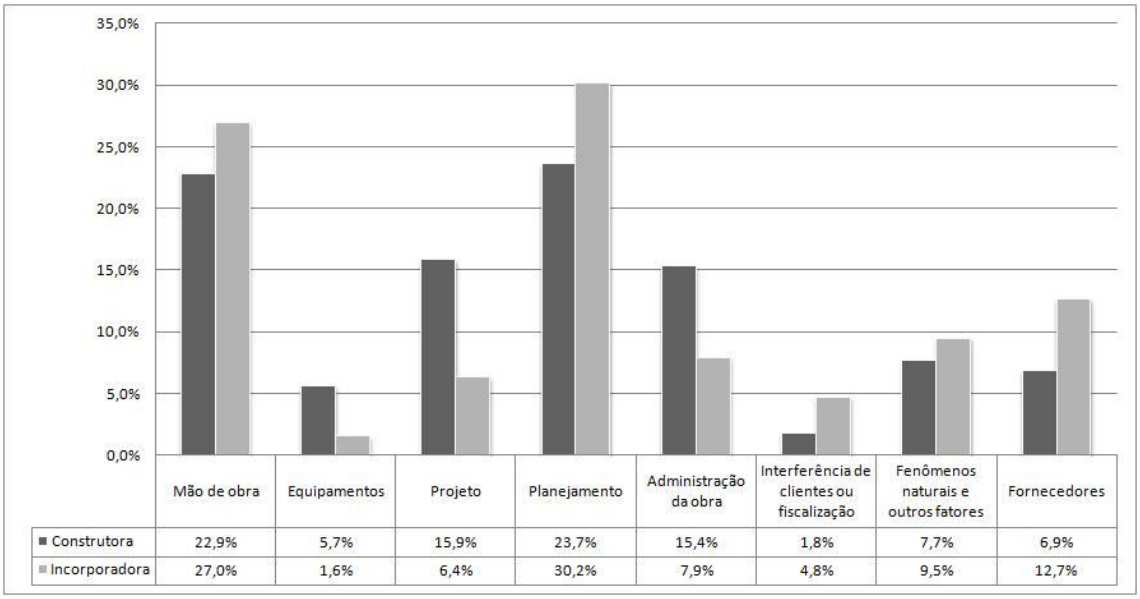
Gráfico 5.13: Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho por tipo de empreendimento

No Gráfico 5.13, observa-se que mão de obra (29,4%), interferências geradas por clientes ou fiscais (11,8%), problemas relacionados aos fenômenos naturais (11,8%) e equipamentos (5,9%) apresentaram maior incidência em edifícios residenciais horizontais. Por outro lado, os problemas relacionados ao planejamento (25,3%), projeto (20,0%), administração da obra (18,7%) e fornecedores (9,3%) apresentaram maior incidência em edificações públicas.

5.3.3 ANÁLISE DAS CAUSAS POR TIPO DE EMPRESA

Foi realizada também a análise das causas em função do tipo de empresa. Foi possível perceber que problemas relacionados ao planejamento (30,2%), mão de obra (27,0%), fornecedores (12,7%), fenômenos naturais (9,5%) e interferências de cliente ou

fiscalização (4,76%) foram mais freqüentes nos empreendimentos de empresas incorporadoras.

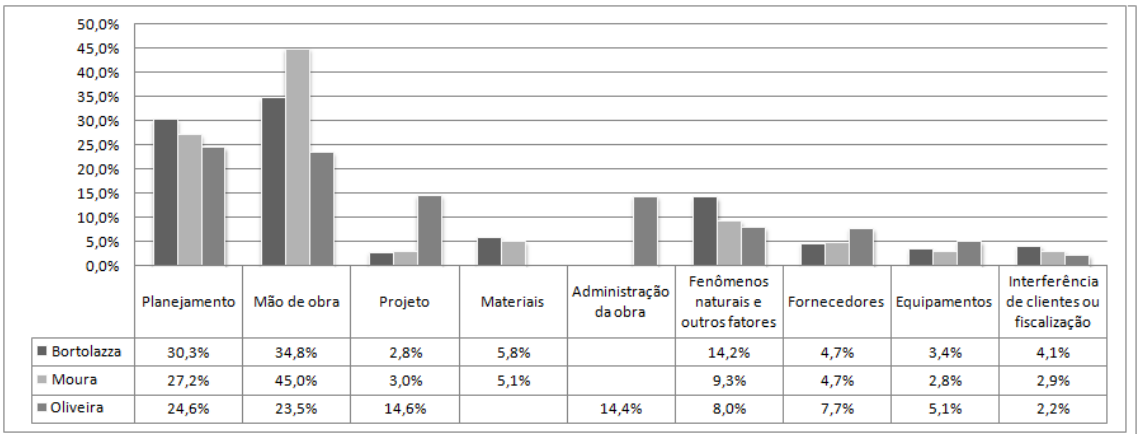


	Mão de obra	Equipamentos	Projeto	Planejamento	Administração da obra	Interferência de clientes ou fiscalização	Fenômenos naturais e outros fatores	Fornecedores
Construtora	22,9%	5,7%	15,9%	23,7%	15,4%	1,8%	7,7%	6,9%
Incorporadora	27,0%	1,6%	6,4%	30,2%	7,9%	4,8%	9,5%	12,7%

Gráfico 5.14: Causas da não conclusão dos pacotes de trabalho por tipo de empresa

Enquanto que os problemas relacionados a projeto (15,9%), administração da obra (15,4%) e equipamentos (5,7%) foram mais freqüentes em empreendimentos de empresas construtoras.

A fim de comparar com os dados obtidos em outras pesquisas, a seguir será apresentado um gráfico para fins de confronto com os valores apresentados por Bortolazza (2006) e Moura (2008).



	Planejamento	Mão de obra	Projeto	Materiais	Administração da obra	Fenômenos naturais e outros fatores	Fornecedores	Equipamentos	Interferência de clientes ou fiscalização
Bortolazza	30,3%	34,8%	2,8%	5,8%		14,2%	4,7%	3,4%	4,1%
Moura	27,2%	45,0%	3,0%	5,1%		9,3%	4,7%	2,8%	2,9%
Oliveira	24,6%	23,5%	14,6%		14,4%	8,0%	7,7%	5,1%	2,2%

Gráfico 5.15: Comparação entre autores do valores de causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos planos

No que diz respeito à comparação dos resultados, como já foi dito anteriormente, as causas com maior número de ocorrência são as da categoria Mão de obra e da categoria Planejamento. Isto foi verificado também nos trabalhos dos outros dois autores. O Gráfico 5.15 mostra um comportamento semelhante para as categorias nas três pesquisas acadêmicas, existindo uma diferença relativamente alta, de aproximadamente dez pontos percentuais, apenas nas causas relativas a projeto.

Desta forma, Planejamento, Mão de obra, Projeto foram as causas **de maior ocorrência**, enquanto que para os outros dois autores a seqüência foi: mão-de-obra, planejamento e problemas meteorológicos. Dessa forma, identifica-se uma semelhança nos resultados, portanto, pode-se afirmar que há uma consistência dos dados utilizados referentes às causas da não conclusão dos pacotes de trabalho.

Durante a análise das causas, observou-se que as empresas contratantes apresentaram muitos problemas de atraso de predecessora e alteração no plano de ataque, conforme Gráfico 5.8. Esses dois fatores, normalmente, são causados por problemas com o fornecedor de insumos ou de mão de obra que não impedem a finalização do serviço no tempo programado. Para eliminar estes problemas as empresas contratantes devem criar procedimentos de avaliação do fornecimento durante a prestação do serviço. Estes dados devem alimentar o processo de seleção dos fornecedores e os principais acordos devem constar em contrato.

Apesar das empresas contratantes conhecerem a importância do planejamento, as mesmas não conseguem eliminar todas as restrições referentes ao planejamento identificadas pela empresa de consultoria. Então, vale destacar que a causa ”planejamento” não está relacionada somente a falha na programação e controle. Essa grande parcela de problemas relacionados ao planejamento deve-se ao fato da não eliminação de restrições por parte da contratante ou de seus parceiros.

Como se pode observar neste trabalho surgiu a necessidade de utilizar uma categoria referente a problemas relacionados à administração da obra, sendo que esta categoria não foi utilizada nos trabalhos anteriores. Porém, nos trabalhos anteriores foi utilizada a categoria relacionada aos problemas referentes ao material. Esta categoria era composta pelos seguintes problemas: falta de programação de materiais, falta por perda elevada (acima da estimada), e falta de materiais do empreiteiro. Nos empreendimentos estudados os problemas encontrados relacionados ao material foram: Atraso na compra de

material (considerado falha da administração da obra), Atraso na entrega de material ou material não conforme (considerado falha do fornecedor) e Atraso de aprovação de material (considerado interferência de cliente ou fiscalização). Desta forma, não houve a necessidade de utilizar a categoria “material” nesta pesquisa.

Para melhor subsidiar os estudos seguintes, a seguir será apresentado o gráfico de Pareto, o qual analisa os 20% (ou um percentual baixo) das causas que originam 80% (ou um percentual alto) dos problemas, ou seja, as poucas causas responsáveis pela maioria dos problemas. Este gráfico auxilia na tomada de decisão para que as principais causas sejam atacadas prioritariamente, para que assim, seja resolvida grande parte dos problemas.

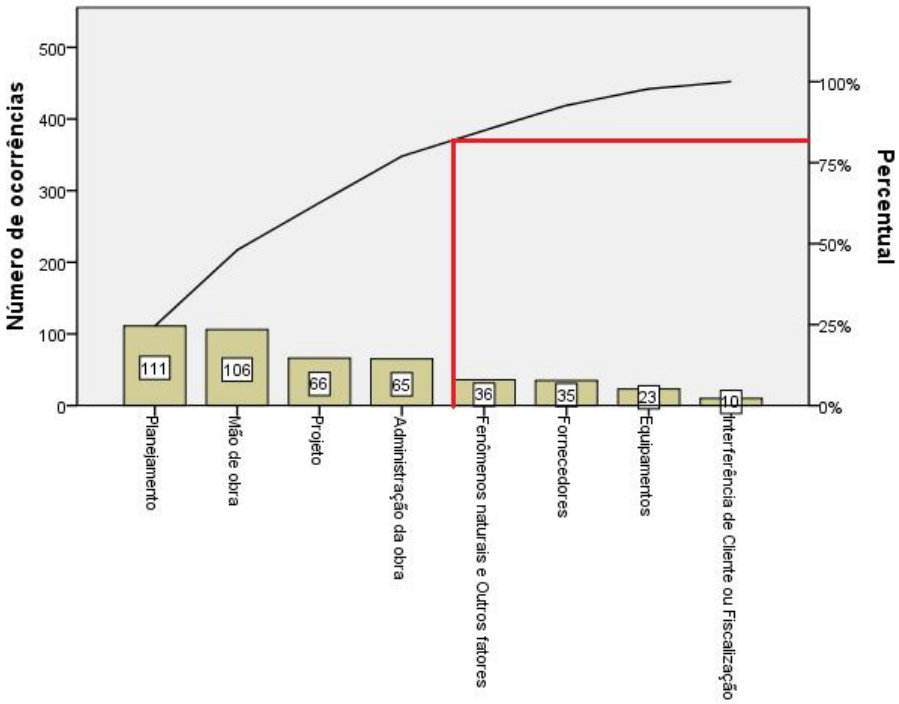


Gráfico 5.16: Gráfico de Pareto para as Boas Práticas

Os itens que se encontram à esquerda da linha vermelha no eixo X no Gráfico 5.16 são os itens que devem ser priorizados durante o processo, pois eles representam 80% dos casos, são eles: Planejamento, Mão de obra, Projeto e Administração da obra. Cada um destes problemas deve ser estudado de forma sistêmica para melhorar o desempenho global do empreendimento e atacado de forma pontual para produzir resultados efetivos na implantação das boas práticas.

5.4 INDICADORES DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

Este item do trabalho procurará apresentar os principais indicadores obtidos para determinação dos mesmos.

Na Tabela 5.10 são apresentadas as estatísticas descritivas dos indicadores de gestão da produção utilizados pela empresa de consultoria.

Tabela 5.10: Estatísticas descritivas dos indicadores de gestão da produção

Indicador	Quantidade de amostras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio padrão
AF (Variação)	372	-0,75	0,50	-0,14	0,21
DP (Variação)	301	-0,34	0,81	0,04	0,12
IRR	215	0,00	1,00	0,60	0,27
PPC	224	0,00	1,00	0,64	0,23

A seguir, os dados desta tabela serão explicados com mais detalhes.

5.4.1 AVANÇO FÍSICO

No banco de dados utilizado para essa pesquisa, em apenas um caso não foi encontrado registro relacionado ao indicador Avanço Físico, desta forma foram analisados 372 casos. O Gráfico 5.17 apresenta a distribuição de freqüências da variável AF.

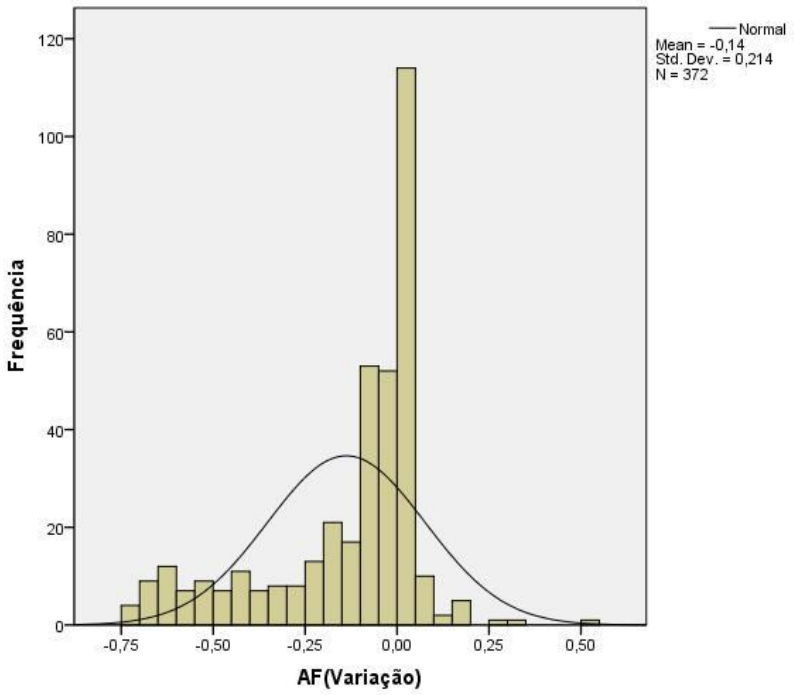


Gráfico 5.17: Distribuição de freqüências de AF

Na análise estatística descritiva dos resultados, quanto ao Avanço Físico, observou-se um valor mínimo de **-0,75** e máximo de **0,50**, média de **-0,14** e desvio padrão de **0,214**. Esses dados mostram uma distribuição da curva normal e assimétrica positiva, conforme o Gráfico 5.17.

Vale ressaltar que, das 372 amostras em 107 foi observado o valor 0 (zero), ou seja, em **28,8%** dos casos estudados o avanço físico registrado mostrou-se em **conformidade com o previsto**. Pode-se observar ainda um valor negativo em **64%** dos casos, o que significa um **atraso em relação ao planejado**. Em apenas **7,2%** dos casos verificou-se valores positivos, mostrando um **avanço físico superior ao planejado.**

Considerando a análise global dos casos, pode-se observar que apenas 28,8% dos casos mostraram a eficicácia do plano de longo prazo, pois, na maioria das vezes, os empreendimentos não conseguem atingir o avanço físico previsto no plano de longo prazo e dificilmente atingem um avanço superior ao planejado.

Foi realizada ainda, a análise da em função do tipo de empresa. Como se pode observar no Gráfico 5.18, empresas incorporadoras mostraram uma variação média que representa o dobro da variação dos casos referentes às empresas construtoras. Isso significa que a eficiência do planejamento de longo prazo é maior para empresas construtoras.

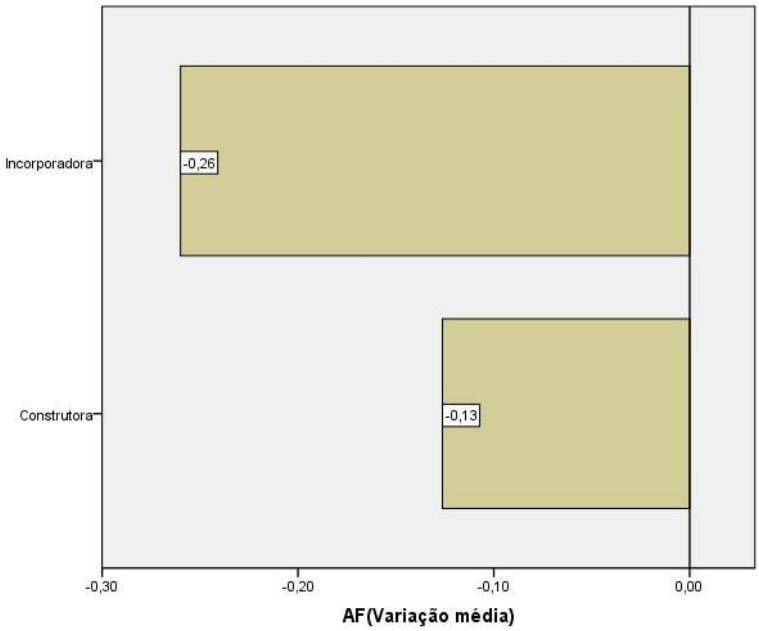


Gráfico 5.18: Variação de AF por tipo de empresa

Isso pode ser justificado, devido às diferenças no processo de planejamento para empresas incorporadoras, visto que não há um comprometimento do planejamento como ocorre com as empresas construtoras.

5.4.2 DESVIO DE PRAZO

No que diz respeito ao indicador Desvio de Prazo, foram encontrados registros de 80,7% das amostras, ou seja, 301 casos. O Gráfico 5.19 apresenta a distribuição de freqüências da variável DP.

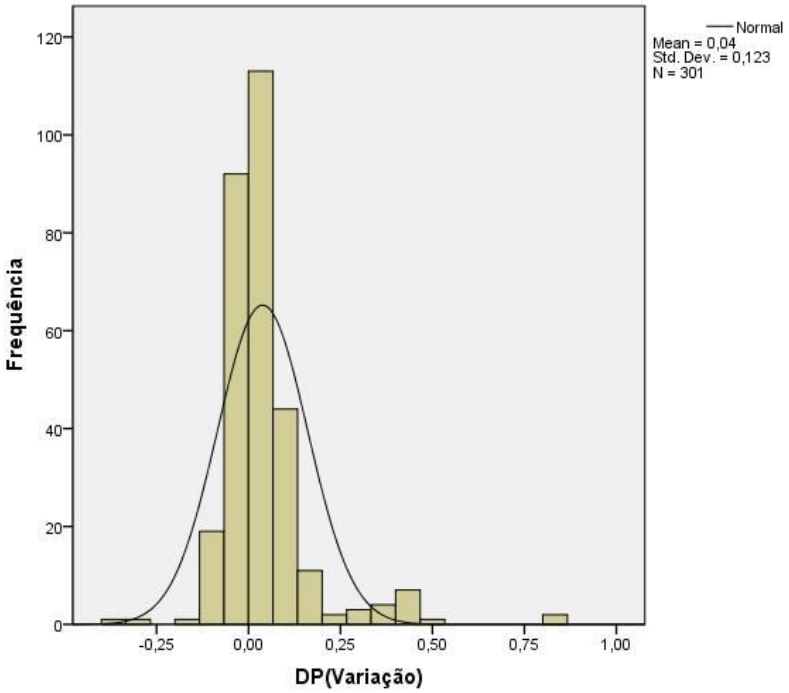


Gráfico 5.19: Distribuição de freqüências de DP

No indicador Desvio de Prazo, verificou-se valor mínimo de **-0,34** e máximo de **0,81**, obtendo-se uma média de **0,04** e desvio padrão de **0,123**. Assim, observou-se uma distribuição assimétrica positiva, como apresenta o Gráfico 5.19.

Sabe-se que o desvio de prazo sofre modificações de acordo com as atualizações do cronograma. Sendo assim, pode-se observar que **18%** das amostras tiveram desempenho **igual ao planejado**. Em **47%** dos casos estudados o indicador aponta que o empreendimento seria concluído num prazo **superior ao planejado**. Enquanto que em **35%** das amostras podem-se observar valores negativos, indicando que o empreendimento seria concluído num prazo **inferior ao planejado**.

Conforme citado anteriormente, Pires (1995) afirma que o DP representa o resultado da eficácia dos vários processos envolvidos na construção. Desta forma, considerando a análise global dos casos, pode-se observar que, na maioria das vezes, (53%) os registros indicam que o empreendimento será concluído num prazo igual ou inferior ao planejado. Isso demonstra que a eficácia de processos envolvidos na construção impacta no desempenho da obra, no que diz respeito ao prazo.

Por meio do Gráfico 5.20 foi possível analisar o DP por tipo de empresa.

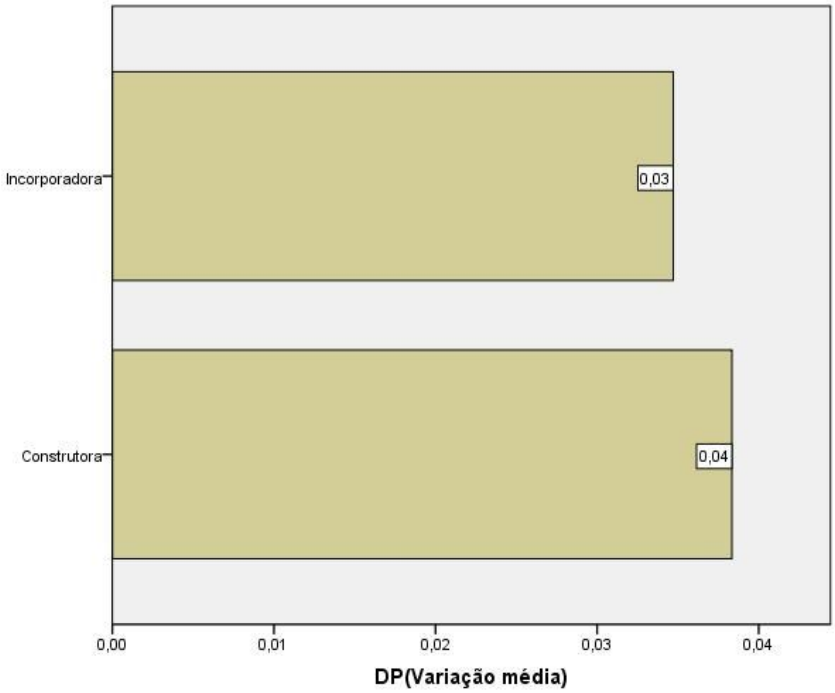


Gráfico 5.20: Variação de DP por tipo de empresa

Diferente do que ocorreu no resultado do AF, é possível perceber que não há uma grande diferença entre a variação média do DP para cada tipo de empresa, significando que ambas as empresas estão comprometidas com o DP.

5.4.3 ÍNDICE DE REMOÇÃO DE RESTRIÇÕES

No que diz respeito ao indicador Índice de Remoção de Restrições, foram encontrados registros de 57,6% das amostras, ou seja, 215 casos.

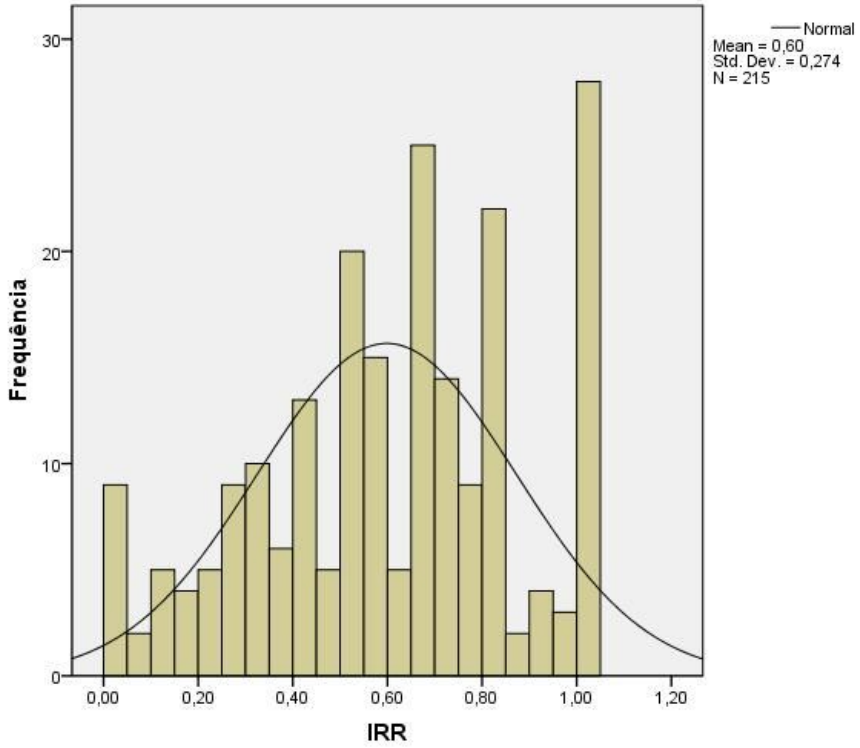


Gráfico 5.21: Distribuição de freqüências de IRR

Por meio da análise descritiva estatística verificou-se que o Índice de Remoção de Restrições (IRR) apresentou o valor mínimo **0,00** e o máximo **1,00**, com uma média de **60%** e desvio padrão de **0,274**. Dessa forma, ficou caracterizada uma curva assimétrica positiva, conforme mostra o Gráfico 5.21.

Apenas em 13% dos casos foram removidas todas as restrições previstas. A média do IRR por tipo de empreendimento pode ser verificada no gráfico a seguir.

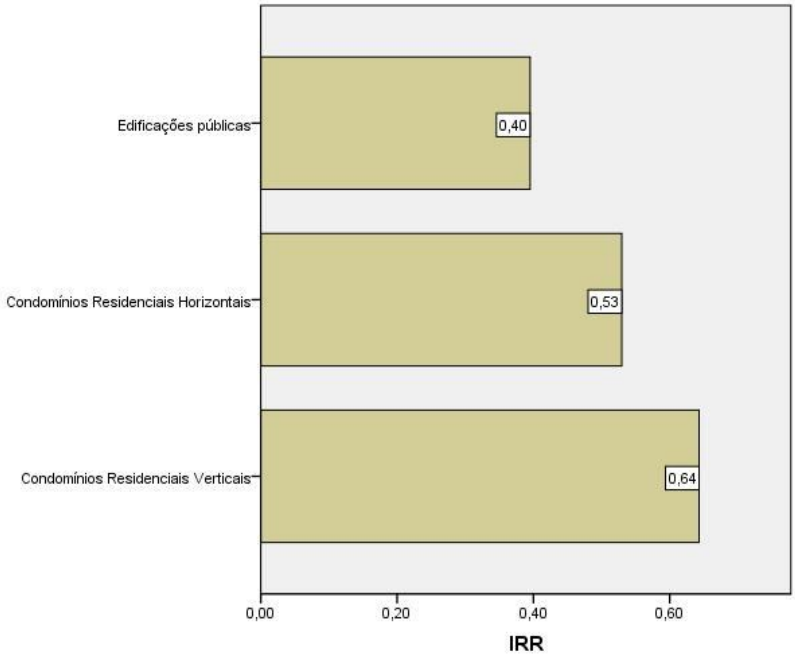


Gráfico 5.22: Variação de IRR por tipo de empreendimento

Pode-se observar que empreendimentos do tipo edificação pública possuem a menor média do IRR, quando comparado com os outros dois tipos de empreendimentos estudados. Os edifícios residenciais verticais são os que possuem a maior média de IRR. Vale ressaltar que apesar de ser a maior das médias, 64% de restrições removidas ainda é um valor baixo.

A seguir será analisada a média do IRR em função do tipo de empresa.

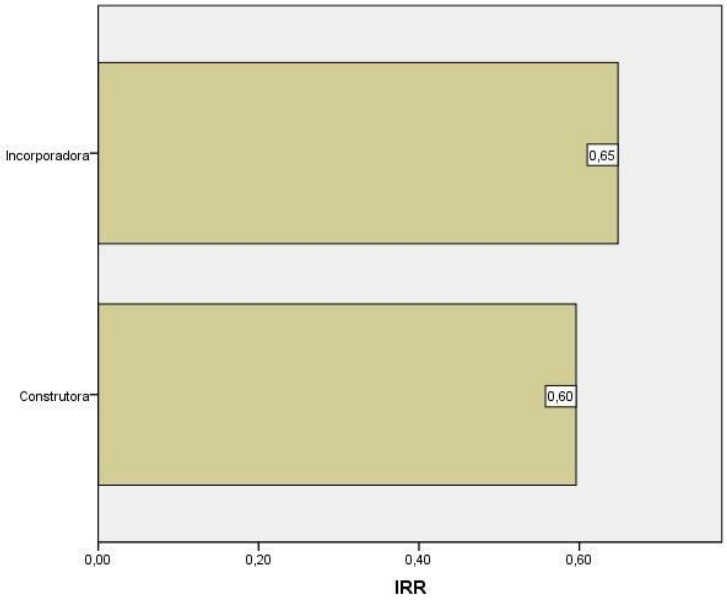


Gráfico 5.23: Variação de IRR por tipo de empresa

Não há uma grande diferença entre os valores, sendo que as empresas do tipo incorporadoras apresentaram um valor ligeiramente maior.

5.4.4 PERCENTUAL DE PLANOS CONCLUÍDOS

Para o indicador de Percentual de Planos Concluídos, foram encontrados registros de 60% das amostras, são 224 registros.

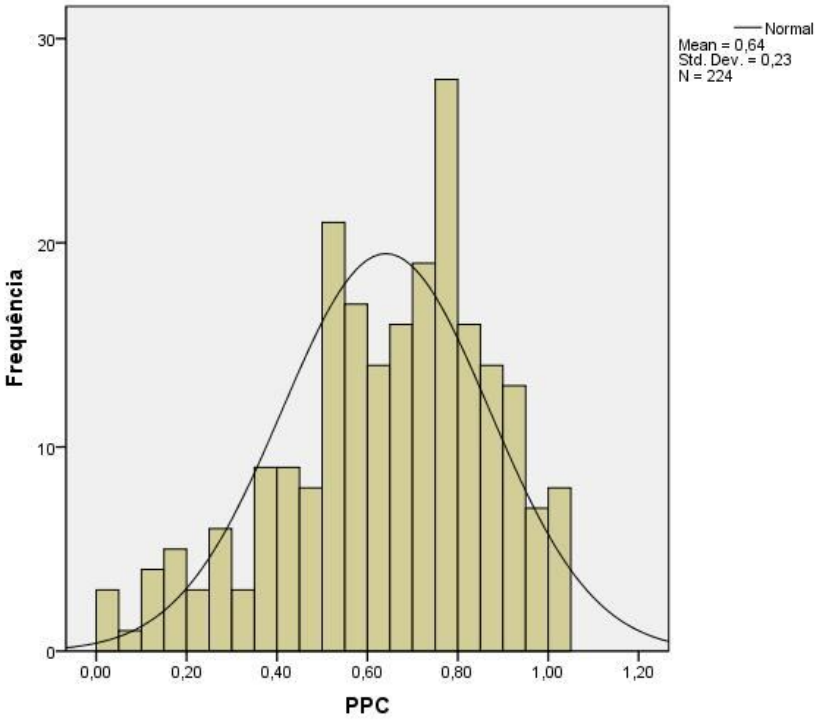


Gráfico 5.24: Distribuição de freqüências de PPC

No indicador PPC, verificou-se como valor mínimo **0,00** e máximo de **1,00**, com uma média de **0,64** e desvio padrão de **0,23**. Em decorrência, apresentou uma forte distribuição assimétrica, como mostra o Gráfico 5.24.

Sabe-se que quanto maior a qualidade do plano semanal, maior deverá ser o valor do PPC. Observou-se que em apenas 3,6% dos casos foi registrado o valor máximo de PPC. Quando é feita a análise da média do PPC por tipo de empreendimento, percebe-se que as edificações públicas apresentaram o pior desempenho, com um PPC médio de 41%.

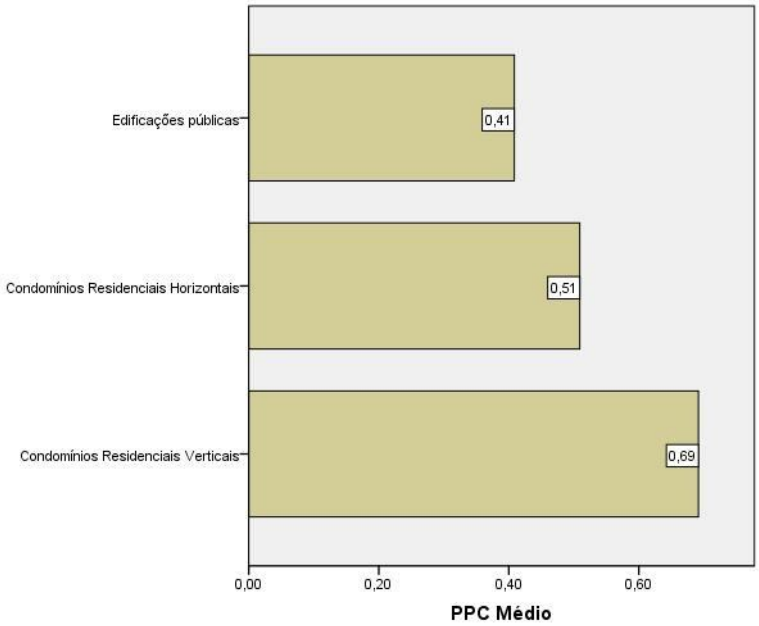


Gráfico 5.25: PPC médio por tipo de empreendimento

Enquanto que os edifícios residenciais verticais são os empreendimentos que possuem a maior média de PPC (69%), seguidos dos edifícios residenciais horizontais. Ao analisar o PPC em função do tipo de empresa, percebe-se que as empresas construtoras possuem um PPC médio mais elevado, conforme Gráfico 5.26.

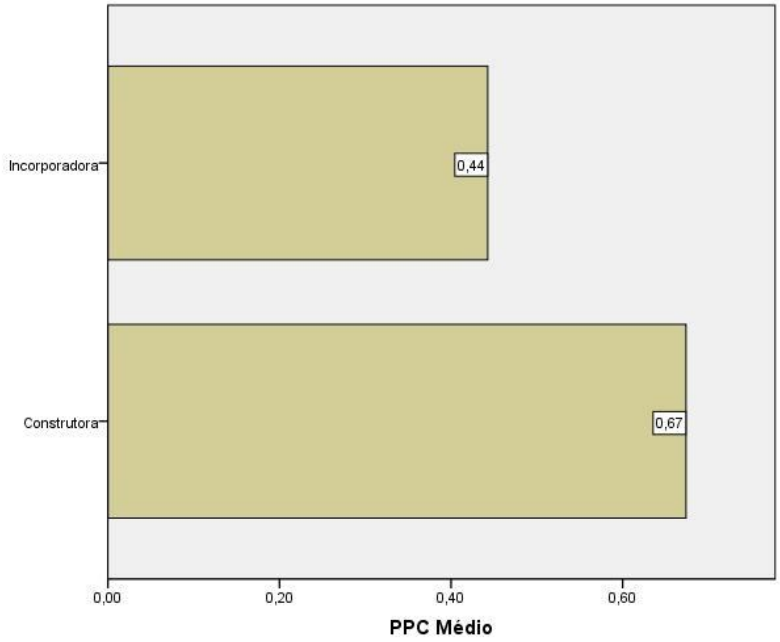


Gráfico 5.26: PPC médio por tipo de empresa

Enquanto que as incorporadoras apresentam um PPC médio aproximadamente 35% inferior ao PPC médio das construtoras. Esse valor superior apresentado pelas construtoras pode ser justificado devido ao fato das construtoras terem um comprometimento com o planejamento, o que não ocorre com as incorporadoras por terem o objetivo de apenas verificar se o que foi planejado está sendo realizado.

5.5 CORRELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES

Essa análise teve início testando-se a correlação das variáveis duas a duas. Aplicaram-se os testes com as variáveis DP e PPC, DP e IRR, AF e PPC, AF e IRR, PPC e IRR. Nesse caso foram encontradas algumas correlações apresentadas na tabela a seguir.

5.5.1 ANÁLISE DP X PPC

O resultado desta análise foi apresentado no item 5.3 IMPACTO DE PPC NO DESEMPENHO DOS EMPREENDIMENTOS, onde se verificou que há correlação entre os indicadores, conforme a equação 5.7.

5.5.2 ANÁLISE DP X IRR

Nesta análise buscou-se entender as relações do Desvio de Prazo (DP) com o Índice de Remoção de Restrições (IRR) a fim de testar se a eficácia na remoção de restrições na execução do empreendimento afeta o desvio de prazo do mesmo. Tem-se DP como a variável dependente e o IRR como a variável independente. Para esse caso, o tamanho da amostra era de 212 casos em que havia registro de ambos os indicadores.

Desta forma, pretendeu-se testar a hipótese através das seguintes equações:

$$DP = \beta 0 + \beta 1 .IRR \text{ (Equação 5.8)}$$

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ (Equação 5.9)}$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ (Equação 5.10)}$$

O objetivo era testar a hipótese nula (H_0) a fim de comprová-la ou rejeitá-la. Inicialmente testou-se a correlação de Pearson entre DP e IRR. Conforme se pode observar

na Tabela 5.11 as variáveis estão fortemente correlacionadas, obtendo um valor p igual a zero, o que rejeita a hipótese nula H_0.

Tabela 5.11:Correlação de Pearson DP x IRR

		IRR
DP(Variação)	Correlação de Pearson	-0,331
	Significância (p-valor)	0,000
	N	212

Para os dados utilizados o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.12: Modelo de regressão DP x IRR para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,33	0,11	0,11	0,10

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	0,26	1,00	0,26	25,82	0,00
Resíduo	2,12	210,00	0,01		
Total	2,38	211,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	0,11	0,02		6,61	0,00
IRR	-0,13	0,03	-0,33	-5,08	0,00

O modelo de regressão DP x IRR não foi consistente uma vez que o teste de normalidade dos resíduos comprovou que estes não são normais. Dessa forma buscou-se fazer uma transformação na variável dependente no intuito de achar um melhor ajuste. Foram testadas as funções de logaritmo natural de DP, inversa de DP, quadrado de DP e raiz quadrada de DP. Para todos os casos foram feitas regressões e testadas as normalidades de seus resíduos, não se encontrando em nenhuma dessas transformações alguma que possuísse resíduos normais.

Dessa forma, apesar da correlação encontrada nos dados, não é possível ter respostas mais conclusivas a respeito da relação entre esses indicadores.

5.5.3 ANÁLISE AF X PPC

Nesta análise buscou-se entender as relações do Avanço Físico (AF) com o Percentual de Planos Concluídos (PPC) a fim de testar se a eficácia do planejamento afeta o avanço físico do empreendimento. Tem-se AF como a variável dependente e o PPC como a variável independente. Para esse caso, o tamanho da amostra era de 223 casos em que havia registro de ambos os indicadores.

Desta forma, pretendeu-se testar a hipótese através das seguintes equações:

$$AF = \beta 0 + \beta 1 .PPC \text{ (Equação 5.11)}$$

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ (Equação 5.12)}$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ (Equação 5.13)}$$

O objetivo era testar a hipótese nula (H_0) a fim de comprová-la ou rejeitá-la. Inicialmente testou-se a correlação de Pearson entre PPC e AF conforme se pode observar na Tabela 5.7 as variáveis estão fortemente correlacionadas, obtendo um valor p igual a zero, o que rejeita a hipótese nula H_0.

Tabela 5.13:Correlação de Pearson AF x PPC

		PPC
AF(Variação)	Correlação de Pearson	0,377
	Significância	0,000
	N	223

Para os dados utilizados o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.14: Modelo de regressão AF x PPC para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,38	0,14	0,14	0,21

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	1,63	1,00	1,63	36,56	0,00
Resíduo	9,86	221,00	0,04		
Total	11,50	222,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	-0,40	0,04		-9,40	0,00
PPC	0,38	0,06	0,38	6,05	0,00

O modelo de regressão AF x PPC não foi consistente uma vez que o teste de normalidade dos resíduos comprovou que estes não são normais. Dessa forma buscou-se fazer uma transformação na variável dependente no intuito de achar um melhor ajuste. Foram testadas as funções de logaritmo natural de AF, inversa de AF, quadrado de AF e raiz quadrada de AF. Para todos os casos foram feitas regressões e testadas as normalidades de seus resíduos, não se encontrando em nenhuma dessas transformações alguma que possuísse resíduos normais.

Dessa forma, apesar da correlação encontrada nos dados, não é possível ter respostas mais conclusivas a respeito da relação entre esses indicadores, não sendo possível determinar uma equação para predição do avanço físico.

5.5.4 ANÁLISE AF X IRR

Nesta análise buscou-se entender as relações do Índice de Remoção de Restrições (IRR) com o Avanço Físico (AF) a fim de testar se o índice de remoção de restrições afeta o avanço físico. Tem-se AF como a variável dependente e IRR como a variável independente. Para esse caso, o tamanho da amostra era de 215 casos em que havia registro de ambos os indicadores.

Desta forma, pretendeu-se testar a hipótese através das seguintes equações:

$$AF = \beta_0 + \beta_1 .IRR \text{ (Equação 5.14)}$$

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ (Equação 5.15)}$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ (Equação 5.16)}$$

O objetivo era testar a hipótese nula (H_0) a fim de comprová-la ou rejeitá-la. Inicialmente testou-se a correlação de Pearson entre PPC e IRR. Conforme se pode observar na Tabela 5.18 as variáveis estão fortemente correlacionadas, obtendo um valor p igual a zero, o que rejeita a hipótese nula H_0.

Tabela 5.15:Correlação de Pearson AF x IRR

Correlações		IRR
AF(Variação)	Correlação de Pearson	0,251
	Significância	0,000
	N	215

Para os dados utilizados o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.16: Modelo de regressão AF x IRR para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,25	0,06	0,06	0,21

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	0,66	1,00	0,66	14,27	0,00
Resíduo	9,82	213,00	0,05		
Total	10,47	214,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	-0,27	0,04		-7,68	0,00
IRR	0,20	0,05	0,25	3,78	0,00

O modelo de regressão AF x IRR não foi consistente uma vez que o teste de normalidade dos resíduos comprovou que estes não são normais. Dessa forma, buscou-se fazer uma transformação na variável dependente no intuito de achar um melhor ajuste. Foram testadas as funções de raiz quadrada de AF, quadrado de AF, inversa de AF, exponencial de AF e logaritmo natural de AF. Para todos os casos foram feitas regressões e testadas as normalidades de seus resíduos; apenas na transformação da variável para logaritmo natural de AF foram encontrados resíduos normalmente distribuídos (p-valor=0,2) e homogeneidade de variância, conforme Figura 5.4.

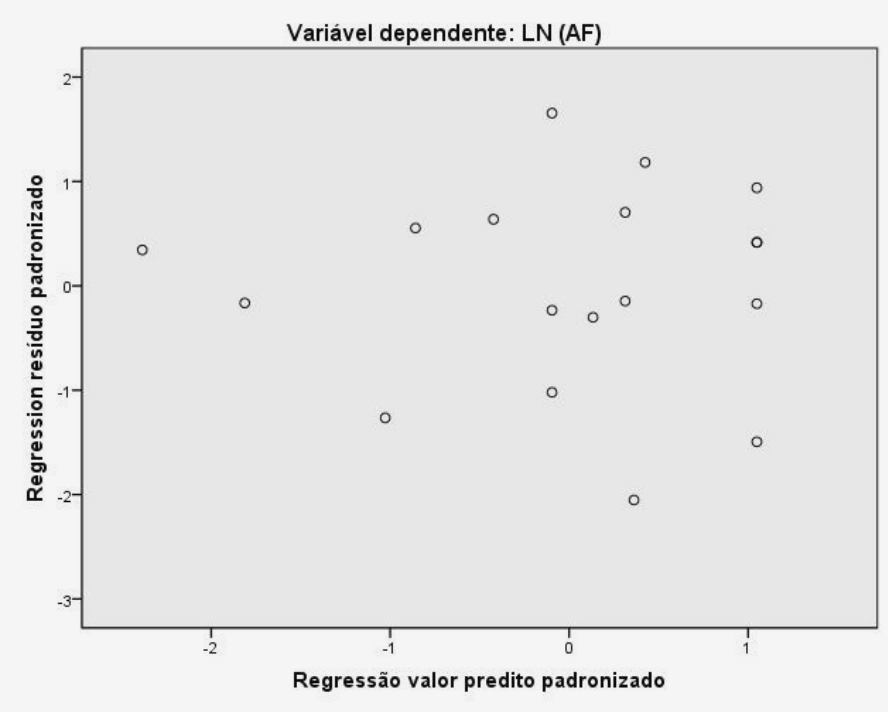


Figura 5.4: Homogeneidade de variâncias Ln(AF) x IRR

Para este caso, o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.17: Modelo de regressão Ln(AF) x IRR para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,15	0,02	-0,04	1,03

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	0,41	1,00	0,41	0,38	0,54
Resíduo	17,00	16,00	1,06		
Total	17,41	17,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	-2,75	0,64		-4,28	0,00
IRR	0,53	0,86	0,15	0,62	0,54

Conforme o modelo de regressão acima, o avanço físico poderia ser predito através da seguinte equação:

$$Ln(AF) = -2{,}75 + 0{,}53IRR \quad \text{(Equação 5.17)}$$

Apesar da correlação encontrada nos dados e um modelo válido para predição de AF, a equação anterior, no entanto, não é uma equação muito satisfatória, uma vez que o coeficiente de determinação do modelo de regressão é baixo, em torno de 20%. Isto significa que 20% das variações do AF são “explicadas” pelo PPC, ficando 80% sem explicação, ou seja, existem outros fatores que influenciam na determinação do AF que não foram considerados nesta análise. Desta forma, não é aconselhada a utilização desta equação para predição do avanço físico.

5.5.5 ANÁLISE IRR X PPC

Nesta análise buscou-se entender as relações do Índice de Remoção de Restrições (IRR) com o Percentual de Planos Concluídos (PPC) a fim de testar se o índice de remoção de restrições afeta a eficácia do planejamento do empreendimento. Tem-se IRR como a variável dependente e o PPC como a variável independente. Para esse caso, o tamanho da amostra era de 169 casos em que havia registro de ambos os indicadores.

Desta forma, pretendeu-se testar a hipótese através das seguintes equações:

$$IRR = \beta_0 + \beta_1 .PPC \text{ (Equação 5.18)}$$

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ (Equação 5.19)}$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ (Equação 5.20)}$$

O objetivo era testar a hipótese nula (H_0) a fim de comprová-la ou rejeitá-la. Inicialmente testou-se a correlação de Pearson entre PPC e IRR. Conforme se pode observar na Tabela 5.18 as variáveis estão fortemente correlacionadas, obtendo um valor p igual a zero, o que rejeita a hipótese nula H_0.

Tabela 5.18: Correlação de Pearson PPC x IRR

		PPC
IRR	Correlação de Pearson	0,453
	Significância	0,000
	N	169

Para os dados utilizados o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.19: Modelo de regressão PPC x IRR para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,45	0,21	0,20	0,24

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	2,55	1,00	2,55	43,23	0,00
Resíduo	9,85	167,00	0,06		
Total	12,40	168,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	0,20	0,07		2,93	0,00
PPC	0,63	0,10	0,45	6,57	0,00

O modelo de regressão PPC x IRR não foi consistente uma vez que o teste de normalidade dos resíduos comprovou que estes não são normais. Dessa forma, buscou-se fazer uma transformação na variável dependente no intuito de achar um melhor ajuste. Foram testadas as funções de logaritmo natural de IRR, exponencial de IRR, raiz quadrada de IRR e quadrado de IRR. Para todos os casos foram feitas regressões e testadas as normalidades de seus resíduos, apenas na transformação da variável para quadrado de IRR foram encontrados resíduos normalmente distribuídos (p-valor=0,06) e homogeneidade de variância.

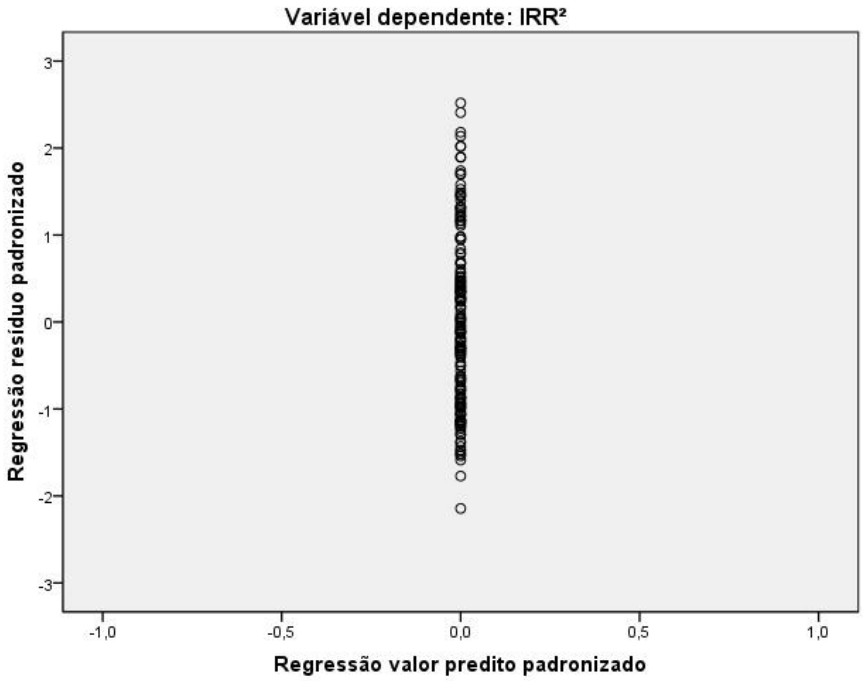


Figura 5.5: Homogeneidade de variâncias PPC x IRR²

Para este caso, o modelo de regressão é o apresentado a seguir.

Tabela 5.20: Modelo de regressão PPC x IRR² para os dados estudados

Resumo do modelo

R	R²	R² Ajustado	Erro de estimativa padrão
0,44	0,20	0,19	0,28

ANOVA

	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	3,19	1,00	3,19	40,71	0,00
Resíduo	13,08	167,00	0,08		
Total	16,27	168,00			

Coeficientes

	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	-0,02	0,08		-0,22	0,82
PPC	0,71	0,11	0,44	6,38	0,00

Conforme o modelo de regressão anterior, o índice de remoção de restrições poderia ser predito através da seguinte equação:

$$IRR^2 = -0{,}02 + 0{,}71PPC \quad \text{(Equação 5.21)}$$

Apesar da correlação encontrada nos dados e um modelo válido para predição de IRR, a equação anterior, no entanto, não é uma equação muito satisfatória, uma vez que o coeficiente de determinação do modelo de regressão é baixo, em torno de 19%. Isto significa que 19% das variações do IRR são “explicadas” pelo PPC, ficando 81% sem explicação, ou seja, existem outros fatores que influenciam na determinação de IRR que não foram considerados nesta análise. Desta forma, não é aconselhável a adoção desta equação para predição do IRR.

Nesse capítulo foram apresentados resultados referentes à avaliação do sistema de PCP em função dos indicadores de boas práticas, mostrando o IBPP da empresa de consultoria no valor de 65%. Observou-se que em nenhuma das análises de correlação foi possível determinar uma equação ideal para predição da variável dependente, devido a não normalidade dos resíduos ou a existência de fatores que não foram considerados nas análises por ainda serem desconhecidos. Caso esses fatores fossem conhecidos, um maior número de variáveis teria sido considerado nas análises. Desta forma, o coeficiente de determinação (r²) obtido poderia ser mais elevado, possibilitando assim a utilização das equações encontradas para predição das variáveis dependentes.

6. CONCLUSÕES

O objetivo principal desta dissertação foi avaliar o impacto de boas práticas de PCP na eficácia do planejamento de empreendimentos da construção civil segundo um estudo de caso específico. Para isto foi avaliado o sistema de PCP de 33 empreendimentos, tendo como base um conjunto de práticas consideradas como essenciais para um planejamento eficaz. Para que este objetivo fosse alcançado, foi necessário desdobrá-lo em questões mais específicas.

Em um primeiro desdobramento, buscou-se identificar o valor do indicador de boas práticas considerando todos os planos avaliados. Os resultados apontam que 65% das práticas são utilizadas pela empresa de planejamento, sendo que este indicador variou entre 30% e 87%. Estes valores mostram que a empresa tem domínio sobre as boas práticas para elaboração e controle do planejamento, porém a adoção ou não das mesmas, varia de acordo com o empreendimento ou empresa contratante.

No que diz respeito ao indicador de boas práticas para verificação do prazo do empreendimento (IBPVP), os planos estudados mostraram um valor de 0,92. Já no que se refere ao indicador de boas práticas para Planejamento de Médio Prazo (IBPPMP) o valor é de 0,43. Enquanto que o indicador de boas práticas para Planejamento de Curto Prazo (IBPPCP) é de 0,71. Percebe-se que o valor do IBPPMP é muito baixo, o que indica que a empresa, com apoio do contratante, pode melhorar a eficácia dos planos, por meio da adoção de práticas referentes ao Planejamento de Médio Prazo. Observou-se que por meio do resultado do IBPVP que a empresa cumpre com seu papel principal, os elevados valores deste indicador mostram que este se encontra consolidado e absorvido pela empresa.

Em seguida, procurou-se testar a primeira hipótese desta pesquisa, por meio da analise de variação dos indicadores de boas práticas em função do tipo de empresa. Nas empresas incorporadoras o valor dos indicadores tende a ser menor, principalmente no que se diz respeito ao IBPPMP. O que pode ser justificado devido a existência de algumas peculiaridades no processo de planejamento para incorporadoras, dentre elas: as restrições só são identificadas e controladas quando a compra do material é de responsabilidade da incorporadora; a incorporadora não interfere no processo da construtora, então não é comum a definição de equipes e responsáveis pela execução das atividades. Desta forma,

foi corroborada a hipótese de que há variação do Indicador de Boas Práticas de Planejamento de acordo com o tipo de empresa (Incorporadora ou Construtora).

Buscou-se ainda identificar as práticas menos adotadas com intuito de mostrar onde podem ser realizadas melhorias. Todas as práticas que se referem ao médio prazo apresentaram valor inferior a 60%.

Com base nestes dados obtidos foi possível testar a segunda hipótese, então verificou-se a relação entre as boas práticas de PCP e a eficácia do planejamento de empreendimentos da construção civil, medida através do indicador PPC. Apesar da correlação encontrada nos dados, não foi possível definir um modelo válido para predição de IBPP. Desta forma, as análises foram pouco conclusivas não havendo evidências da relação direta entre PPC e IBPP, não sendo possível corroborar a hipótese de que o indicador de Boas Práticas de Planejamento impacta na eficácia do planejamento, medida pelo PCC.

O cumprimento dos objetivos secundários deste trabalho dividiu-se em quatro partes. Na primeira foi verificada a relação existente entre a eficácia do planejamento, medida pelo PPC (Percentual de Planos Concluídos), e o Desvio de Prazo (DP), com intuito de corroborar a terceira hipótese desta pesquisa. Esta questão foi investigada também no estudo de Moura (2008), onde a não normalidade dos dados impediu maiores conclusões a respeito da influência do PPC no desempenho do empreendimento em termos de prazos. Porém, na presente pesquisa o teste de normalidade dos resíduos estatísticos comprovou que estes são normais. Sendo assim, foi possível determinar um modelo válido para predição de DP, corroborando a terceira hipótese de que a eficácia do planejamento medida pelo PCC impacta no desempenho do empreendimento, em termo de prazo. Porém, pode-se afirmar que existem outros fatores ainda não testados que podem contribuir para a melhoria do desempenho do empreendimento, não sendo aconselhável a adoção da equação encontrada para predição de DP.

Para atingir o segundo objetivo secundário, foi feita a análise das causas da não conclusão dos pacotes de trabalho dos empreendimentos estudados, comparando os resultados com o de Bortolazza (2006) e Moura (2008). As causas com maior número de ocorrência são as da categoria Mão de obra e da categoria Planejamento, assim como nos outros dois trabalhos. No geral, foi observado um comportamento semelhante para as categorias nas três pesquisas, existindo apenas uma diferença relativamente alta, de aproximadamente dez pontos percentuais, no que se refere a projeto. A ordem de maior ocorrência para as três principais causas é: Planejamento, mão de obra e projeto, enquanto que para os outros dois autores a seqüência foi: Mão de obra, planejamento e problemas

meteorológicos. Percebe-se uma semelhança nos resultados, o que mostra a consistência dos dados utilizados referentes às causas da não conclusão dos pacotes de trabalho. Vale ressaltar que grande parcela de problemas relacionados a Planejamento se refere a não eliminação de restrições no médio prazo.

Em seguida, para testar a última hipótese desta pesquisa, verificou-se a variação dos indicadores de acordo com o tipo de empreendimento e tipo de empresa. No que se refere ao Avanço Físico (AF), os edifícios residenciais horizontais foram os que mostraram maior variação. Empresas incorporadoras mostraram uma variação média que representa o dobro (-26%) da variação dos casos referentes às empresas construtoras (-13%), demonstrando que a eficiência do planejamento de longo prazo é maior para empresas construtoras.

Já para o Desvio de Prazo (DP) observou-se que as edificações públicas possuem maior variação de prazo. Percebeu-se também, que não há grande diferença entre a variação média do DP para cada tipo de empresa.

Ao analisar o Índice de Remoção de Restrições (IRR), pôde-se observar que empreendimentos do tipo edifícios residenciais verticais são os que possuem a maior média de IRR (64%). Porém, apesar desse valor ser o maior, ainda é um valor baixo. Quando este indicador foi analisado de acordo com o tipo de empresa, não foi percebida grande diferença entre os valores.

No que diz respeito à análise do PPC por tipo de empreendimento, percebe-se que os edifícios residenciais verticais foram os que apresentaram a maior média de PPC (69%). Empresas construtoras mostraram um PPC médio de maior que o das incorporadoras. Este fato pode ser justificado pelo comprometimento das construtoras com o planejamento, o que, normalmente, não ocorre com as incorporadoras estudadas, as quais possuem apenas o objetivo de verificar se o que foi planejado está sendo realizado. Estes resultados corroboram a quarta hipótese desta pesquisa de que há variação dos indicadores de gestão de produção de acordo com o tipo de empreendimento e tipo de empresa.

Por fim, para cumprir o último objetivo secundário, verificou-se a existência de correlação entre os indicadores estudados. Em nenhuma das análises de correlação foi possível determinar uma equação ideal para predição da variável dependente, devido a não normalidade dos resíduos ou a existência de fatores que não foram considerados nas analises por ainda serem desconhecidos.

Em suma, o presente trabalho contribuiu para avançar o conhecimento sobre as relações entre alguns dos indicadores mais utilizados no processo de planejamento e controle da produção, principalmente no que diz respeito à influência da eficácia do processo de planejamento e controle da produção no desempenho de empreendimentos.

De tudo que foi analisado, pode-se concluir que as informações decorrentes da implantação do processo de PCP tornam-se importantes para as empresas obterem seus indicadores de desempenho e traçarem metas de desenvolvimento e correção do empreendimento. Apesar das dificuldades do processo analisado, o retorno para as empresas é fundamental tanto do ponto de vista econômico quanto técnico. Em função do tipo de empreendimento, as empresas podem desenvolver procedimentos adequados de forma a conferir mais agilidade e qualidade aos indicadores de desempenho.

Os temas sugeridos para continuidade desta pesquisa são:

- Avaliar as boas práticas de planos que estejam em desenvolvimento e que o pesquisador tenha proximidade com a coleta de dados. A análise de arquivos dificulta a coleta de evidências;
- Analisar outros fatores que possam influenciar em AF, DP, PPC ou IRR, de modo a encontrar um coeficiente de determinação maior e uma equação adequada para predição das variáveis;
- Testar a correlação entre PPC e DP de forma defasada, ou seja, comparar o desempenho do DP relacionando com o PPC de meses anteriores;
- Estudar mais detalhadamente as causas de não conclusão dos pacotes de trabalho.

REFERÊNCIAS

AKKARI, A.M.P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional Msproject:** proposta baseada em dois estudos de caso. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

AKKARI, A.M.P. **Proposição de um método de nivelamento de recursos a partir de princípios da teoria das restrições para programação operacional.** 2009. 365 f.Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ASSUMPÇÃO, J.F.P. **Programação de obras:** uma abordagem sobre técnicas de programação e uso de software. 1988.147 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1988.

ASSUMPÇÃO, J.F.P. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil:** Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios. 1996. 206 f. Tese (Doutorado - em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BALLARD, G. Can Pull Techniques be used in design management? In: CONFERENCE ON CONCURRENT ENGINEERING IN CONSTRUCTION, 1999, Helsinki, Finland. **Proceedings…,** Helsinki: 1999. Disponível em: http://www.leanconstruction.org/pdf/PullinDesign.pdf. Acesso em: 12 out 2008.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing Lean Construction: Stabilizing work flow. In: ALÁRCON, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997b. p.101-110, s.l. : 1997b.

——. Shielding Production from Uncertainty: First Step in an Improvement Strategy. In: ENCONTRO NACIONAL DE PROFESIONALES DE PROJECT MANAGEMENT,1996. **Proceedings...,** Santiago: 1996.

——. Shielding Production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.124, n.1, p.11-17, New York: 1998.

——. An update on Last Planner®. In: ANNUAL CONFERENCON LEAN CONSTRUCTION, 11., 2003, Blacksburg. **Proceedings…,** Blacksburg: 2003.

——. Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance. In: ALÁRCON, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A.A. Balkema, p.111-125., s.l. : 1997a.

BALLARD, G. Lean Construction and EPC Performance Improvement. In: Confenrence of the International Group for Lean Construction, Espoo, Finland. 1993. **Proceedings...** Available in Alarcon, 1997, s.l. : 1993.

——. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 5, 1997. **Proceedings...**, Australia : IGLC, 1997.

——. The Last Planner®**.** In: **Spring Conference of the Northern California Construction Institute**., Monterey,CA : 1994.

——. **The Last Planner® System of Production Control.** Birmingham, 2000. Tese de Doutorado - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering,University of Birmingham.

BARROS, E.S. **Aplicação da Lean Construction no setor de edificações:** um estudo multicaso. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

BARTEZZAGHI, E. The evolution of production models: is a new paradigm emerging? **International Journal of Operation & Production Management**, v.19, n.2, p. 229-250., s.l. : 1999.

BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. 2001. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BERTELSEN, S. Complexity – construction in a new perspective. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 11., 2003, Blacksburg. **Proceedings… ,** Blacksburg. 2003.

BORTOLAZZA, R. C. **Contribuições para a coleta e a análise de indicadores de planejamento e controle da produção na construção civil**. 2006. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BULHÕES, I. R.; FORMOSO, C. T. **O Papel do Planejamento e Controle da Produção em Obras de Tipologias Diferentes.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. Anais… Porto Alegre, 2005. Disponível em : <http://www.infohab.org.br/login.aspx >. Acesso em: 14 jun 2009.

BUSSAB W.O., MORETTIN, P.A. **Estatistica Basica (Metodos Quantitativos)**. 4a edicao. São Paulo: Atual; 1987.p.181-182.

CHOO, H.J. et al. WorkPlan Database for Work Package Production Scheduling. In:Conference of the Iternational Group for Lean Construction, IGLC-6. Guaruja,SP. **Proceedings...**: 1998.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o Planejamento e Controle Integrado dos Processos de Projeto e Produção na Construção Civil.** 2003. 176 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COELHO, C.B.T. **Antecipações gerenciais para a inserção de atividades facilitadoras de execução de alvenaria de tijolos cerâmicos:** análise dos relatos de agentes do processo. 2009. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009.

CORIAT, B.. **Pensar pelo Avesso:** o modelo japonês de trabalho e organização. Rio de Janeiro : UFRJ, Revan, 1994.

COSTA, D.B. **Medição de desempenho para empresas de construção civil** (Apostila). Comunidade da Construção. UFRGS/NORIE, Goiânia : 2005.

COSTA, D.B. **Diretrizes para Concepção, Implementação e Uso de Sistemas de Indicadores de Desempenho para Empresas de Construção Civil.** 2003. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística aplicada**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.Traduzido por: Alfredo Alves de Farias.

FIALLO, M. e REVELO, V. H. Applying the Last Planner® Control System to a Construction Project: a case study in Quito, Ecuador. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Proceedings…** , Gramado : 2002.

FORMOSO, C.T. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects.** 1991. 327p. Tese (Doutorado) - University of Salford - Department of Quantity and Building Surveying. Salford, 1991.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta:** um processo de melhoria contínua. [trad.] Thomas Corbett Neto. 2ª ed. São Paulo : Nobel, 2008.

GONZÁLEZ, V., ALARCÓN, L. F.; MUNDACA, F. Investigating the Relationship Between Planning Reliability and Project Performance: a case study**.** In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 15., 2007, Michigan. **Proceedings…** , Michigan : 2007.

GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção:** mais do que simplesmente Just-In-Time. Caxias do Sul : Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre : ArtMed Editora S.A., 2005.

HEINECK, L.F.M et al. Transparency in building construction: a case study. In: Conference of the International Group for Lean Construction,IGLC-10. **Proceedings...**, Gramado, Brasil : 2002.

HOWELL, G. What is Lean Construction. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction. University of California.CA. **Proceedings...**, Berkeley : 1999.

HOWELL, G.; BALLARD, G. Implementing Lean Construction: Reducing inflow variation. In: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean Construction**. p.93-100., Rotterdam, Balkema : In: ALARCÓN, L. (Ed.). Lean Construction. Rotterdam: Balkema,1997a. p.93-100., 1997.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** 2000. 296p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Helsinki University of Technology. Espoo, 2000.

——. **Application of the new production philosophy to construction.** Center for Integrated Facility Engineering – CIFE. Stanford University, Stanford, EUA : Technical Report n. 72, 1992.

——. Management of production in construction: a theoretical view. In:CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...**, Berkeley : 1999.

KOSKELA, L.; LAHDENPERÄ, P.; TANHUANPÄÄ, V-P. Sounding the potential of lean construction: a case study. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...**, Birmingham : 1996.

KRAFCIK, J. F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review,** v. 30, p. 41-52, s.l. : 1988.

LANTELME, E.M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de produtividade e qualidade para a Construção Civil.** 1994.124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and proces - A theoretical model for optimum project(time) performance based on European best practices. **Construction Management and Economics**, Vol. 5, London : 1987.

LAUFER, A. Essentials of project planning: owner's perspective**. Journal of Management in Engineering**. ASCE, Vol. 6, N. 2, p. 162-176, s.l. : 1990.

LAUFER, A.; HOWELL, G.A.; ROSENFELD, Y. Three modes of short-termconstruction planning. **Construction Management and Economics**, vol.10, London : 1992.

LEVITT, R.E.; KARTAM, N.A.; KUNZ, J.C. **Artificial intelligence techniques for generating construction project plans. Journal of Construction Engineering and Management,** New York, ASCE, v. 114, n. 3, p. 329-343, s.l. : 1988.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota - Manual de Aplicação:** Um guia prático para a implementação dos 4PS da Toyota. Porto Alegre : Bookman, 2007.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota:** 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre : Bookman, 2005.

LIMMER, C. V.**Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro : LTC, 1997. p. 225 p.

LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta:** estudos de caso. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MORAES, R.M.M. **Procedimentos para o processo de planejamento da construção: estudo de caso**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

MOURA, C.B. **Avaliação do impacto do sistema Last Planner® no desempenho de empreendimentos da construção civil.** 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre : Bookman, 1997. p. 149p.

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de Planejamento e Controle da Produção:** proposta baseada em estudo de caso. 1999.164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PENEIROL, N.L.S. **Lean Construction em Portugal:** Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner®. 2007. 127 f.Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2007.

PIRES, S. **Gestão estratégica da produção.** Piracicaba : Unimep, 1995.

SANTOS, A.P.L.; MENDES JR., R. Planejando um Conjunto de 77 Residências utilizando a linha de balanceamento e Last Planner®. In: II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, p. 81, Fortaleza: 2001.

SERRA, S.M.S. **Diretrizes para Gestão dos Subempreiteiros.** 2001. 360 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SEYMOUR, D. Commitment Planning and Reasons analysis. In: Conference of the International Group for Lean Construction,IGLC- 8, 2000, Brighton. **Proceedings...,** Brighton : 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, R.; JOHNSTON, R.. Administração da Produção. [trad.] Maria Teresa Corrêa de Oliveira. 2.ed. São Paulo : Atlas, 2002.

SOARES, A. C. Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras. 2003. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SPEAR, S.; BOWEN, H.K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System.** Harvard Business Review, EUA, setembro-outubro : 1999.

SYAL, M.G. et al. Construction Project Planning Process Model For small-Mediun Builders. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.118, n.4, p. 651-666., New York, : 1992.

TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. Lookahead planning: screening and pulling. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2, 1997, São Paulo. **Anais...** Instituto de Engenharia de São Paulo/Logical Systems, São Paulo : 1997.

TOMMELEIN, I. Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation: Simulation of Lean Construction Technique. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.124, n.4, p. 279-288, s.l. : 1998.

VILLAS-BÔAS, B. **Modelagem de um programa computacional para o sistema Last Planner® de planejamento**. 2004. 159 f.Dissertação (Mestrado em Construção Civil) -, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo.** 10.ed. Rio de Janeiro : Elsevier. 332p., 2004.

YIN, R.K. **Estudo de caso:** Planejamento e Métodos. 2. ed. Porto Alegre : Bookman, 2001.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo