

Guilherme L Laras

**PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE  
EXECUÇÃO DE CONTRAPISOS.**

Florianópolis  
2019





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Guilherme Lise Laras

**PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE  
EXECUÇÃO DE CONTRAPISOS.**

Trabalho Conclusão do Curso do Centro  
Tecnológico da Universidade Federal de Santa  
Catarina como requisito para a obtenção do Título  
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Ricardo J. Oviedo Haito

Florianópolis  
2019

#### Ficha de identificação da obra

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor.

Orientações em:

<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Guilherme Lise Laras

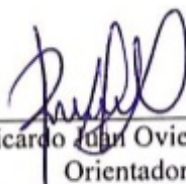
**PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO DE  
CONTRAPISOS.**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 02 de Julho de 2019.

Prof. Luciana Rohde, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof. Ricardo John Oviedo Haito, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup> Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Humberto Ramos Roman, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus avós e pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente, à minha namorada, que foi a pessoa mais afetada pelas minhas alterações de humor e falta de disposição nesta fase em que todas minhas energias foram destinadas ao trabalho ou a essa pesquisa.

Aos meus pais, que me amaram durante toda a minha vida, me incendiaram a estudar e forneceram tudo que foi necessário para que eu pudesse alcançar meus sonhos. À minha irmã, que sempre me apoiou.

Agradeço, sinceramente, à minha avó que sempre teve minha graduação como um sonho de vida, talvez mais que eu mesmo. Aos meus padrinhos que me apoiaram e me serviram de exemplo de profissionais da área de engenharia, sempre dispostos a tirar dúvidas e conversar sobre a profissão.

Por último agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Juan J. Oviedo Haito que durante todo o período me instruiu com disponibilidade, disposição e preocupação, colaborando com generosidade no desenvolvimento dessa pesquisa.

Quando tudo parece dar errado em sua vida, lembre-se que o avião decola contra o vento, e não a favor dele (Henry Ford).

## RESUMO

Na construção civil, as empresas que atuam na área de reformas de apartamentos já habitados ou de lojas comerciais em shoppings centers, encontram como requisitos, prazos reduzidos e precisos e obras organizadas, nesse cenário a importância do planejamento do projeto se eleva. Com o intuito de satisfazer estas condições, muitas das técnicas executivas utilizadas nestes tipos de obras se enquadram na modalidade de construção “à seco”, em que a produção de elementos manufaturados, dá lugar à utilização de componentes pré-fabricados, utilizando conceitos da produção industrial de modo a agregar precisão e agilidade ao processo. Contudo, um serviço recorrente desse tipo de projeto que não apresenta as mesmas características mencionadas, que frequentemente causa retrabalhos e atrasos ao planejamento, é a construção de contrapisos argamassados. Sendo assim esse trabalho tem como objetivo propor um método de planejamento de contrapisos que resulte em um produto com qualidade, cujas propriedades atendam às solicitações de uso em cada projeto. Para isso construiu-se um referencial teórico sobre o elemento, explorando os tipos, características, propriedades, materiais e patologias relacionadas à contrapisos. Além disso, foram estudados os conceitos de produção, projeto para a produção e projeto do sistema de produção de modo que fosse possível entender como elaborar uma forma de planejamento para o processo de produção de contrapisos com confiabilidade. Além da literatura, foram coletados e analisados dados da execução de contrapisos em cinco projetos, estes foram categorizados de modo que fosse possível verificar os padrões emergentes e testar as hipóteses propostas. Os resultados identificam que apesar da época, a metodologia apresentada por Barros (1991) se mantém atual, adaptado dessa metodologia sugere-se um processo de produção genérico, que combinado com uma forma de planejamento de processos encontrada durante a revisão bibliográfica, proposta por Silva (2012), resulta em uma forma padronizada de projetar e documentar o processo de construção de contrapisos para empresas e profissionais que buscam alcançar resultados de qualidade.

**Palavras-chave:** Contrapiso. Construção. Processo genérico. Planejamento de processo. Projeto do sistema de produção.



## ABSTRACT

In civil construction, companies that work in the area of renovations, apartments already inhabited or commercial stores in shopping malls, meet as requirements, reduced and precise deadlines and organized works, in this scenario the importance of project planning rises. In an attempt to satisfy these conditions, the executive techniques used correspond into the "dry construction" method, where the production of manufactured elements, swap to the use of prefabricated components, using the concepts of industrial production to add precision and agility to the process. However, a recurring service of this type of project that does not have the same characteristics mentioned, which often causes rework and delays in planning, is the construction of subfloors screeds. Therefore, this work aims to propose a method of planning subfloors that results in a product without oscillation of quality, whose properties meet the requests of use in each project. For this purpose, a literature review was built on the element, exploring the types, characteristics, properties, materials and pathologies related to the screed subfloors. In addition, the concepts of production, project execution plan and design of the production systems were studied so that it was possible to understand how to elaborate a trustworthy form of planning for the production process of subfloors. The results suggest a generic production process that combined with a process planning technique found during the literature review results in a standardized way of designing and documenting the process of building subfloors, which can be used for people interested in ensuring efficiency and precision to the production system.

**Keywords:** Screed subfloor, Mortar subfloor, Project execution plan, Production systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Camadas recorrentes em contrapisos .....	22
Figura 2.2 - Régua vibratória.....	23
Figura 2.3 - Alisadora de piso.....	23
Figura 2.4 - Atividades do processo de produção de contrapisos aderidos .....	26
Figura 2.5 - Fissuras na camada superficial do contrapiso .....	28
Figura 2.6 - Fissuras em toda a espessura do contrapiso .....	28
Figura 2.7 - Desagregação do contrapiso.....	29
Figura 3.1 - Os 6 passos na metodologia de uma pesquisa qualitativa.....	35
Figura 3.2 - Fluxo de categorização dos dados e consolidação dos processos .....	38
Figura 4.1-Fluxograma de Planejamento e execução da empresa exemplo. ....	41
Figura 4.2 - Processo genérico de construção de contrapiso proposto. ....	42
Figura 4.3 - Diagrama SIPOC da Empresa exemplo. ....	43
Figura 4.4 - Plano de Ação do M-PPC .....	45
Figura 4.5 - Projeto de planta baixa do pavimento a ser executado contrapiso.....	47
Figura 4.6 - Tomadas de piso embutidas no CP .....	48
Figura 4.7 – Fluxograma operacional do processo de construção do primeiro exemplo .....	56
Figura 4.8 - Consolidação do processo de construção do primeiro exemplo a partir da customização do processo genérico.....	58
Figura 4.9 - Layout do projeto arquitetônico do segundo exemplo.....	59
Figura 4.10 - Laje, contrapiso e piso existentes no local.....	60
Figura 4.11 - Tubulações de esgoto a serem embutidas no contrapiso.....	61
Figura 4.12 - Consolidação do processo de construção do segundo exemplo.....	65
Figura 4.13 - Planta baixa da subestação .....	67
Figura 4.14 - Área de banheiro a ser executado o contrapiso da SmartFit em Santa Maria.....	68
Figura 4.15 - Área do escritório da Schneider Martins a ser executado contrapiso .....	69
Figura 4.17 - Ocorrência das atividades por estudo de caso.....	72
Figura 4.18 - Consolidação do processo planejado para o caso 3 de projeto. ....	75
Figura 4.19 - Consolidação do processo planejado para o caso 4 de projeto .....	76
Figura 4.20 - Consolidação do processo planejado para o caso 5 de projeto .....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Descrição das atividades do plano de ação do M-PPC.....	33
Quadro 4.1 - Características do elemento Contrapiso e impactos no planejamento do processo de construção. ....	49
Quadro 4.2 - Requisitos de construção e seus impactos no planejamento do processo de construção .	50
Quadro 4.3 - Lista de materiais e componentes necessários a produção de contrapiso, classificados entre produção interna e externa.....	51
Quadro 4.4 - Folha de processo de construção .....	52
Quadro 4.5 - Atividade Limpeza da base descrita na Folha de processo Caso 1 .....	54
Quadro 4.6 - Descrição da limpeza da base (o3) no Procedimento de execução .....	55
Quadro 4.7 - Características de projeto do elemento Contrapiso e impactos no planejamento do processo de construção do segundo exemplo .....	62
Quadro 4.8 - Requisitos de construção e seus impactos no planejamento do processo de construção do segundo exemplo .....	63
Quadro 4.9 - Componentes de produção externa para execução do contrapiso .....	64
Quadro 4.10 - Ocorrência de atividades específicas de acordo com as características dos projetos apresentados.....	70
Quadro 4.11 - As atividades de diferenciação e seus casos de ocorrência .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PIB – Produto Interno Bruto

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

PSP – Projeto do Sistema de Produção

M-PPC – Modelo de Planejamento de processo de construção

CP – Contrapiso

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
1.1.1	OBJETIVO GERAL	16
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>1.2</b>	<b>DELIMITAÇÃO DA PESQUISA</b>	<b>17</b>
<b>1.3</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>CONTRAPISO</b>	<b>19</b>
2.1.1	DEFINIÇÃO	19
2.1.2	OCORRÊNCIA E FINALIDADE	19
2.1.3	TIPOS DE CONTRAPISO	20
2.1.4	ARGAMASSAS	22
2.1.5	ETAPAS DA EXECUÇÃO	24
2.1.6	RETRAÇÃO	27
2.1.7	PATOLOGIAS	27
<b>2.2</b>	<b>PRODUÇÃO</b>	<b>29</b>
2.2.1	O PROJETO	29
2.2.2	O SISTEMA DE PRODUÇÃO	30
2.2.3	O MODELO DE PLANEJAMENTO DE PROCESSOS DA CONSTRUÇÃO	31
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>OS SEIS PASSOS DE BRYMAN</b>	<b>34</b>
3.1.1	ENTENDIMENTO DO TEMA DA PESQUISA	35
3.1.2	ESCOLHA DAS FONTES DE INFORMAÇÃO	36
3.1.3	COLETA DE DADOS	36
3.1.4	INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	37
3.1.5	CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS	37
3.1.6	REDAÇÃO DE DESCOBERTAS E CONCLUSÕES	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>EXPOSIÇÃO DO PRIMEIRO EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO M-PPC ....</b> ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
4.1.1	ANÁLISE DE PROJETOS	46
4.1.2	ANÁLISE DE REQUISITOS DE CONSTRUÇÃO DO SUBSISTEMA	50
4.1.3	ANÁLISE DE TERCEIRIZAÇÃO DE COMPONENTES	50
4.1.4	SELEÇÃO DOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO	51
4.1.5	DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO	52
<b>4.2</b>	<b>EXPOSIÇÃO DO SEGUNDO EXEMPLO</b> ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
4.2.1	ANÁLISE DE PROJETOS	60
4.2.2	ANÁLISE DE REQUISITOS DE CONSTRUÇÃO DO SUBSISTEMA	63
4.2.3	ANÁLISE DE TERCEIRIZAÇÃO DE COMPONENTES	64
4.2.4	SELEÇÃO DOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO	64
4.2.5	DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO	65
<b>4.3</b>	<b>EXPOSIÇÃO DOS OUTROS TRÊS CASOS</b>	<b>66</b>
4.3.1	CASO 3	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.3.2	CASO 4	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.3.3	CASO 5	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

4.3.4	APRESENTAÇÃO DO QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE PROJETO .....	70
4.3.5	CONSOLIDAÇÃO DOS PROCESSOS DOS CASOS 3,4 E 5 .....	74
4.3.6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	78
<b>5</b>	<b><u>CONCLUSÃO.....</u></b>	<b>80</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil representa uma grande parte da economia do Brasil, atingindo 6,2% do PIB segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Entretanto, desde 2013, a queda no setor chega a 14,3%, enquanto o PIB total do Brasil, por sua vez, diminuiu 5,5% no mesmo período – (IBGE). Este cenário caracteriza, para Rossi e Mello (2017) a maior crise documentada na história do Brasil. Tal retração pode ser justificada por diversos motivos, para Bezerra (2015), o decreto n. 8.412/2015 que dispõe sobre a execução financeira dos fundos dos órgãos e entidades do Poder Executivo Federal, principalmente relacionado às obras públicas, vigorosamente afetados pelos cortes do repasse federal para as obras do PAC e do Minha Casa, Minha Vida, aliados à crise das construtoras alvo da Operação Lava Jato, o aumento da taxa de juros e a perda do poder de compra do consumidor.

Em circunstâncias de crise, os serviços disponíveis às empresas emergentes no setor da construção muda de perfil, a construção de novos empreendimentos desde a planta diminui e a demanda por reformas aumenta – (LIMA et al., 2017). Para Duarte e Lamounier (2007), para que uma empresa saiba se posicionar no mercado deve realizar uma análise financeira e econômica do seu setor de atuação. Neste cenário, empresas pequenas dedicam-se à realização de diversos tipos de obras, especialmente reformas, tanto do tipo residencial quanto comercial.

No contexto de obras de reformas, surgem novas exigências de execução, como a demanda de prazos precisos, obras limpas e organizadas e orçamentos específicos muitas vezes pré-determinados pelos clientes. A empresa analisada nesse trabalho, onde o autor trabalha, atua em reformas de apartamentos, muitas vezes já ocupados, e no segmento de reformas de lojas comerciais em shoppings centers, nestes nichos a complexidade de alinhamento de prazos e a demanda por serviços de qualidade se tornam ainda mais gritantes. As técnicas e métodos construtivos para alcançar os requisitos de construção da área se enquadram no perfil de construção “à seco”, esse modelo não utiliza água, cimento ou argamassa mesmo em elementos estruturais, viabilizando uma gestão de obra rápida e eficiente, a montagem dos elementos e subsistemas se dá pela instalação de componentes modulares, leves e de fácil manuseio desenvolvidos para serem versáteis e duráveis. Com o intuito de aprimorar ainda mais esses processos e de garantir os requisitos deste tipo de construção, considerando melhorias e inovações no desenvolvimento de projetos, é importante para a empresa identificar anteriormente possíveis fragilidades de serviços que podem prejudicar o planejamento.

De uma simples análise dos projetos executados pela empresa em questão percebe-se um serviço que é recorrente, foge do padrão construtivo mencionado no parágrafo anterior e



que com frequência compromete o cronograma e a organização da obra; a execução de contrapisos. Barros e Sabbatini (1991) afirmam que a produção de contrapisos é uma das atividades de um conjunto que são encaradas como secundárias, não conta com um projeto específico e é, muitas vezes, deixada ao domínio do operário. Para Rossi e Mello (2017) um fator que acomete as empresas da construção civil em momento de crise é o aumento da rotatividade da mão de obra na estrutura da empresa, o que dificulta, portanto, a consolidação do processo de execução e do padrão do resultado. De acordo com Barros (1995) a formulação de um projeto de implementação de contrapisos resultaria em melhora da qualidade e significativa economia do custo global da obra quando se tratando de edifícios de múltiplos pavimentos.

Assim a motivação dessa pesquisa surge necessidade do autor de minimizar os transtornos e retrabalhos causados pela produção de um elemento que foge do padrão de construção “à seco” utilizado na empresa em que trabalha. Devido a estrutura da empresa e a forma de contratação de serviço terceirizada, as equipes executoras variam o que acaba refletindo na oscilação da qualidade do produto final. Portanto nesse trabalho busca estudar uma forma de garantir a qualidade dos tipos de contrapisos executados pelo autor na empresa Exemplo.

## 1.1 OBJETIVOS

Dentro do que abrange a área de atuação de uma construtora jovem e pequena com perfil de atuação em ambos os cenários residencial e comercial, com fragilidade na definição e documentação de seus processos internos, definiu-se como objetivo deste trabalho os seguintes:

### 1.1.1 Objetivo Geral

“Propor uma sequência de planejamento do processo de produção de contrapisos que resulte em um produto final de qualidade com as características previamente estabelecidas.”.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os tipos de contrapiso executados no mercado e quais as semelhanças e divergências entre seus processos de produção.

- Propor uma metodologia de planejamento de execução que se adapte à variação do produto em obras com diferentes particularidades, sejam elas logísticas ou executivas.
- Propor uma metodologia de documentação dos processos adotados.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se delimita a buscar na literatura e em artigos, dissertações e teses acadêmicas referências sobre os tipos de contrapiso presentes no mercado, processos que envolvem o planejamento e técnicas de execução. Em seguida selecionar as melhores metodologias, mostrando em um passo a passo a elaboração do processo de planejamento da construção do elemento de contrapiso, sua utilização e documentação. Por fim o trabalho se propõe a aplicar as metodologias de planejamento e documentação em casos de projetos desenvolvidos pela empresa onde o autor atua profissionalmente.

Não faz parte do escopo da pesquisa analisar as composições de custos dos processos de produção de contrapisos uma vez que o imprecisões sobre o cronograma são muito mais graves à empresa estudada que variações no custo. Também não foram abordadas a fundo os métodos de dosagem de argamassas para contrapisos, uma vez que podem envolver uma grande variedade de aditivos e constituem pauta para uma outra pesquisa.

## 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho foi organizado em uma estrutura composta por 5 capítulos estruturados de modo a facilitar ao leitor entender a importância do tema, contexto em que se desenvolve, o propósito da pesquisa e a maneira na qual foi elaborada.

Capítulo 1 – Introdução: Apresenta o contexto da área estudada, do qual se desenvolve a importância do tema. Busca familiarizar o leitor com os termos e processos do campo de estudo, evidenciando as competências, limitações e restrições das técnicas utilizadas. Também, se propõe a comentar os resultados do trabalho apresentando suas implicações e aplicações. Por fim, expõe as delimitações submetidas à pesquisa e exhibe a estrutura organizacional utilizada no trabalho.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica: Revisão da literatura para a construção de um referencial teórico que permite o desenvolvimento da pesquisa. Foram apresentados os

conceitos gerais do elemento contrapiso e os fatores e características inerentes ao mesmo, além dos princípios de produção, e projetos para a produção.

Capítulo 3 – Metodologia: Explica como a metodologia proposta por Bryman (2012), que consiste em 6 etapas sistêmicas, foi utilizada no desenvolvimento da pesquisa. Expõe como o processo de coleta, análise e categorização de dados consiste em um processo interativo que garante detalhamento da pesquisa requisitando aprofundamento da coleta de dados.

Capítulo 4 – Resultados: Desenvolvimento do trabalho de acordo com a metodologia apresentada. São mostrados, passo a passo, a elaboração dos planejamentos de dois casos de projeto para verificação da aplicabilidade do método de análise, em seguida, expostos mais 3 casos são expostos e categorizados para investigação dos padrões emergentes. Por fim, são discutidos os resultados obtidos.

Capítulo 5 – Conclusão: Aborda os resultados encontrados na pesquisa, resume os significados, descreve a importância e sugere como os mesmos trazem contribuições para a área de estudo, além de sugerir recomendações para o desenvolvimento de futuras pesquisas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONTRAPISO

#### 2.1.1 Definição

Segundo a BRITISH STANDARDS 8204-02, (2009): "*O contrapiso consiste de camada(s) de argamassa ou enchimento aplicada(s) sobre laje, terreno ou sobre uma camada intermediária de isolamento ou de impermeabilização.*" Sendo necessário para determinação do tipo de contrapiso; o conhecimento do tipo da base, desempenho esperado, solicitações previstas, revestimentos que serão aplicados, materiais disponíveis para a sua produção.

Segundo Barros (2011), o contrapiso é composto por uma ou mais camadas de material lançado sobre laje estrutural ou sobre camada intermediária, como manta acústica ou térmica, devendo apresentar espessura, regularidade superficial, resistência mecânica, compacidade e durabilidade adequados ao seu uso.

#### 2.1.2 Ocorrência e finalidade

Elemento do subsistema de revestimentos horizontais (condicionamentos de superfícies), o contrapiso é recorrente em ambos os cenários comercial e residencial. De acordo com Barros (2011) são diversas as funções dos contrapisos:

- Proporcionar desníveis entre ambientes;
- Transmitir as cargas de utilização à base estrutural;
- Possibilitar declividades para escoamento de água;
- Regularizar a base;
- Permitir o eventual embutimento de instalações.
- Servir de suporte para fixação de revestimentos de piso.
- Podendo ter ainda outras funções como: barreira estanque ou impermeável, isolante térmico e/ou acústico.

Para Barros (2011), as principais propriedades que o elemento deve possuir para alcançar suas funções em empreendimentos habitacionais e comerciais são:

- A) Condições superficiais: responsável por possibilitar a aderência entre o contrapiso e o revestimento.
- B) Aderência: capacidade do elemento em transmitir esforços, via interface contrapiso-base, provenientes das solicitações de uso.
- C) Resistência mecânica: refere-se à preservação da integridade física quando solicitado por ações durante a fase de utilização.
- D) Resiliência: capacidade de retornar a forma original após sofrer deformações, sem apresentar fissuras.
- E) Compacidade: propriedade do contrapiso em resistir ao esmagamento, determinada em relação ao índice de vazios da argamassa.
- F) Durabilidade: capacidade do contrapiso em resistir a degradação, é função do grau de exposição do mesmo e da compatibilidade entre ele e o revestimento de piso.

Conforme Barros e Sabbatini (1991), quatro pontos devem ser analisados para definir o tipo de contrapiso projetado, suas técnicas de execução e a argamassa utilizada, para atingir as propriedades necessárias ao desempenho de suas funções:

Primeiramente deve-se examinar as características da base de modo que sejam entendidos a resistência, deformabilidade, acabamento superficial e o nivelamento da estrutura que receberá o contrapiso.

Em seguida, devem ser investigadas as características dos materiais constituintes, disponíveis à produção do contrapiso, como a granulometria e o teor de finos do agregado e a natureza do aglomerante.

O terceiro ponto a ser analisado são as solicitações de obra, de forma que se conheça a época de execução do contrapiso e como ele se relaciona com as demais etapas da obra, constatando-se o tempo e o grau de exposição que será submetido, a fim de se determinar a resistência mecânica do elemento e, conseqüentemente, a técnica de execução empregada.

Por fim, devem ser consideradas as características dos revestimentos de piso que serão aplicados sobre o contrapiso influenciando na sua espessura e condição superficial necessários ao revestimento.

### **2.1.3 Tipos de contrapiso**

Segundo a BS 8204-02 (2009) existem três tipos de contrapiso, classificados de acordo com sua aderência com a base.

### 2.1.3.1 Contrapiso Aderido

Contrapiso que apresenta total aderência à base, normalmente executado em camadas mais finas(20-40mm) pois trabalha em conjunto com a laje.

### 2.1.3.2 Contrapiso Não aderido ou semi-aderido

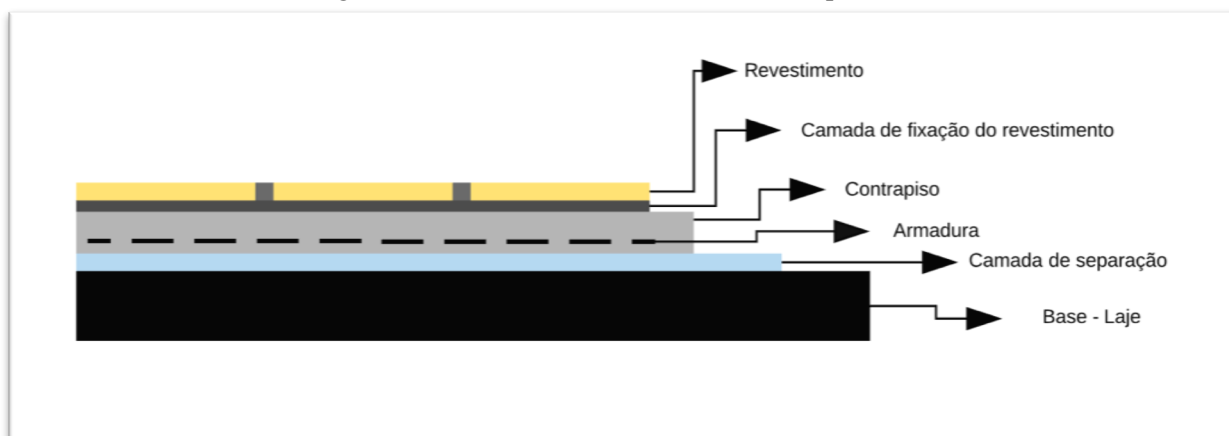
Quando não se garante a total aderência da argamassa de contrapiso com a base é necessário trabalhar com espessuras maiores que 35mm.

### 2.1.3.3 Contrapiso flutuante

Piso flutuante, segundo Pedroso (2007), consiste em utilizar um material para isolar o contrapiso do revestimento final da laje. De acordo com Barros (2011) é o caso de contrapisos executados sobre manta asfáltica impermeabilizante e manta de polietileno para isolamento acústico. Quando utilizado para isolamento acústico, o material de separação conta com propriedade de alta resiliência, atua como uma mola e será mais eficiente tanto quanto maior for sua resiliência – (PEDROSO, 2007).

Portanto o que define o tipo de contrapiso é a relação com a base. A Figura 2.1 ilustra as camadas recorrentes em contrapisos, a presença da camada de separação caracteriza o contrapiso flutuante, a ausência da mesma resulta no contrapiso semi-aderido salvo exceções onde procedimentos específicos buscam produzir uma interface que garanta a aderência do contrapiso à base. A uso de armadura não depende do tipo de contrapiso e sim de outras características de projeto abordadas nesse capítulo, nos casos em que a base não consiste em um elemento estrutural de concreto armado, podem fazer-se necessárias outras camadas como lastro de brita ou piso de concreto magro. Quando o acabamento superficial do contrapiso não é adequado ao tipo de revestimento que será utilizado torna-se necessário a adição de uma camada de regularização.

Figura 2.1 - Camadas recorrentes em contrapisos



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 2.1.4 Argamassas

Sendo o contrapiso um revestimento argamassado, tem a argamassa como seu principal componente. Segundo Barros e Sabbatini (1991) são utilizados dois tipos de argamassas para a produção de contrapisos, as plásticas e as secas. Para Freitas (2013), ainda pode ser utilizada a argamassa autonivelante.

A argamassa plástica tem a mesma consistência de argamassas de revestimento, sua umidade fica entre 20 e 25% - Barros (1995). Para Freitas (2013), tem seu uso restrito na produção de contrapisos de menor dimensão devido a necessidade de equipamentos de aplicação e acabamento mais sofisticados como equipamentos vibratórios e alisadores de piso (Figura 2.2 e Figura 2.3), sendo suas aquisições incompatíveis com algumas obras de pequeno porte. Ainda, apresentam consumo de aglomerante um pouco maior, garantem melhor aderência à base, contudo apresentam dificuldade na execução de desníveis e caimentos.

A argamassa seca ou “farofa” como também é conhecida, tem o traço semelhante ao utilizado em argamassas plásticas, difere-se somente em relação a umidade que fica em torno de 9 a 11% - Barros (1995). De acordo com Freitas (2013) tem seu uso mais difundido devido a compactação ser feita manualmente com energético apiloamento da argamassa contra a base, o acabamento da superfície pode ser efetuado manualmente com régua de alumínio e desempenadeira de madeira e possibilita contrapisos com desníveis e caimentos.

Por último, de acordo com Freitas (2013) a argamassa autonivelante pode ser utilizada para a construção de contrapisos, apresenta vantagens como alto rendimento de aplicação uma vez que camadas de até 10cm podem ser aplicadas de uma única vez, demonstra boa aderência a base, dispensa o desempeno e o nivelamento é feito por simples agitação, apresenta baixa

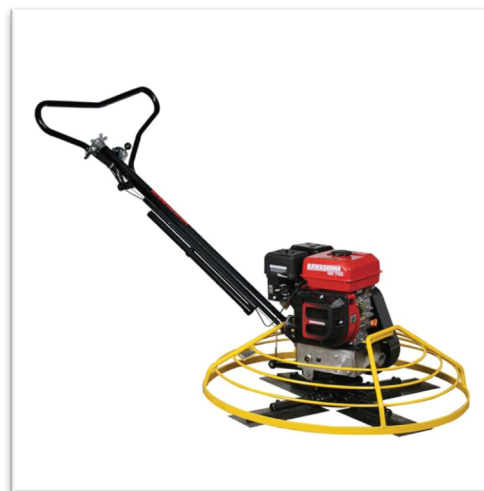
retração sendo possível executar áreas de até 60m<sup>2</sup> sem juntas de dilatação, permite o assentamento de revestimento cerâmico após 7 dias, porém, para confecção de caimentos é necessário o uso de barreiras e posterior arremate com argamassa seca.

Figura 2.2 - Régua vibratória



Fonte: Rhino pisos (2016).

Figura 2.3 - Alisadora de piso



Fonte: Engemac (2013).

Para Barros e Sabbatini (1991), o traço da argamassa de contrapiso deve ser determinado previamente, utilizando-se uma metodologia de dosagem a partir do conhecimento das propriedades dos materiais disponíveis e do tipo de contrapiso a ser executado para determinação do consumo de aglomerante e do traço resultante. Para Freitas (2013) o traço da argamassa deve estar contido no projeto de contrapiso. A escolha dos materiais constituintes deve ser baseada nos materiais disponíveis na região, para Barros (2011) os materiais mais difundidos na produção de contrapisos no Brasil têm sido o cimento comumente empregado no concreto estrutural e a areia de granulometria média, porém também têm sido utilizados outros



agregados areno-argilosos e areno-siltosos, como o saibro, areia de goma, areia de cava, entre outros.

A partir do conhecimento do tipo de contrapiso, das características do projeto geométrico do mesmo, da escolha dos materiais constituintes, da resistência mecânica mínima e da trabalhabilidade necessária à argamassa, define-se o consumo de aglomerante. Para Barros (2011), o consumo de aglomerante para contrapisos de edifícios habitacionais varia na faixa de 250 a 350kg/m<sup>3</sup>. Freitas (2013), expõe que o consumo de cimento por m<sup>3</sup> de argamassa para contrapisos de regularização fica entre 250 a 450kg/m<sup>3</sup> e pode chegar à ordem de 600kg/m<sup>3</sup> para argamassas com propriedades impermeabilizantes com aditivos elastômeros e outros hidrofugantes. Ainda para Freitas (2013) quanto mais fina for a granulometria da areia utilizada maior é o consumo de cimento, em função da maior superfície específica dos grãos.

### **2.1.5 Etapas da execução**

A adequada execução de contrapiso passa por um processo de produção bem definido em que a sequência de atividades e as técnicas empregadas minimizem as chances de erros e maximizem os rendimentos. Barros e Sabbatini (1991) apresentam um processo de construção de contrapisos aderido que começa com o “*levantamento e avaliação das condições da base*”, que deve ser realizado antes mesmo da definição do projeto do elemento, pois determina os níveis reais da laje acabada, necessários para a produção de um projeto preciso.

Em seguida, de posse do projeto são transferidos os níveis com uso de aparelho de nível, nível laser ou nível laser com receptor. Para marcação do nível utilizam-se as taliscas, coloca-se argamassa até o nível marcado e então posiciona-se a talisca (pedaço de cerâmica ou madeira), nivela-se e confere-se o nível novamente. De acordo com Barros (1995) a disposição das taliscas deve estar contida no projeto, o qual deverá considerar a distância máxima de 3m entre as mesmas. Para Freitas (2013), as taliscas são executadas após a limpeza da base, porém Barros e Sabbatini (1991) sugerem que a limpeza da base seja feita após a execução das taliscas para evitar que fiquem detritos de argamassa, para as taliscas deve-se limpar pontualmente o local onde a mesma será executada e efetuar o processo da ponte de ligação do mesmo modo que é feito para o resto do contrapiso. As taliscas devem ser executadas entre um e dois dias de antecedência à execução do contrapiso, de modo que estas possam ser inspecionadas, diminuindo a possibilidade de erros no nivelamento do contrapiso - Barros (1995).

A limpeza da base deve consistir na remoção dos detritos aderidos a base com uso de picão ou talhadeira e marreta, em seguida a base deve ser escovada com vassourão duro e água

em abundância, que deve ser removida no final da limpeza. Quando houver a presença de óleos, graxas, colas ou tintas esses materiais deverão ser removidos por completo com o uso de produtos específicos – (BARROS, 1995).

Quando se trata da produção de contrapisos aderidos, antes da aplicação das faixas de argamassa que constituirão as mestras do contrapiso, deve-se executar uma interface de ponte de ligação. Para Barros (1995) esse processo consiste em molhar a base com antecedência, remover do excesso de água e polvilhar aproximadamente  $0,5\text{kg/m}^2$  de cimento sobre a base, em seguida a base deve ser energeticamente escovada com vassourão duro criando uma película de nata de cimento que serve de ponte de ligação entre a base e a argamassa “seca”. Freitas (2013) afirma que a adição de aditivos poliméricos melhora a aderência entre o contrapiso e o substrato, Godoy e Barros (2000) indicam que o aditivo deve ser utilizado em proporção de 1:1 em relação a massa de água e espalhado com auxílio de broxa. Para Barros e Sabbatini (1991) é o processo da ponte de ligação que difere a produção de contrapisos aderidos dos outros tipos.

Para construção das mestras deve-se aplicar a argamassa nas faixas que ligam as taliscas, usar uma enxada para espalhar a argamassa e um soquete para energética compactação da mesma. Esse processo deve ser repetido em camadas de 2 a 3cm – (FREITAS, 2013). De acordo com Barros (1995) deve-se utilizar uma régua de alumínio, sobre as taliscas, para cortar o excesso de argamassa nas mestras de modo a obter toda a faixa no mesmo nível das taliscas. Então deve-se remover as taliscas, preenchendo-se o espaço deixado com argamassa e nivelando-o com a régua metálica.

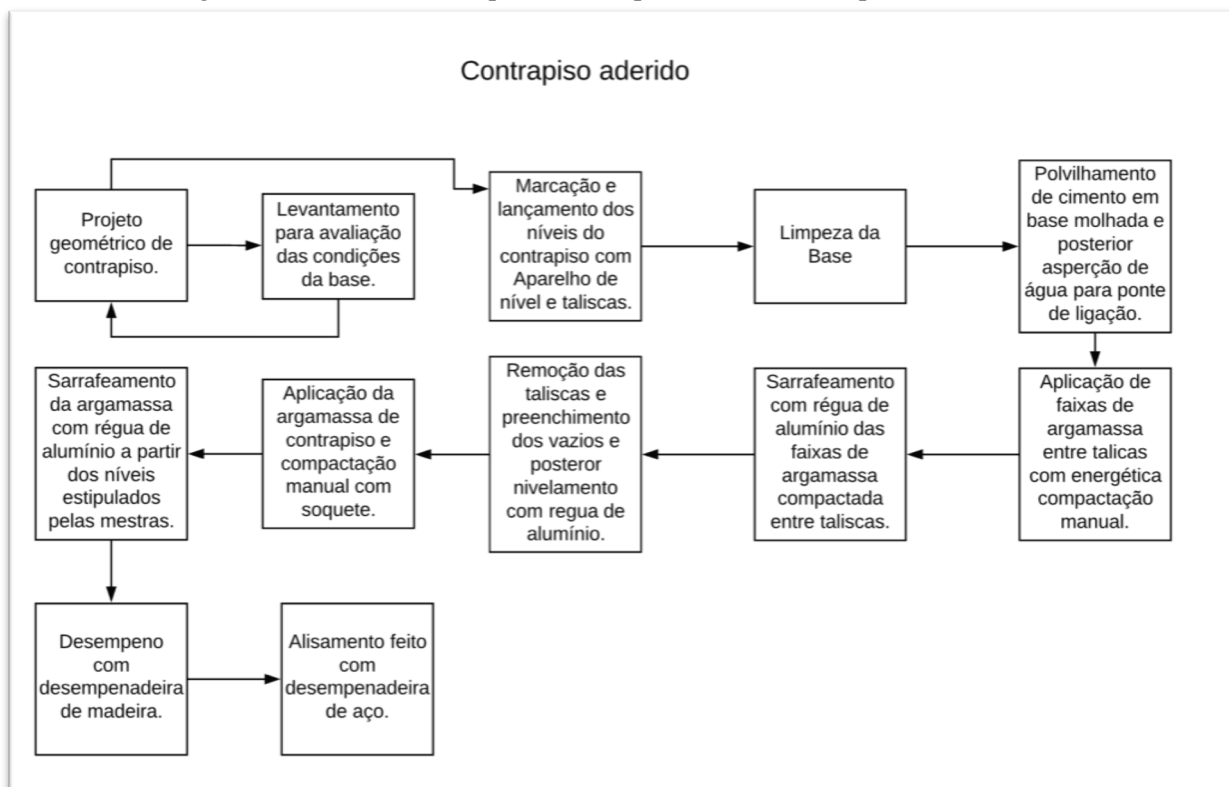
Após execução das mestras pode-se começar o preenchimento do piso com argamassa seguindo alguns procedimentos. A argamassa deve ser lançada, entre as mestras de modo que, após ser espalhada com a enxada, se sobreponha ao nível das mestras, quando a espessura não ultrapassar 5cm, caso contrário a aplicação deverá ser feita em mais de uma etapa. Após o espalhamento, deve-se compactar energeticamente com o uso de um soquete. Para Freitas (2013) a compactação consiste em uma atividade crítica para a produção de contrapisos aderidos, sendo sua deficiente execução recorrente causa de patologias nesse tipo de elemento. Terminada a etapa anterior inicia-se o sarrafeamento de toda a superfície, empregando régua metálica de 3m em movimentos de vaivém, que devem ser repetidos até que toda a argamassa apresente os mesmos níveis das mestras, em toda a superfície.

Por último ocorrem as atividades de acabamento da superfície, que devem ser adequados às características do tipo de revestimento que será aplicado. O acabamento mais utilizado é o desempenado, que consiste na utilização de uma desempenadeira de madeira em movimentos circulares para remoção de irregularidades deixadas pelo sarrafeamento, pode ser

necessário borrifar água para executar esse procedimento. De acordo com Freitas (2013) esse acabamento é recomendado para posterior aplicação de revestimentos cerâmicos pois garante uma superfície plana, mas rugosa o suficiente para receber a argamassa adesiva usada na instalação de cerâmicas. Quando o revestimento utiliza colas, adesivos ou resinas para sua fixação é recomendado o acabamento “alisado”, este é obtido com o uso de uma desempenadeira de metal após o primeiro desempenho, Freitas (2013) recomenda borrifar água sobre a superfície e desempenar em uma única direção, este desempenho provoca o aparecimento da nata de cimento presente na argamassa, resultando em um acabamento menos poroso e mais resistente. Ainda há a possibilidade do acabamento denominado “alisado reforçado” também chamado de acabamento em “cimento queimado”, consiste em polvilhar cimento em uma quantidade aproximada de  $0,5\text{kg/m}^2$  após o sarrafeamento e dar continuidade ao acabamento como descrito anteriormente. Para Barros (1995) esse acabamento deve ser utilizado quando o contrapiso for ficar por um longo período exposto, para quando não for receber revestimento, ou ainda quando o contrapiso é executado antes do revestimento de parede, constituindo uma superfície com maior resistência.

A Figura 2.4 ilustra, de maneira resumida, as atividades de execução do contrapiso aderido de acordo com Barros (1995).

Figura 2.4 - Atividades do processo de produção de contrapisos aderidos



Fonte: Adaptado de Barros (1995).

Após finalizado o processo de produção de contrapiso, alguns cuidados deverão ser tomados para que o produto mantenha a qualidade. A cura da argamassa pode acontecer sob as condições ambientes quando se trata de contrapisos internos, não submetidos às ações agressivas do meio ambiente, em outros casos deve-se utilizar a cura úmida ou cura química – (BARROS, 1995). Ainda para Barros (1995), o contrapiso deve ser isolado do tráfego de pessoas por 3 dias e o prazo mínimo a ser respeitado para a secagem do contrapiso é 28 dias, só então podem ser aplicados revestimentos susceptíveis a umidade.

### 2.1.6 Retração

O fenômeno de retração consiste na diminuição do volume da argamassa que ocorre pela perda da água por evaporação, e também pelas reações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes. O fenômeno acaba resultando em fissuras que não são prejudiciais (microfissuras) ou prejudiciais quando permitem a percolação de água no revestimento endurecido.

Na Argamassa fresca, *“a perda de água ocorre por exsudação, evaporação, percolação por juntas dos moldes, absorção de água pelos agregados, absorção de água pelas fôrmas ou por alguma superfície em contato com a peça concretada. Ela dá origem à chamada retração plástica. Essa perda de água pode ser controlada em parte por um correto estudo de dosagem experimental e em parte por procedimentos adequados de concretagem, adensamento e cura”* – (HELENE e ANDRADE, 2010).

### 2.1.7 Patologias

Sabbatini (1988) estabelece que a ocorrência de patologias em revestimentos argamassados podem ter suas causas relacionadas com a fase de projeto, execução ou utilização do revestimento ao longo do tempo.

Para Freitas (2013) são três as patologias recorrentes em contrapisos: fissuras na camada superficial, fissuras em toda a espessura do contrapiso e a desagregação do contrapiso, e se manifestam como descrito a seguir.

As fissuras que se apresentam de forma generalizada na camada superficial do contrapiso (Figura 2.5), são causadas por retração plástica, a água presente na argamassa exsuda, a superfície fica constituída por uma nata com alto teor de água que ao evaporar reduz o volume da argamassa superficial criando fissuras. Freitas indica como causa mais provável o excesso

de água na argamassa ou no acabamento e indica como possível ação reparadora a aplicação de revestimento cerâmico.

A patologia que se desenvolve com fissuração, normalmente mais espaçada, mas que contempla toda a espessura do contrapiso (Figura 2.6), também é causada por retração. Contudo, para Freitas (2013), a origem é devida a problemas de aderência entre o contrapiso e a base, causados mais provavelmente, pela carência de compactação, ou ainda, má execução da ponte de ligação ou excesso de cimento e água na argamassa. O elemento com essa patologia torna-se inutilizável até como base para revestimentos, devendo ser removido e reconstruído totalmente.

A terceira forma de patologia recorrente em contrapisos, de acordo com Freitas (2013), é a desagregação do contrapiso (Figura 2.7). Ocorre quando a estrutura da base não é adequada, quando há carência de compactação ou carência de aglomerante na argamassa.

Figura 2.5 - Fissuras na camada superficial do contrapiso



Fonte: cimentos Itambé (2011).

Figura 2.6 - Fissuras em toda a espessura do contrapiso



Fonte: Mapa da obra (2009).

Figura 2.7 - Desagregação do contrapiso



Fonte: cimentos Itambé (2012).

## 2.2 PRODUÇÃO

### 2.2.1 O projeto

Segundo a norma ISO 21500:2012, projeto é *“Conjunto único de processos que consistem em atividades coordenadas e controladas com início e término, empreendido para alcançar um objetivo. A realização do objetivo do projeto exige resultados em conformidade com os requisitos específicos, incluindo várias restrições como tempo, custos e recursos”*.

Já segundo o Guia PMBOK (2013), *“Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos”*. O projeto, portanto, define o produto.

Os projetos de um empreendimento constituem uma das etapas mais importantes do seu processo de construção, pois é nela em que todas ideias e diretrizes serão concebidas e determinadas, a fim de se obter sucesso ao final. Este fato não é diferente com o projeto de pisos que de acordo com Freitas (2013), deve conter, não somente os tipos de revestimentos utilizados, como os tipos de contrapisos empregados em cada área, suas alturas e caimentos, projeto geométrico, definição do tipo e traço da argamassa e informações relativas aos procedimentos de execução e às inspeções de controle.

Melhado; Violani (1992) apontam que *“para se obter sucesso em um empreendimento, o projeto não pode ser resumido à caracterização geométrica no papel da obra a ser construída. O projeto deve conceber, além do produto, o seu processo de produção; (...) deve assumir o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto”*.

Sabbatini (1989) ressalta a importância da elaboração do projeto para produção do empreendimento ou de seus componentes, onde são estabelecidas as técnicas e/ou métodos

construtivos e ilustrados os detalhes de execução que permitirão a construção do edifício ou de suas partes em acordo com o prescrito na concepção geral.

Assim entende-se que o projeto é o processo de definição do produto, mas que normalmente não contempla a metodologia de obtenção do mesmo, dando margem para divergências na produção e inevitavelmente no produto final. Nas edificações de uma maneira geral, o processo que forma o sistema de produção de contrapiso apresenta semelhanças àqueles encontrados em ambientes de manufatura repetitiva, nos quais um tipo de produto é produzido repetidamente e relativamente em grande escala. Desta forma fica evidente a importância de um método de planejamento de processos que englobe a formulação do projeto, informações pertinentes à produção do elemento e a documentação do processo, visando garantir um produto final padronizado e de qualidade.

## **2.2.2 O sistema de produção**

### **2.2.2.1 Definição**

O sistema de produção ou processo de produção consiste, de acordo com Cardoso (2001), no conjunto de atividades e operações envolvidas na produção de bens ou serviços que interagem entre si, cada qual com sua responsabilidade, e essa integração vai determinar o resultado do sistema como um todo.

### **2.2.2.2 Formulando o sistema de produção**

Para a formulação de um sistema de produção sob o contexto de adaptação das melhores práticas de produção utilizadas na manufatura, ao ambiente da construção civil, a atividade de Projeto do Sistema de Produção (PSP) representa a primeira tarefa gerencial a ser realizada no início de qualquer esforço produtivo (BALLARD et al., 2001), representando a forma mais básica para tentar mitigar a variabilidade inerente aos sistemas de produção (KOSKELA, 2000).

Segundo Ritzman e Krajewski (2004), as decisões feitas no decorrer do PSP são primordialmente importantes, já que escolhas errôneas podem afetar a produtividade e, portanto, a habilidade da organização em competir a longo prazo. Assim, o PSP afeta diretamente a eficiência da produção, pois a maioria dos recursos empregados é definida durante essa etapa.

Cardoso (2001) sugere que o conceito de projeto do sistema de produção seja elaborado na construção de edifícios, com o objetivo de definir as características de execução dos serviços a serem realizados e também garantir que as soluções adotadas pelas equipes responsáveis por estes serviços sejam suficientemente detalhadas. Para isso o projeto do processo de produção deve conter, não somente a sequência de atividades, como informações sobre as ferramentas e equipamentos necessários (e seus manuseios), além de especificar os materiais e as quantidades inerentes à execução de cada atividade do processo.

Contudo, o elemento contrapiso apresenta variação de características e técnicas de execução que impedem a formulação de um sistema de produção padronizado que contemple todos estes fatores. Assim, durante a revisão bibliográfica encontrou-se o trabalho de Silva (2012) que sugere, não a padronização do processo, mas do seu planejamento, detectando as características de diferenciação entre os casos e ajustando o processo para o projeto específico. A técnica do Modelo de Planejamento de Processo de Construção (M-PPC), proposto por Silva, é explicada resumidamente no próximo item.

### **2.2.3 O Modelo de Planejamento de Processos da Construção**

O modelo proposto por Silva (2012), tem como objetivo propor um método de planejamento para a produção de edifícios e seus subsistemas que se fundamenta nos conceitos da organização industrial, resultando em uma produção racionalizada de elementos que apresentem algum grau de padronização e repetibilidade.

Assim o M-PPC consiste em uma sequência de análises e definições que visam garantir que o processo resultante da aplicação do método seja específico para cada configuração de edifício ou subsistema, exclusivo para atender aos requisitos e características do projeto em questão. Desse modo Silva (2012) buscar assegurar que a tomada de decisões importantes será feita, pelo profissional responsável, na fase de planejamento do processo, pois toma-las logo antes da realização de um serviço raramente reflete na opção mais racional e economicamente viável. O modelo consiste em 8 atividades, apresentadas na página seguinte (Quadro 2.1), que realizam o mapeamento do processo e resultam em um fluxograma operacional além de folhas de processo que documentam as informações inerentes à cada atividade e ao processo como um todo.

As 4 últimas etapas do modelo são as etapas de definição, estas tomam como entradas as informações resultantes das etapas de análise e resultam nas definições; da sequência de atividades, dos recursos necessários, dos tempos, quantidades de equipes, equipamentos e



frentes de trabalho necessários ao processo. As definições da sequência de atividades ficam documentadas em um fluxograma operacional, denominado “Fluxograma de processo”. As informações relativas aos requisitos de material, ferramentas, equipamentos e equipes documentados na “folha de processo”. Por fim, as técnicas de execução de cada atividade do processo são documentadas, detalhadamente, no documento denominado “procedimento de execução”.

Deste modo o M-PPC pode ser utilizado como uma ferramenta de mapeamento do processo, permitindo identificar os detalhes e especificidades necessários à produção do contrapiso em cada projeto ainda na fase de planejamento, possibilitando “*pensar antes*” sobre as ações a serem adotadas.

Quadro 2.1 - Descrição das atividades do plano de ação do M-PPC

Atividade	Descrição	Informações de entrada	Informações resultantes	Observações
1. Análise de projetos	Auxilia na elaboração dos projetos do edifício e/ou de seus subsistemas, analisando suas características (dimensões, formas, especificações, tolerâncias, requisitos de qualidade, etc.) e avaliando sua construtibilidade	- Projetos do edifício (todas as disciplinas/subsistemas) - Especificações técnicas - Listas de materiais	- Solicitações de revisão de projeto (se necessárias) - Conhecimento completo do que será construído	Atividade conjunta com projetistas e coordenador de projetos – Engenharia Simultânea
2. Análise de requisitos de construção	Auxilia na definição dos requisitos de construção do edifício e/ou de seus subsistemas, analisando sua adequação aos processos de construção que possivelmente serão empregados	- Custo de construção - Tempo de construção - Disponibilidade de recursos - Capacidade dos recursos	- Conhecimento completo das restrições impostas à construção para realização do PPC	Atividade conjunta com as áreas de orçamento, comercial e outras que forneçam as informações necessárias – Engenharia Simultânea
3. Análise de terceirização da construção	Avalia quais subsistemas ou componentes do edifício serão produzidos internamente e quais terceirizados.	- Dados de projeto (1) - Dados de construção (2)	- Definição dos processos internos e terceirizados	Atividade conjunta com as áreas responsáveis pelo planejamento e gestão de suprimentos
4. Seleção dos processos de construção	Para cada subsistema ou item a ser construído internamente, seleciona o processo de construção que atende aos requisitos de projeto e de produção da forma mais econômica possível	- Dados de projeto (1) - Dados de produção (2) - Processos de construção disponíveis	- Definição dos processos de construção a serem utilizados	Em alguns casos, a tecnologia construtiva pode restringir o processo de construção a única opção
5. Definição da sequência	Define a sequência de processos (produção do edifício completo) ou de atividades (produção de um subsistema), incluindo operações, inspeções, transportes, estoques e esperas	- Dados de projeto (1) - Dados de produção (2) - Dados de processo (4)	- Sequência de processos para construção do edifício ou de atividades para construção do subsistema - Descrição breve de cada atividade	Necessária interação com a área de qualidade para definição das inspeções.
6. Definição dos recursos	Define os recursos necessários (equipamentos, ferramentas, instrumentos e recursos humanos) para cada processo ou atividade e analisa o possível compartilhamento de recursos entre processos distintos. Os recursos materiais são dados de entrada, definidos por projetos.	- Dados de produção (2) - Dados de processo (4) - Sequência de processos ou atividades (5)	- Definição dos recursos necessários para cada processo (edifício) ou para cada atividade (subsistema)	Devem ser analisados os recursos comuns a diferentes processos para o planejamento da construção do edifício
7. Definição dos parâmetros	Estabelece os parâmetros do processo (tempos de execução, quantidades de recursos, configurações de equipamentos), para que o processo esteja balanceado	- Dados de produção (2) - Dados de processo (4) - Sequência de atividades (5) - Definição de recursos (6)	- Tempos de cada processo ou atividade - Quantidade de recursos - Quantidade de equipes - Configurações de equipamentos	Forte interação entre planejamento do edifício e de seus subsistemas.
8. Definição de frentes de trabalho	Define as frentes de trabalho para cada processo de construção do edifício (quantidades de equipes simultâneas) ou para cada atividade do subsistema (divisão dos membros da equipe).	- Sequência de atividades (5) - Definição de parâmetros (7)	- Frentes de trabalho (quando aplicável)	Nem todos os processos de construção ou atividade irão requerer a divisão em frentes de trabalho (tracejado)

*Os números apresentados entre parênteses (x) remetem à numeração de atividades da primeira coluna do quadro.*

Fonte: SILVA, (2012)

### 3 METODOLOGIA

Nesse trabalho foi desenvolvido uma pesquisa descritiva (descreve as características de um fenômeno) que busca alcançar os objetivos específicos apresentados. A metodologia de caráter qualitativo (considera os aspectos subjetivos do objeto de estudo), busca padronizar o resultado final do processo de construção de contrapisos no contexto de uma construtora pequena que atua em obras de perfil variado em que o autor atua profissionalmente.

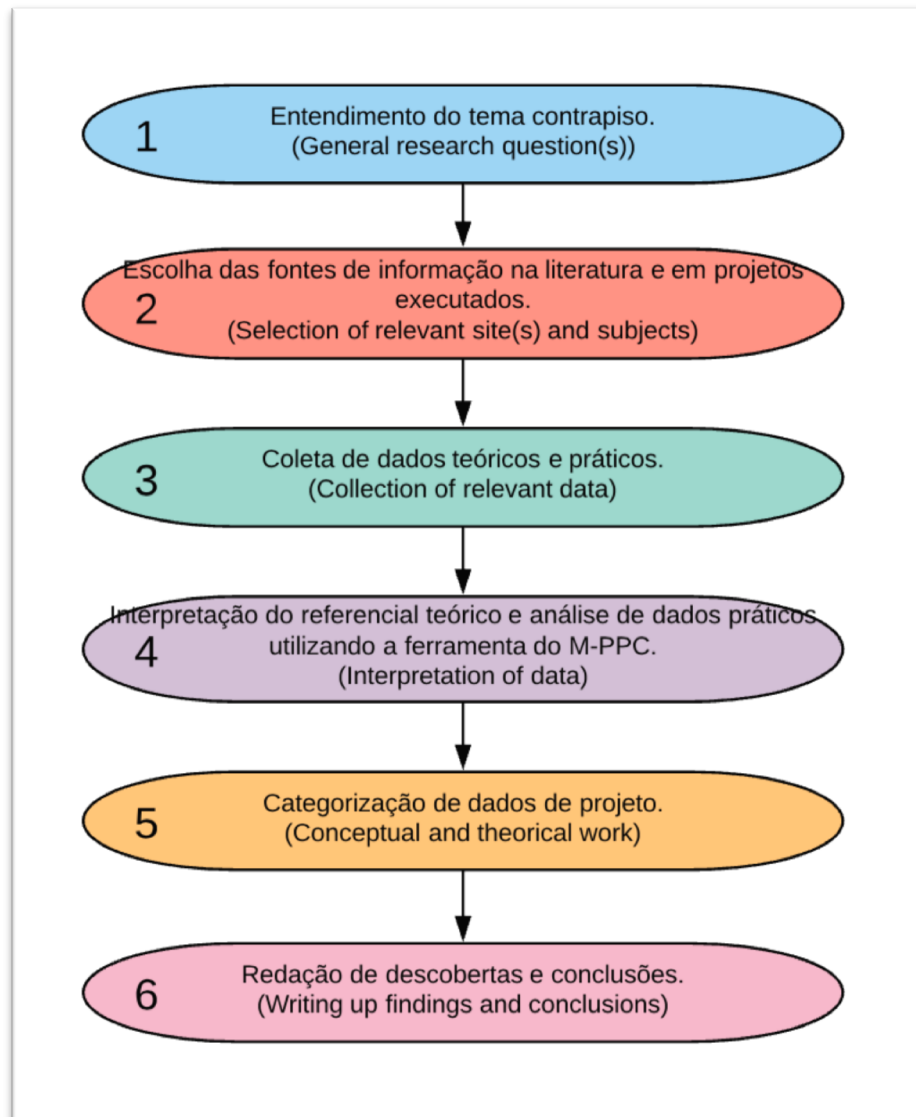
#### 3.1 OS SEIS PASSOS DE BRYMAN

A linha metodológica utilizada para a análise de dados de dimensão qualitativa foi os seis passos propostos por Bryman (2012).

A metodologia proposta por Bryman, sugere a utilização de uma estrutura de pesquisa em 6 partes que podem ser entendidas como: Entendimento do tema da pesquisa, Escolha das fontes de informação, Coleta de dados, Intepretação/análise de dados, Categorização de dados, Redação das descobertas.

Outras razões para sua utilização foram sua abordagem pratica e sistêmica, além de ser amplamente empregada nos mais diversos tipos de pesquisas qualitativas.

Figura 3.1 - Os 6 passos na metodologia de uma pesquisa qualitativa.



Fonte: Formulado pelo autor (2019).

### 3.1.1 Entendimento do tema da pesquisa

Para solucionar o problema de como controlar a execução de contrapisos em obras com características de projetos e equipes executoras que variam, buscou-se responder à questão de como padronizar o resultado final do processo de produção de contrapiso. Para isso acreditava-se inicialmente que para padronizar o resultado devia-se padronizar o processo de construção. Contudo, a existência de diferentes tipos de contrapiso, funções, materiais constituintes e requisitos de projeto impossibilita a uniformização do processo. Assim o escopo da pesquisa se constituiu de uma investigação dos tipos de contrapiso existentes assim como dos fatores associados a suas produções, de modo que fosse possível padronizar a forma de planejamento do processo de produção.

### **3.1.2 Escolha das fontes de informação**

A principal referência encontrada na revisão bibliográfica que expõe os tipos de contrapiso, seu processo de construção, ocorrência e finalidade, foi o escrito por Barros (1991), que apesar do ano de publicação, apresenta as técnicas ainda utilizadas no Brasil. Ainda da literatura foram pesquisados artigos, dissertações, teses e livros. Contudo, quando estes falavam a respeito do elemento contrapiso, usualmente utilizavam Barros como referência.

Como a pesquisa busca o resultado para um processo, também explorou referências na literatura como Melhado (1992), Sabattini (1989) e Silva (2012) para planejamento de processos, assim como a ISO 21500 (2012) e o Guia PMBOK (2013) de gerenciamento de projetos.

Para o estudo prático das características encontradas na literatura foram escolhidos cinco casos de ocorrência de contrapisos executados pela empresa exemplo (onde o autor trabalha), que atua na construção de obras residenciais e comerciais na grande Florianópolis. Como a empresa em questão executa obras de perfil variado, seria possível selecionar projetos nos quais características específicas do elemento e diferentes requisitos de construção se manifestassem.

### **3.1.3 Coleta de dados**

A coleta de dados de projeto para a execução de contrapisos para esse trabalho partiu das informações expostas por Barros (1991 e 1995), o aprofundamento do conhecimento sobre contrapiso inicia-se da coleta de um referencial teórico sobre as características e propriedades do elemento, entendendo o que é necessário para que um contrapiso desempenhe suas funções no projeto. Em seguida são apresentados os três tipos de contrapiso e seus parâmetros de produção de modo que seja possível entender o que se deve considerar para a definição do tipo a ser construído.

Logo após a apresentação do referencial que permite o entendimento do elemento, são abordados os fatores relacionados ao seu projeto. Parte-se das informações apresentadas por Barros (1991), necessárias à produção, como níveis e caimentos, e dos tipos de argamassa utilizadas, suas composições e dosagens, além disso são abordadas as etapas do processo de construção do contrapiso aderido e as técnicas necessárias para realização das mesmas. Para finalizar o referencial teórico da pesquisa aborda-se o conceito de construtibilidade e projeto para a produção, no qual os diversos aspectos revisados anteriormente assumem o papel de

agregar informações ao projeto para que esse assuma, de acordo com Melhado; Violani (1992), o encargo de agregar eficiência e qualidade ao produto final.

Enfim encontrou-se uma ferramenta de planejamento de processos proposta por Silva, (2012), de modo que seja possível padronizar a elaboração do processo independentemente das características do elemento. Foram coletados do banco de dados da empresa 5 casos de projetos em que houve a ocorrência de contrapisos de tipos diferentes e com características de projeto adversas, de modo que se julgaram satisfatórias as combinações resultantes para estudo dos padrões emergentes entre os diferentes tipos executados.

Dos projetos analisados foi possível analisar a ocorrência de pelo menos, de cada um dos três tipos de contrapiso, além da ocorrência de cinco combinações de características que surgem em contrapisos executados pela empresa.

#### **3.1.4 Interpretação e análise dos dados**

Para a interpretação dos dados foi utilizado a ferramenta do Modelo de Planejamento de Processos (M-PPC) proposta por Silva, (2012) que, resumidamente, determina a sequência de um processo em um estudo de 8 etapas: análise de projetos, análise dos requisitos de construção, análise de terceirização da construção, seleção dos processos de construção, definição da sequência de atividades, definição dos recursos, definição dos parâmetros e definição das frentes de trabalho. Essa ferramenta foi utilizada pois permite identificar o impacto no processo relativo a cada característica do projeto e do local de execução.

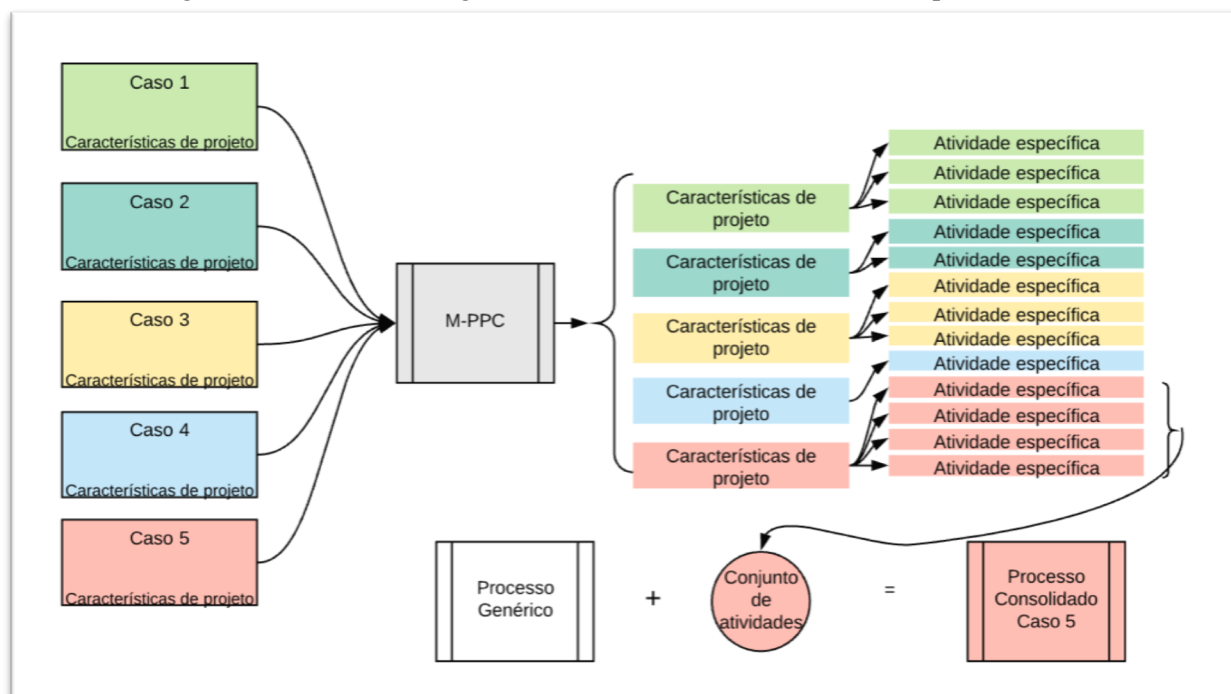
O modo de utilização do M-PPC nesse trabalho se deu pela sua aplicação em 5 casos de projetos distintos, buscando identificar quais características de projeto impactam na adição de quais atividades específicas no processo de produção de contrapiso. Os dois primeiros casos de projeto foram desenvolvidos, passo a passo, segundo o Plano de ação proposto por Silva, (2012) para elaboração do M-PPC de modo que fique clara sua aplicabilidade. Os últimos 3 casos foram apresentados resumidamente pelo autor e suas características de projeto e impactos no processo foram apresentadas, junto aos casos 1 e 2, num quadro resumo.

#### **3.1.5 Categorização dos dados**

A análise dos dados resumidos no Quadro 4.10 - Ocorrência de atividades específicas de acordo com as características dos projetos apresentados, permite identificar exatamente, como características de projeto impactam o processo de produção de contrapiso com a adição de

atividades chamadas de “específicas”, por serem responsáveis pela diferenciação do produto. Essa análise permitiu considerar a existência de um processo de produção de contrapiso genérico, que ocorre independentemente do tipo de contrapiso adotado e das características do seu projeto. Para a validação da hipótese de existência do processo genérico apresenta-se o mesmo conjecturado no início do capítulo 5, desenvolve-se o método do M-PPC para identificar as atividades específicas de diferenciação do produto, então testa-se a aplicabilidade do processo genérico em absorver as atividades específicas, tornando o processo consolidado para cada caso em particular (Figura 3.2).

Figura 3.2 - Fluxo de categorização dos dados e consolidação dos processos



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### 3.1.6 Redação de descobertas e conclusões

Assim, no capítulo seguinte, são apresentados os resultados não necessariamente como se desenvolveram mas de maneira que facilite o entendimento da relevância dos mesmos ao leitor. O processo genérico que se constatou nas fases finais do desenvolvimento do trabalho é apresentado logo no começo do capítulo de resultados de modo que sua aplicabilidade possa ser mostrada no decorrer do capítulo.

Por último, notamos que após o processo genérico se consolidar para a construção de cada caso específico, esse ainda apresenta o aspecto de ser constituído em quatro etapas,

consideradas: Preparação, Execução, Inspeção e Acabamento. Notou-se que, independente do caso executado, a maioria das atividades específicas, decorrentes do tipo de contrapiso e de outras características referentes ao projeto, ocorrem na fase de preparação.



## 4 RESULTADOS

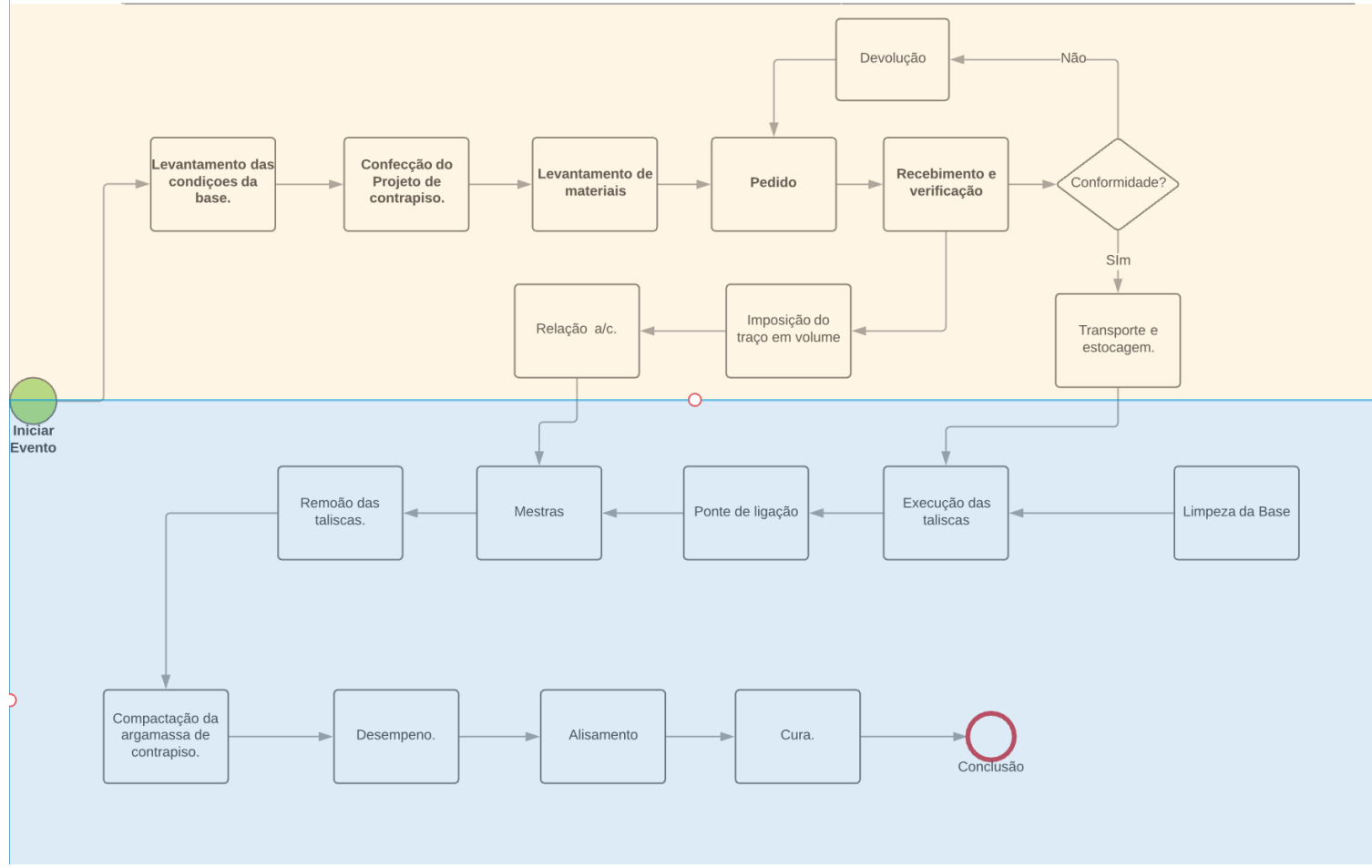
Nesse capítulo, apresenta-se uma forma de planejamento de processos de construção aplicada a contrapisos, de maneira que se adapte tanto à variação das características do produto quanto às particularidades de execução exigidas em cada local de produção da empresa em questão. Para isto, pretende-se identificar quais atividades descrevem o processo de construção de contrapisos de uma maneira genérica e então utilizar a ferramenta do M-PPC (proposto por Silva, 2012) para identificar quais atividades de diferenciação devem ser incluídas no processo genérico para garantir as características específicas do elemento no projeto em questão.

Assim, mostra-se a aplicação do Modelo de Planejamento de Processo da Construção em dois casos, identificando passo a passo as características específicas de cada projeto e seus processos de execução. Em paralelo foram analisados os padrões emergentes entre esses processos encontrados e um possível processo genérico proposto na Figura 4.2. Ao todo apresentam-se 5 casos de projetos já executados pela empresa em questão, identificando se suas características são aplicáveis ao processo genérico. Por último mostra-se os processos consolidado a partir do processo genérico e as folhas de documentação previstas do modelo de Silva (2012) para o primeiro exemplo.

Proposto, primeiramente, por Barros (1991) e exposto no referencial bibliográfico na Figura 2.4, está a metodologia consagrada de execução de contrapisos aderidos no Brasil, já apresentada no capítulo 2.

Essa sequência é incorporada, em partes, pela empresa no fluxograma de planejamento e execução apresentado no Quadro 2.1, na parte superior encontra-se a fase de planejamento e mobilização, enquanto na parte na parte inferior verifica-se as atividades de execução do processo

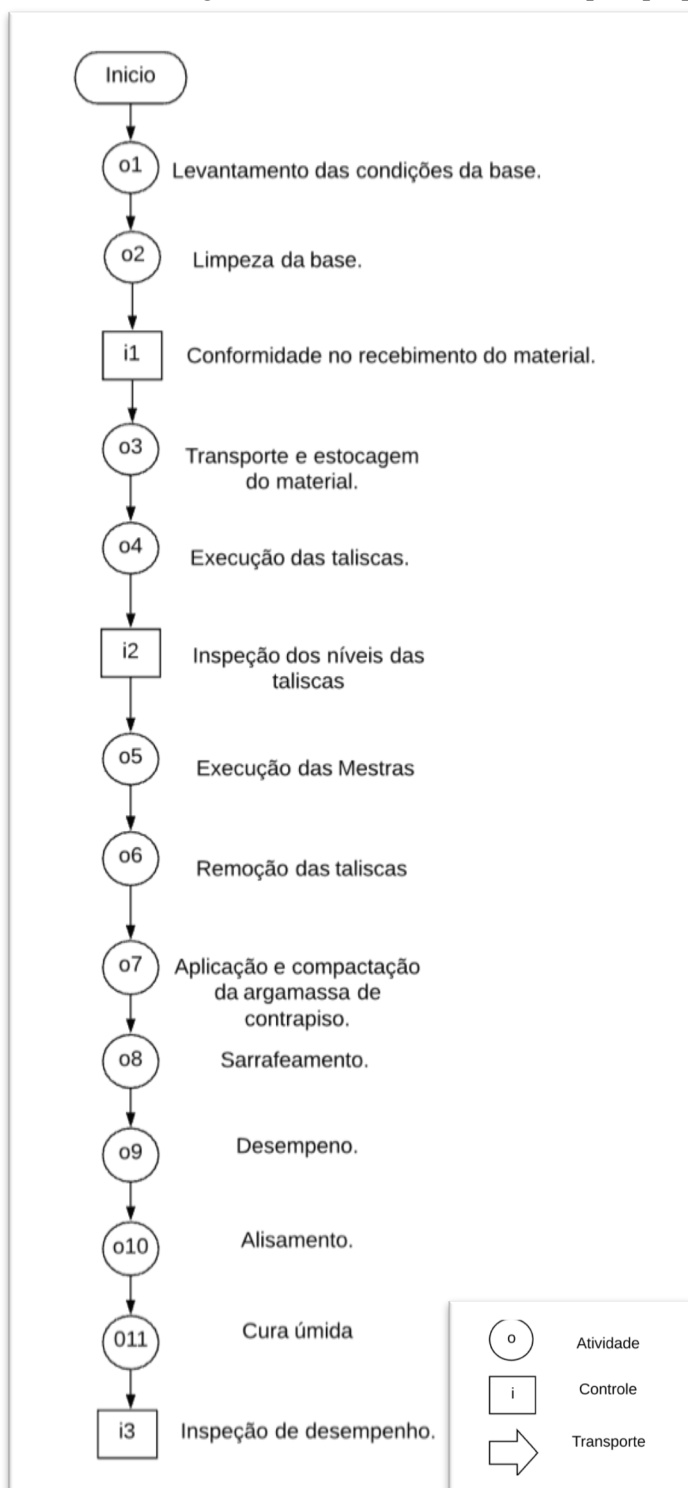
Figura 4.1-Fluxograma de Planejamento e execução da empresa exemplo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os processos apresentados até agora são os utilizados para a construção de contrapisos aderidos, sendo que é a atividade de execução da ponte de ligação é o que define isso. Assim conjectura-se na Figura 4.2, o possível processo de construção genérico passível à incorporação de atividades específicas que definem cada tipo de contrapiso e suas respectivas características de projeto.

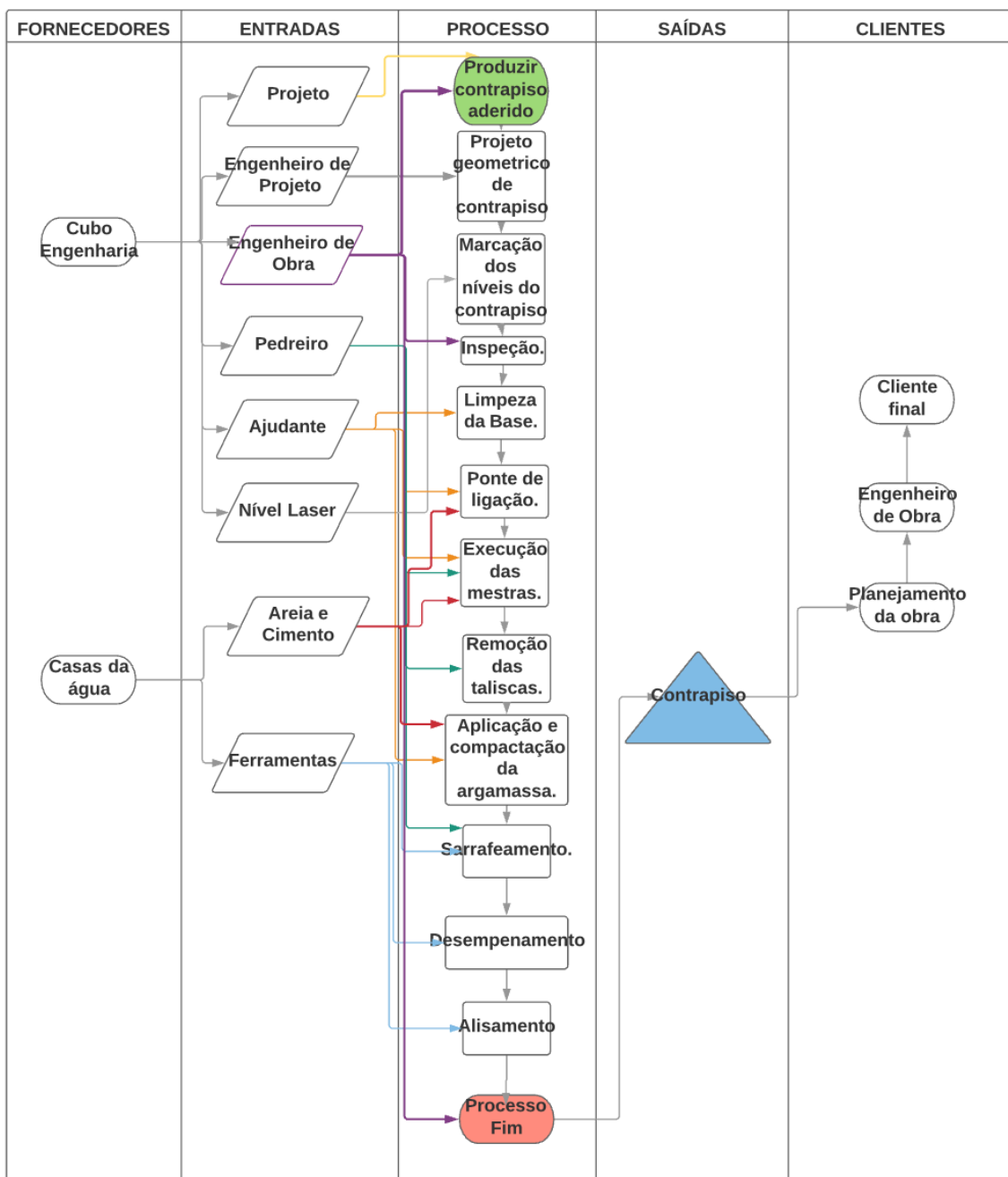
Figura 4.2 - Processo genérico de construção de contrapiso proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na melhoria de processos a Empresa exemplo utiliza o diagrama SIPOC que é uma ferramenta que resume as entradas e saídas de um ou mais processos em forma de tabela, apresentada na Figura 4.3. A sigla SIPOC significa *suppliers, inputs, process, outputs e customers*, que formam as colunas da tabela e, portanto, tem como objetivo identificar quem são os fornecedores, as entradas, o escopo do processo, as saídas e os clientes. Assim buscamos que a nova forma de planejamento a ser aplicada apresente vantagens quando se trata dos processos presentes na construção civil, seja no âmbito do planejamento global do empreendimento como no dos processos respectivos aos seus subsistemas e elementos.

Figura 4.3 - Diagrama SIPOC da Empresa exemplo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.1 ESTUDO DE CASO 1 – LOJA COM CONTRAPISO ADERIDO

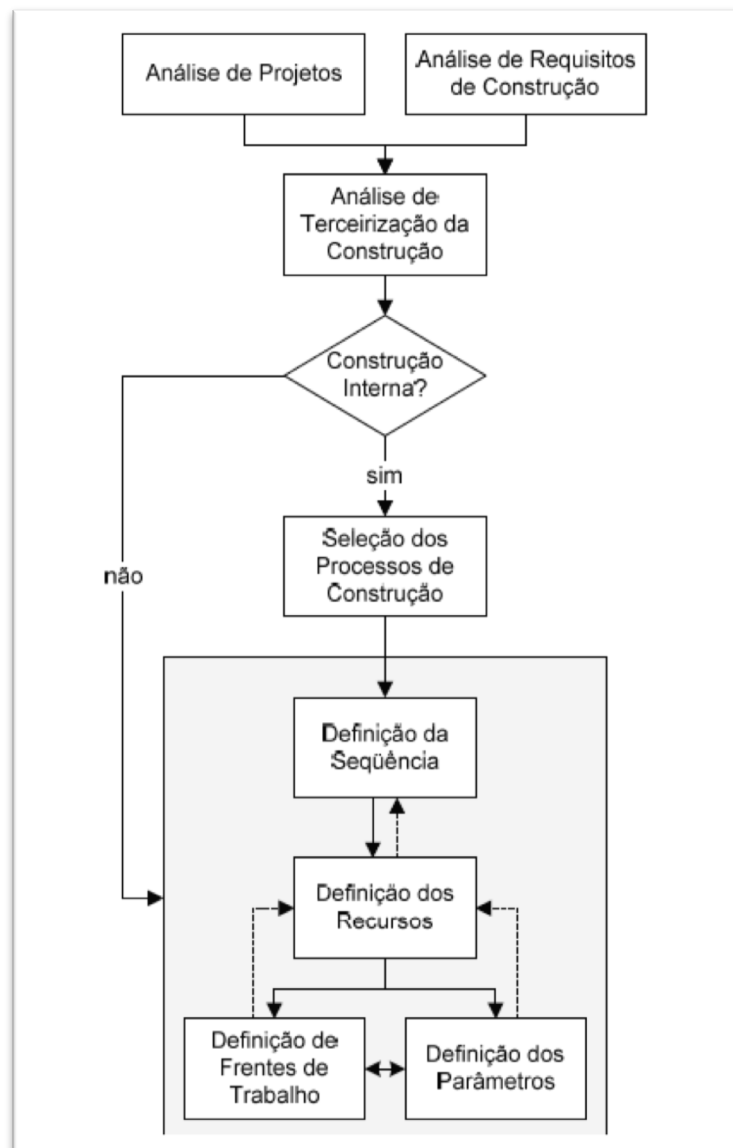
Para elaboração do planejamento do processo de execução em situações em que o elemento, recorrentemente apresenta características de execução ou requisitos de logística diferenciados, pode-se usar a ferramenta M-PPC (Modelo de Planejamento de Processos de Construção) elaborada por Silva (2012).

Uma característica determinante do M-PPC é a indispensabilidade de que sua composição seja formulada especificamente para cada configuração de edifício ou subsistema, não devendo ser constituído de indicações genéricas. O planejamento busca mitigar a tomada de decisão em obra, visto que estas, quando tomadas logo antes da realização de um serviço, raramente resultam na melhor solução para o problema. Assim, em situações em que o produto apresenta variação das suas características de execução ou de seus requisitos de logística, é um benefício do M-PPC possuir ferramentas de detecção dessas particularidades além de apresentar facilidade para inserção das respectivas definições no planejamento do processo.

O desenvolvimento começa expondo o planejamento, nos moldes do M-PPC de um caso executado com o processo utilizado pela empresa em questão, cuja metodologia de execução fora proposta por Barros (1995). Em seguida apresenta-se o possível processo genérico, conjecturado na Figura 4.3, e analisaremos como o novo processo planejado pelas ferramentas do M-PPC pode ser obtido pela customização do genérico.

O plano de ação do M-PPC apresentado na Figura 4.4 consiste na sequência de atividades para a realização do planejamento do processo de construção. Embora todas as atividades descritas façam parte do modelo, de acordo com a autora são as atividades descritas no quadro destacado que realmente definem as características do processo de construção. O Quadro 2.1, apresentado no capítulo 2 (página 31), descreve resumidamente as atividades do plano assim como apresenta o fluxo de informações respectivo a cada atividade.

Figura 4.4 - Plano de Ação do M-PPC



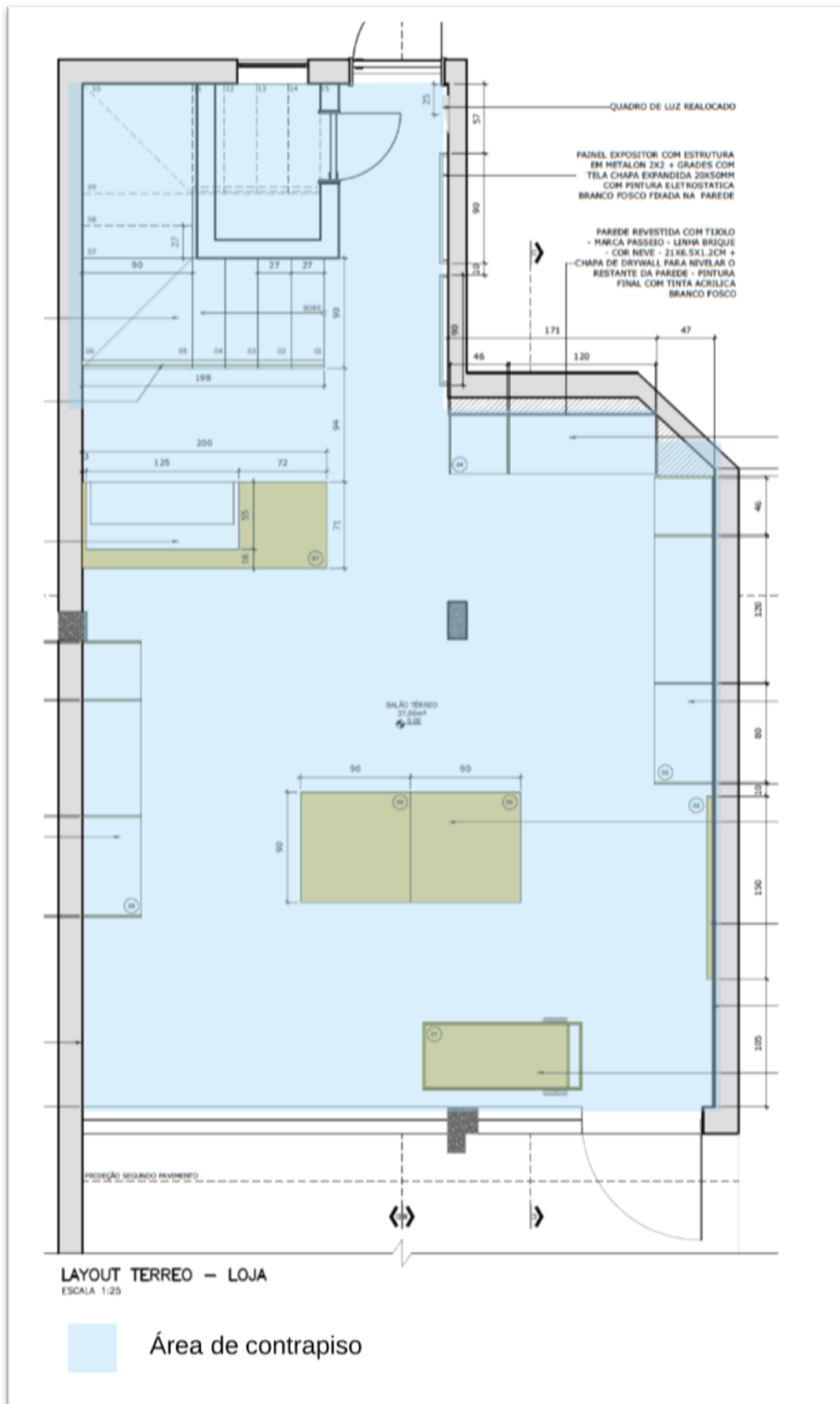
Fonte: SILVA (2012).

Sendo assim o planejamento do processo de execução, pelo método do M-PPC, do primeiro caso apresentado consiste em um contrapiso aderido simples, de 2 cm de espessura, sobre lastro de concreto existente no pavimento térreo cujo projeto é apresentado na Figura 4.5. O empreendimento se trata do projeto de reforma de uma loja de decoração, executada no centro de Florianópolis pela empresa base em março de 2019. As atividades do fluxo de planejamento, como consta no Plano de Ação exposto na Figura 4.5 e descritas no Quadro 2.1, são realizadas para o projeto em questão a seguir.

#### **4.1.1 Análise de projetos**

O Planejamento do processo de construção (PCC) do elemento de contrapiso se inicia pela análise dos projetos arquitetônicos (para identificação das características gerais de forma do contrapiso), dos projetos estruturais (verificação da existência de juntas de dilatação ou outros elementos estruturais que entrem em interferência com o contrapiso), dos projetos de instalações elétricas (elementos embutidos no piso podem causar o aumento da espessura mínima do elemento), do projeto geométrico de contrapiso (desníveis).

Figura 4.5 - Projeto de planta baixa do pavimento a ser executado contrapiso

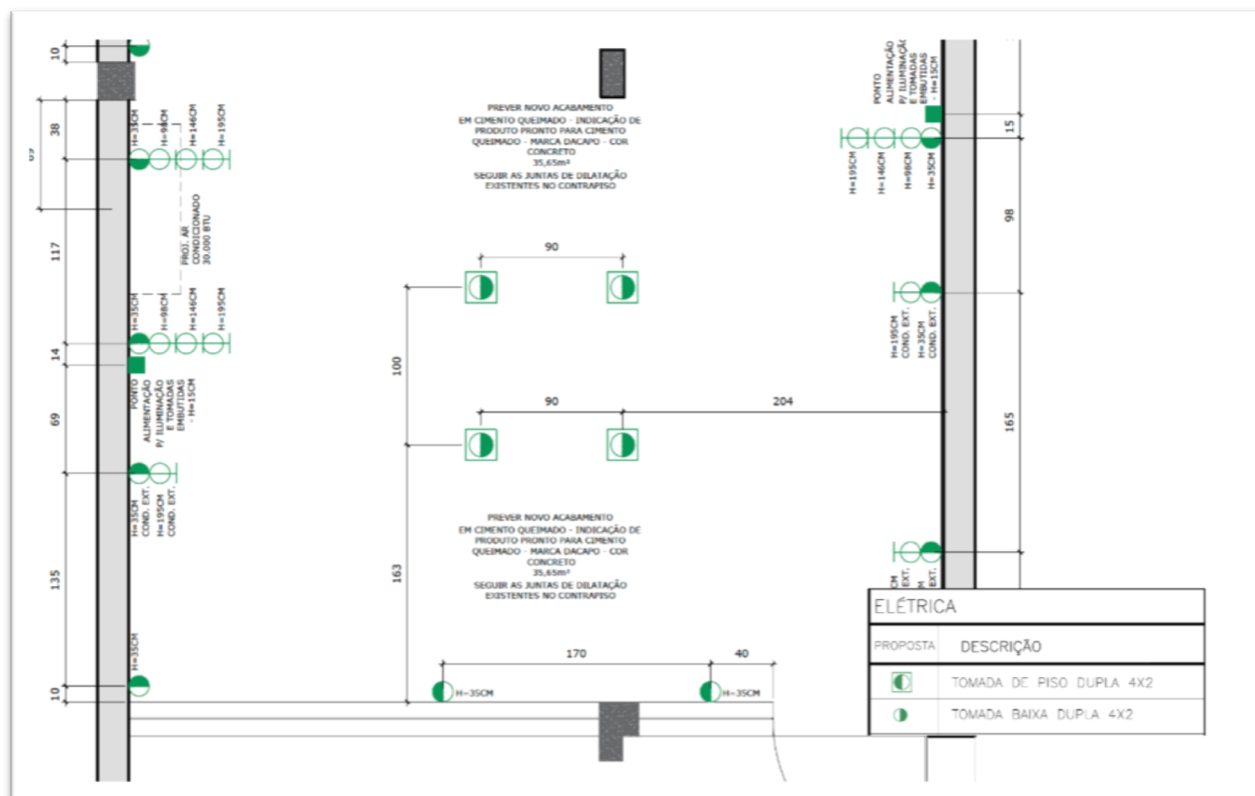


Fonte: Empresa exemplo (2019).



O projeto elétrico previa quatro tomadas de piso como descritas Figura 4.6, assim optou-se pelo corte da base de concreto e embutimento das tubulações de modo que a espessura do contrapiso não precisasse ser acrescida.

Figura 4.6 - Tomadas de piso embutidas no CP



Fonte: Empresa exemplo (2019).

Após o estudo dos projetos é possível identificar as principais características do elemento no projeto em questão e os seus respectivos impactos no processo de construção (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 - Características do elemento Contrapiso e impactos no planejamento do processo de construção.

Característica de Projeto	Impacto no PPC	
	Tipo de definição	Descrição
Contrapiso aderido de 2cm de espessura, sem armadura.	Sequência de atividades	Necessidade de inserção da atividade de ponte de ligação entre o contrapiso e a base.
	Parâmetros	Alta produtividade devido a não haver necessidade de aplicação e compactação da argamassa de contrapiso em duas camadas.
Junta de dilatação a ser executada 3 dias após conclusão do contrapiso.	Sequência de atividades	Inserção da atividade de corte do contrapiso.
Acabamento de cimento queimado.	Sequência de atividades	Inserção da atividade de acabamento.
Tomadas de piso embutidas na base.	Parâmetros	Alta produtividade devido a não haver integração com outros sistemas.
	Sequência de atividades	Inserção de assentamento dos condutores.
	Sequência de atividades	Inserção da atividade de corte da base.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A análise de projetos também permite e tem como objetivo propor alterações de projeto para melhorar a construtibilidade do edifício, contudo, salvo exceções em que o piso é o produto alvo ou em que haja restrições de diâmetro máximo, esse elemento não justifica alterações do projeto arquitetônico ou estrutural. Portanto as propostas de alteração se manterão ao projeto geométrico do próprio contrapiso e algumas vezes ao projeto de instalações elétricas, quando houver possibilidade.

Em outros casos de processos de construção de elementos ou subsistemas em que alterações de projeto signifiquem grandes vantagens construtivas, resultando em economia de tempo ou recursos financeiros outro quadro como o anterior deve ser elaborado. Assim nessas situações da etapa de análise de projetos resultam dois quadros: Características de projeto x impacto no PPC e Alterações propostas x impacto no PPC.

#### 4.1.2 Análise de requisitos de construção do subsistema

Do planejamento geral do empreendimento são extraídos os requisitos de construção do subsistema de revestimentos horizontais. Assim para o planejamento do processo de construção de um elemento desse subsistema os mesmos requisitos e limitações devem ser respeitados. Como o processo está sendo planejado para atender tanto obras de edifícios em geral quanto obras em salas comerciais e devido as características estéticas apresentadas pelo elemento contrapiso, quando este não recebe uma camada de revestimento posterior, atribui-se o requisito de execução de um dia a partir da inspeção do nível das taliscas ao começo da cura.

Os parâmetros do processo definidos devem ser os pertinentes não somente à construção física do empreendimento quanto aos recursos (humanos e financeiros) disponíveis por parte da construtora. O Quadro 4.2 resume os requisitos para a construção do contrapiso em questão estabelecidos pela empresa executora para esse projeto.

Quadro 4.2 - Requisitos de construção e seus impactos no planejamento do processo de construção

Requisito de Construção	Impacto no PPC	
	Tipo de definição	Descrição
Equipe limitada a 2 pedreiros e 1 servente.	Parâmetros do processo	Composição da equipe.
Execução do serviço em 1 noite/dia	Parâmetros	Tempo de execução do elemento. Ritmo de produção

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.1.3 Análise de terceirização de componentes

Em relação aos recursos necessários para a realização do processo o M-PPC contempla a identificação dos materiais e componentes, ferramentas e equipamentos, instrumentos de inspeção e recursos humanos. Essa etapa de formulação do processo busca identificar quais materiais ou componentes serão adquiridos de fornecedores externos e quais vão ser produzidos dentro da obra devido ao seu caráter específico.

Com base na lista completa de materiais e componentes necessários para a execução do subsistema e no conhecimento da infraestrutura disponibilizada no canteiro, o M-PPC contempla um quadro como apresentado a seguir (Quadro 4.3) onde são definidos os itens a

serem adquiridos externamente e os componentes a serem produzidos internamente. Para o elemento de contrapiso, devido a natureza dos componentes, não contempla ao executor a produção dos mesmos, sendo assim fazem parte da operação de compra e pedido de material e devem ser inspecionados no recebimento.

Em casos de processos que envolvem a produção e abastecimento de componentes específicos na obra o M-PPC não aborda essas atividades na folha de processo sendo sua produção destinada a documentação em outra folha. Contudo é importante que essas atividades sejam apresentadas no fluxograma de processo de maneira a evidenciar quando os componentes produzidos na obra devem estar disponíveis ao processo de construção do subsistema em questão.

Quadro 4.3 - Lista de materiais e componentes necessários a produção de contrapiso, classificados entre produção interna e externa

Material/Componente	Produção Interna	Produção Externa
Materiais		
Areia média ensacada 20kg		x
Saco de cimento CP2 50kg		x
Vedacit Bianco		x
Disco de corte 4 1/2 pol		x

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.1.4 Seleção dos processos de construção

Algumas das decisões importantes relativas a processos de construção são tomadas ainda na fase de projeto, ou de sua análise, e assim tem-se pré-definidas as atividades do processo. Contudo, como no exemplo apresentado, não é necessário o uso de componentes produzidos internamente, não foram definidos processo para os mesmos. Ainda assim quando uma atividade do processo de construção do elemento em questão for passível de melhora por parte da construtora, seja por implementação de um novo material, técnica ou equipamento, cabe a essa etapa do M-PPC realizar sua atualização. Por exemplo:

Posicionamento das taliscas com o nível laser: o método tradicional e ainda utilizado de mangueira de nível não garante a mesma precisão possível com o nível laser, além de fazer-se necessário duas pessoas. O aparelho de nível alemão ou, simplesmente, aparelho de nível possibilita a verificação por um único operário, mas ainda não garante a precisão do laser. O

equipamento ideal para a execução das taliscas é o nível laser e receptor, o laser é posicionado em uma base fixa e o receptor é acoplado a uma régua de alumínio no nível de referência, em seguida na execução das taliscas o receptor bipa quando estas atingem o nível correto de referência, O receptor é responsável por conferir que todas as taliscas foram executadas na mesma cota. Na ausência do aparelho receptor pode-se utilizar o nível laser convencional e uma régua de balcão de 1m. O nível laser é alocado em uma posição fixa em que, quando possível, abranja toda a área de execução do contrapiso, é tomada, na régua, a medida entre o nível laser e o nível de referência, que em seguida deve ser repetida na execução das taliscas. O método com nível laser simples e régua de balcão facilita a execução de taliscas em contrapisos com desníveis e caimentos. O receptor é responsável por conferir que todas as taliscas foram executadas na mesma cota.

#### 4.1.5 Definição do processo de construção

O processo de construção definido é apresentado no Quadro 4.4 que corresponde a Folha de Processo de Construção.

Quadro 4.4 - Folha de processo de construção

<b>FOLHA DE PROCESSO DE CONSTRUÇÃO</b>		Código: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">FOP-CPA-01</span>	Produto: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CPA 2cm</span>		
Processo: <u>Contrapiso aderido 2cm.</u>		Equipe: <u>2 pedreiros e 1 servente.</u>			
Subsistema: <u>Revestimentos horizontais.</u>		Tempo de ciclo: <u>11 dias</u>			
UBP: <u>Sala comercial.</u>		Procedimento: <u>PEX-CPA</u>			
<b>Equipamentos de proteção individual necessários em todo o processo</b>					
Botina		Luva de látex			
Capacete					
N	Descrição da atividade	Equipamentos/Ferramentas		Dia	Observações
		Especificação	qtde		
o1	Levantamento das condições da base.	Nível laser	1	1	
		Trena	1		
o2		Serra mármore	1	2	

	Corte da base para embutimento de eletroduto de acordo com o projeto elétrico.	Disco para corte de concreto	1			
		Talhadeira	1			
		Marreta	1			
o3	Limpeza da base	Talhadeira	1	2		
		Martelo	1			
		Balde	1			
		Enxada	1			
		Vassourão	1			
		Trincha	1			
i1	Verificação de conformidade em relação a NF no recebimento do material			3		
o4	Transporte e estocagem do material	Carrinho de carga	1	3		
o5	Assentamento dos condutores de piso	Nível laser	1	3		
		Trincha	1			
o6	Execução das taliscas	Nível laser	1	3		
		Régua graduada de balcão	1			
i2	Inspeção dos níveis das taliscas	Nível laser	1	4		
		Régua graduada de balcão	1			
o7	Execução da ponte de ligação	Trincha	1	4		
o8	Execução das mestras	Pá	1	4		
		Régua de alumínio	1			
		Colher de pedreiro	1			
o9	Remoção das taliscas	Colher de pedreiro	1	4		
o10	Aplicação e compactação da argamassa de contrapiso	Compactador manual	1	4		
		Enxada	1			
		Colher de pedreiro	1			
		Pá	1			
		Carrinho de mão	1			
o11	Sarrafeamento	Régua de alumínio	2	4		
o12	Desempeno	Desempenadeira plástica	2	4		
o13	Alisamento	Desempenadeira de metal	2	4		
o14	Acabamento em cimento queimado	Desempenadeira de metal	1	4		
o15	Cura úmida	Mangueira para aspersão	1	4-11		

o16	Corte da junta de dilatação	Serra mármore	1	7	
o13	Inspeção de desempenho	Esfera metálica 2kg			

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O código atribuído ao documento é “FOP-CPA-01” (Folha de Processo de Construção do produto CPA, descrito como primeiro processo na execução da sala em questão) e o produto ao qual ele corresponde é identificado pelo código “CPA-2cm.” (Produto CPA-2cm, contrapiso aderido de 2cm de espessura). Trata-se somente de um sistema de codificação, que pode mudar conforme a organização de documentos de cada empresa. O cabeçalho do documento identifica ainda o processo, o subsistema e a respectiva UBP, a equipe necessária para sua produção e o tempo de ciclo.

A folha de processo faz referência ao procedimento PEX-CPA (procedimento de execução de contrapiso aderido) e descreve, em detalhe, todas as atividades operacionais e as inspeções dos pontos críticos da execução. Desta forma tem-se a folha de processo como uma forma de documentação do planejamento e uma referência para consulta de forma rápida, em que as atividades do processo são descritas de maneira sintética para garantir a execução como o planejado. De forma complementar tem-se o procedimento de execução como documento executivo auxiliar, para a consulta de dúvidas específicas ou para a treinamentos de mão de obra. Os Quadro 4.5 e Quadro 4.6 ilustram, respectivamente, a diferença de uma atividade descrita na Folha de processo e no Procedimento de execução.

Quadro 4.5 - Atividade Limpeza da base descrita na Folha de processo Caso 1

N	Descrição da atividade	Equipamentos/Ferramentas		Dia	Observações
		Especificação	qtde		
o3	Limpeza da base	Talhadeira	1	2	
		Martelo	1		
		Balde	1		
		Enxada	1		
		Vassoura	1		
		Trincha	1		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 4.6 - Descrição da limpeza da base (o3) no Procedimento de execução  
Limpeza da base.

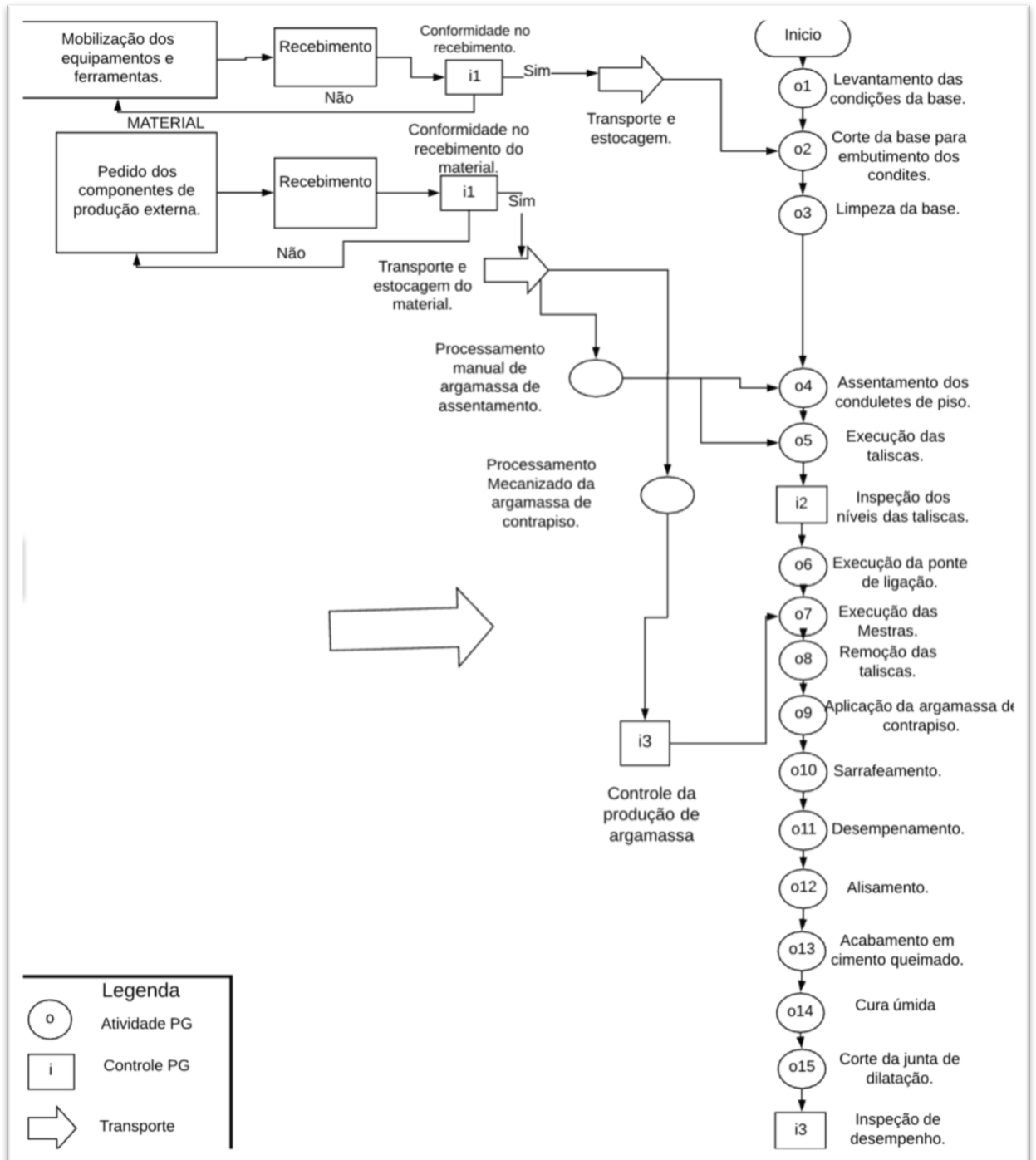
- Remoção dos detritos aderidos à base com marreta e talhadeira.
- Remoção das partículas soltas e do material pulverulento utilizando vassourão duro e água em abundância.
- Remoção da água empoçada.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para completar a descrição do processo de construção utiliza-se o Fluxograma operacional do processo de construção, apresentado na Figura 4.7. Assim como na folha de processo de construção, atribui-se ao fluxograma um código referente ao documento “FLP-CPA-01” e a identificação do produto ao qual corresponde o processo representado. A sequência de atividades representadas no fluxo principal corresponde as mesmas apresentadas na folha de processo e constituem o processo de produção e inspeção do elemento ou subsistema em questão, além disso o fluxograma também contempla os fluxos de logística de movimentação ou produção interna de componentes, apresentado no canto esquerdo do fluxograma.



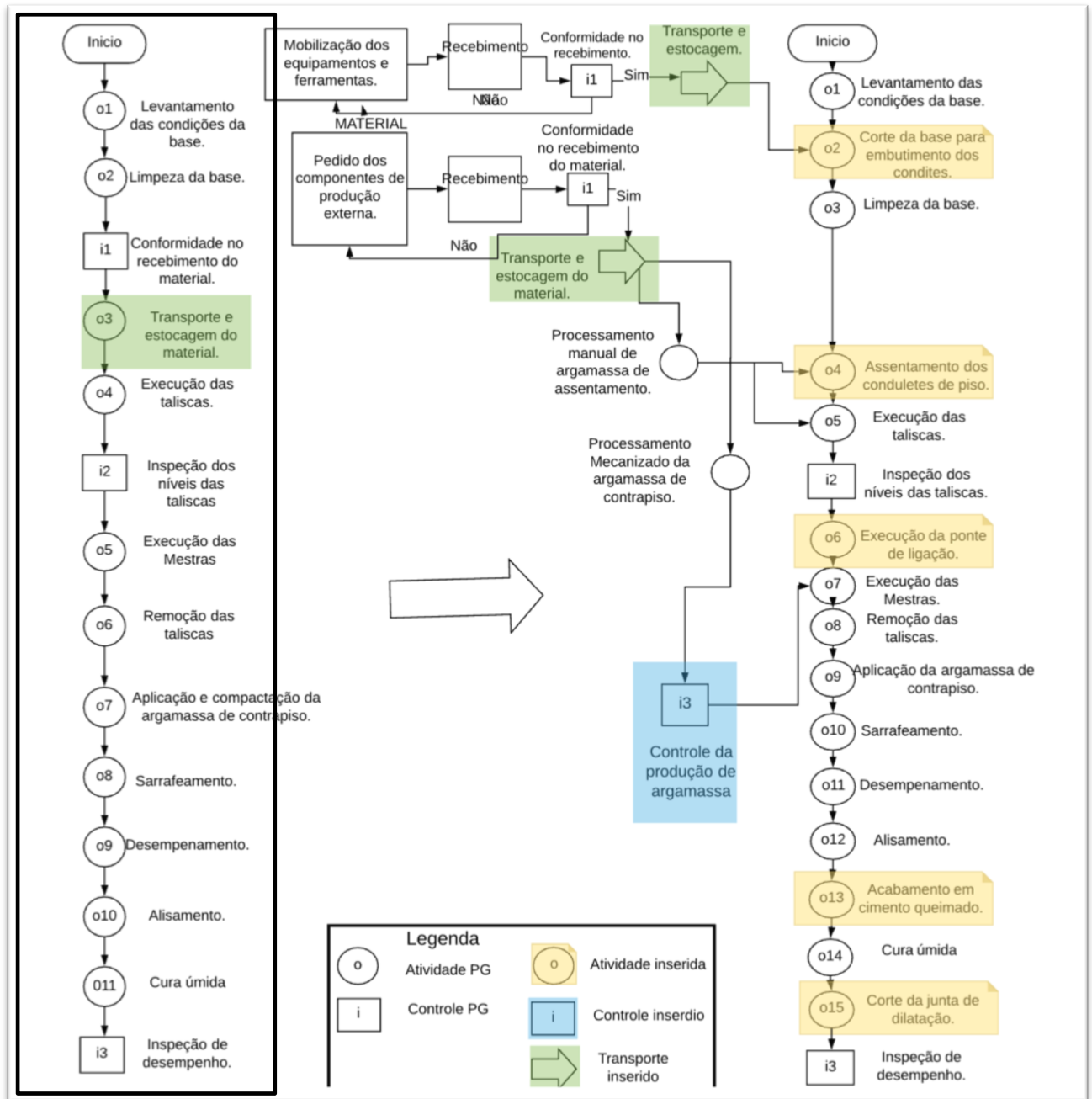
Figura 4.7 – Fluxograma operacional do processo de construção do primeiro exemplo



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Como o planejamento do processo é afetado tanto pelas características de projeto quanto pelos requisitos de logística do empreendimento, e não sendo objetivo desse trabalho a formulação de um modelo de planejamento de processos genérico, que ignore essas particularidades, é necessário compreender como o planejamento executado pelo M-PPC pode ser customizado a partir do processo genérico como base. A Figura 4.8 ilustra como os impactos no PPC (como detectados nos Quadro 4.1 e Quadro 4.2) das características específicas do projeto podem ser adicionados ao fluxo operacional do processo genérico proposto, de maneira analítica, compondo um novo processo consolidado para um projeto específico. As atividades de recebimento e inspeção e de transporte e estocagem apesar de fazerem parte do processo genérico de execução de contrapiso, se manifestam lateralizados no fluxograma assim como os fluxos de produção interna de componentes (quando existirem). Assim o M-PPC atende a necessidade de moldar o processo base às características necessárias de cada projeto.

Figura 4.8 - Consolidação do processo de construção do primeiro exemplo a partir da customização do processo genérico.

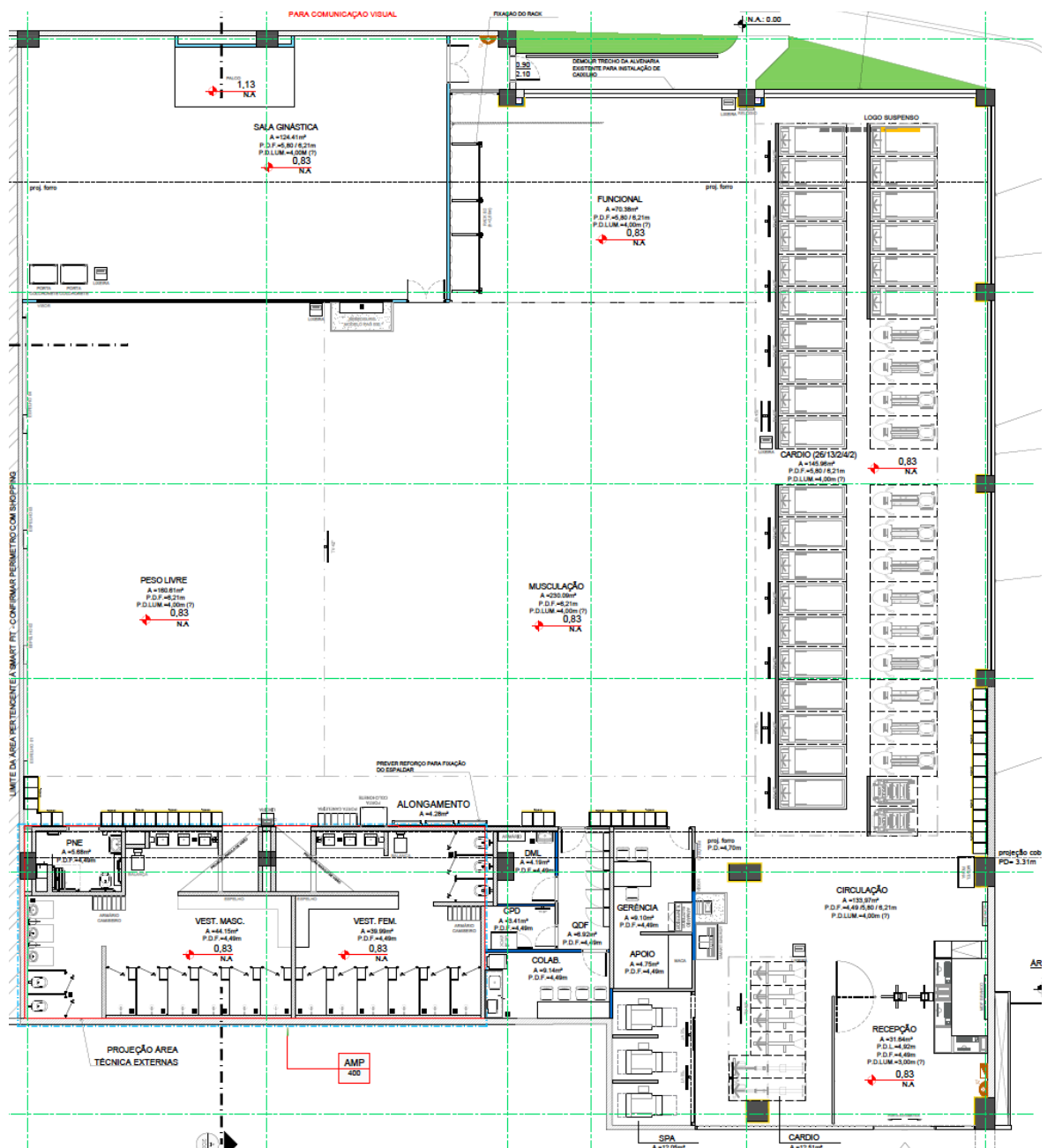


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

## 4.2 ESTUDO DE CASO 2 – ACADEMIA COM CONTRAPISO SEMI-ADERIDO

Para expor um segundo caso de planejamento do processo de um contrapiso aderido serão reformuladas as etapas do plano de ação para um novo projeto com novas características. Dessa vez trata-se de uma academia que será executada no shopping Itaguaçu em São José - SC, o empreendimento conta com 1150m<sup>2</sup> a serem executados em 70 dias, a Figura 4.9 apresenta o layout do empreendimento.

Figura 4.9 - Layout do projeto arquitetônico do segundo exemplo



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para o começo das obras a sala será entregue pelo shopping totalmente vazia, mas com contrapiso aderido de 5cm sobre laje e piso de granito (Figura 4.10) já executados pelo antigo proprietário. Os ambientes da recepção, circulação e “cárdio” contarão com a aplicação de piso vinílico e para tanto será necessária uma regularização de 4mm com argamassa autonivelante. Para os ambientes de vestiários masculinos, vestiários femininos e banheiro PNE será aplicado porcelanato e haverá a necessidade de embutimento das tubulações de esgoto no contrapiso. O cliente, contudo, preferiu que não houvesse elevação dos níveis desses ambientes em relação ao resto do espaço, assim será necessário fazer um rebaixamento pontual para as linhas de tubulação de esgoto e um rebaixamento da área total para execução do contrapiso.

Figura 4.10 - Laje, contrapiso e piso existentes no local



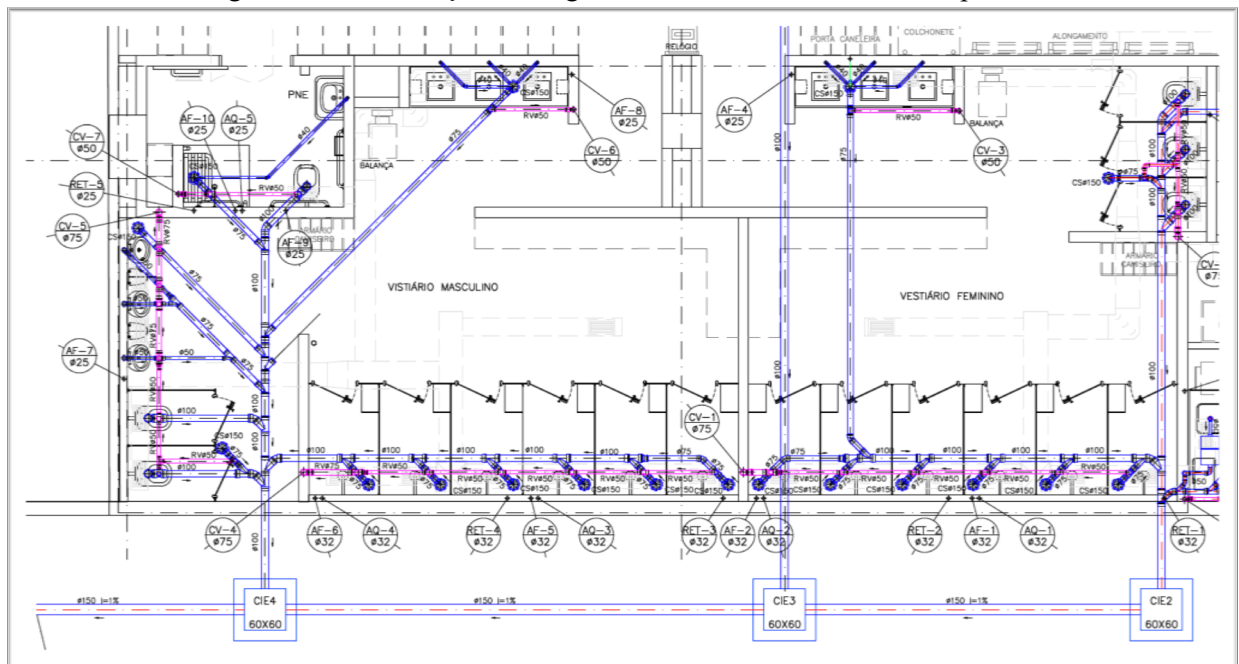
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.2.1 Análise de projetos

Do projeto arquitetônico já apresentado na figura 5.11 conclui-se que será realizado um contrapiso aderido sobre laje existente, será necessário para isso a remoção de uma camada de 5cm em toda a área para execução do contrapiso (3cm) argamassa colante (1cm) e porcelanato (1cm).

Da análise do projeto hidráulico (Figura 4.11) pode-se concluir que para embutimento de tubos de esgoto de 100mm, com caimento de 1,5% faz-se necessário valas lineares de até 20cm para os pontos de tubulação, escavações pontuais de até 30cm para o posicionamento das caixas sifonadas. Como trata-se de uma área de banheiro adotou-se para o método de impermeabilização o uso de argamassa polimérica cristalizante, e uso de tela de aço no contrapiso para diminuição da retração.

Figura 4.11 - Tubulações de esgoto a serem embutidas no contrapiso



Fonte: Empresa exemplo (2019)

O Quadro 4.7, exposto a seguir, resume as características encontradas no projeto em questão e seus respectivos impactos no PPC, algumas das atividades abordadas não fazem parte do processo de construção do elemento de contrapiso. Contudo, serão abordadas no planejamento do processo para evidenciar a capacidade do método de absorver as atividades necessárias a entrega do produto.

Quadro 4.7 - Características de projeto do elemento Contrapiso e impactos no planejamento do processo de construção do segundo exemplo

Características de projeto	Impacto no PPC	
	Tipo de definição	Descrição
Banheiro no mesmo nível dos outros ambientes.	Sequência de atividades	Atividade de preparo da base com corte e remoção de quase 5m <sup>3</sup> concreto.
	Parâmetros	Atividade com elevada demanda de tempo, equipamentos e recursos humanos.
Tubulação embutida na base.	Sequência de atividades	Marcação da posição da tubulação após remoção do contrapiso antigo.
	Sequência de atividades	Corte e remoção do concreto.
	Parâmetros	Atividade com elevada demanda de tempo, equipamentos e recursos humanos.
Rede de esgoto.	Sequência de atividades	Execução das tubulações de esgoto.
	Sequência de atividades	Teste da rede antes da concretagem do contrapiso.
Contrapiso aderido de 3cm reforçado com tela metálica.	Sequência de atividades	Execução da ponte de ligação.
	Sequência de atividades	Posicionamento da tela metálica.
Juntas de dilatação.	Sequência de atividades	Corte das Juntas de dilatação.
Impermeabilização polimérica.	Sequência de atividades	Execução da impermeabilização após cura do contrapiso.
	Sequência de atividades	Execução do revestimento cerâmico.
Instalação do revestimento cerâmico.	Parâmetros	Recursos humanos capacitados.
	Sequência de atividades	Rejuntamento do piso após secagem da argamassa colante.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.2.2 Análise de requisitos de construção do subsistema

Como descrito no primeiro exemplo, os requisitos do processo devem ser respeitados não somente à construção física do empreendimento no local em questão, quanto aos recursos (humanos e financeiros) disponíveis por parte da construtora.

O Quadro 4.8 resume os requisitos para a construção do contrapiso em questão estabelecidos pelo shopping Itaguaçu e pela empresa executora para esse projeto. Devido ao prazo curto da obra foi estabelecido no planejamento global do projeto a execução do contrapiso no começo da segunda semana de obra, os dias da primeira semana foram divididos entre as atividades de preparo da base, os dias do final de semana foram reservados caso houvesse atraso nessas atividades.

Quadro 4.8 - Requisitos de construção e seus impactos no planejamento do processo de construção do segundo exemplo

Requisito de Construção	Impacto no PPC	
	Tipo de definição	Descrição
Atividades com barulho devem ser executadas entre as 10pm e 8am.	Parâmetros	Composição da equipe.
	Parâmetros	Aumento do custo de execução do elemento.
Execução da atividade de remoção do contrapiso antigo em 3 dias.	Parâmetros	Ritmo de produção
Execução da atividade de corte da laje e remoção do concreto em 2 dias.	Parâmetros	Ritmo de produção
Execução da atividade de posicionamento das tubulações de esgoto em 1 dia.	Parâmetros	Ritmo de produção

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



### 4.2.3 Análise de terceirização de componentes

Para o projeto em questão não é necessário agregar ao processo componentes de fabricação interna, sendo assim o Quadro 4.9 descreve os componentes a serem adquiridos de terceiros. Pela natureza da obra, espaço disponível e presença de doca exclusiva para recebimento de material optou-se pelo uso de areia a granel que normalmente não é adotada pela empresa para execução de obras de reforma.

Quadro 4.9 - Componentes de produção externa para execução do contrapiso

Material/Componente	Produção Interna	Produção Externa
<b>Materiais</b>		
Areia média		x
Saco de cimento CP2 50kg		x
Vedacit Bianco		x
Arame recozido BWG 18		x
Tela hexagonal 1/2 pol x 0,56mm		x
Disco de corte 4 1/2 pol		x

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

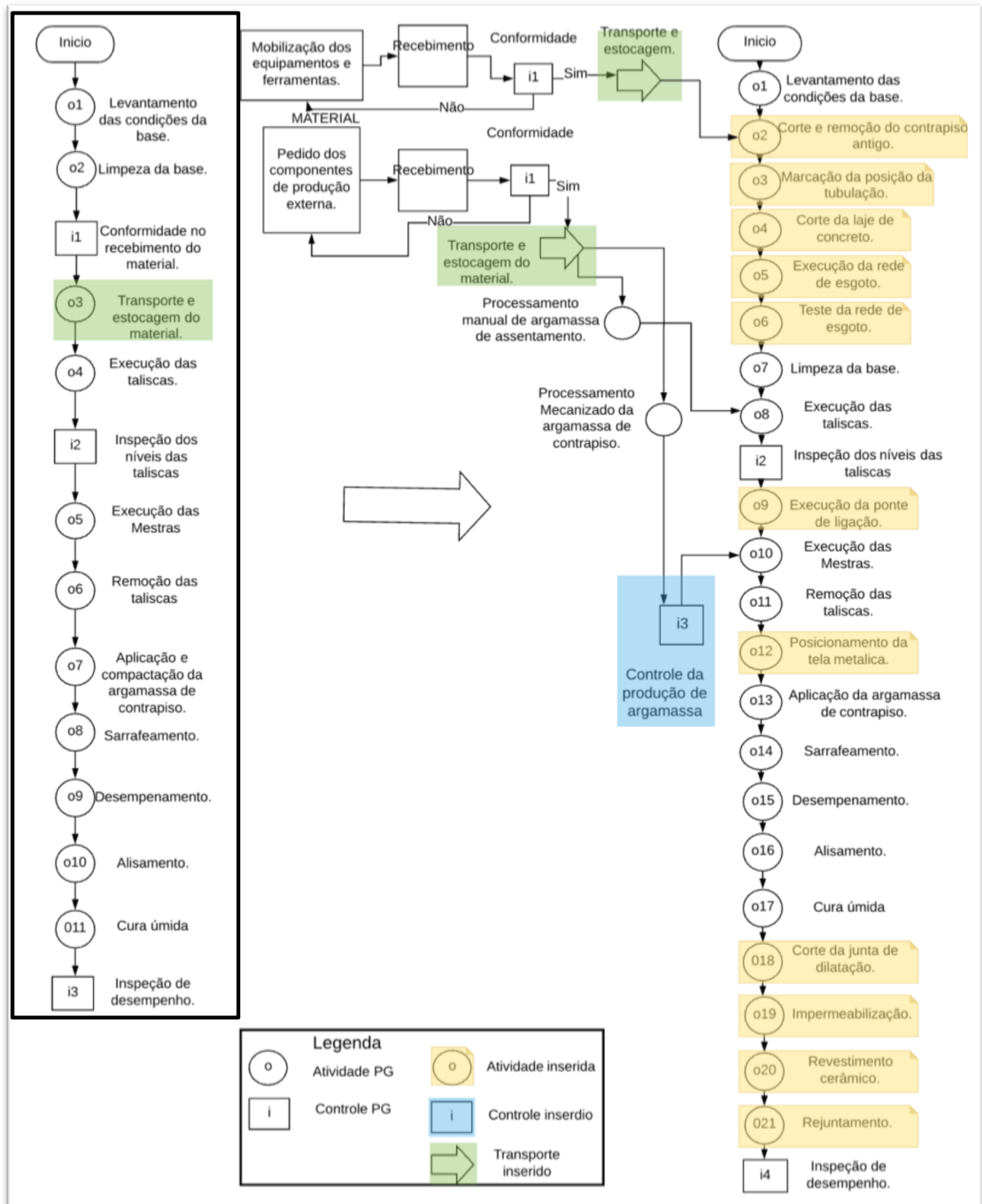
### 4.2.4 Seleção dos processos de construção

No exemplo apresentado não foi necessário o uso de componentes produzidos internamente, por isso não foram definidos processos para os mesmos. As atividades de recebimento, transporte e estocagem do material apresentam o mesmo fluxo do primeiro exemplo, sendo esse incorporado neste caso.

#### 4.2.5 Definição do processo de construção

Portanto, apresenta-se na Figura 4.12, o fluxograma operacional do segundo exemplo, consolidado também a partir das atividades específicas necessárias, detectadas pelo M-PPC, adicionadas ao processo genérico.

Figura 4.12 - Consolidação do processo de construção do segundo exemplo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

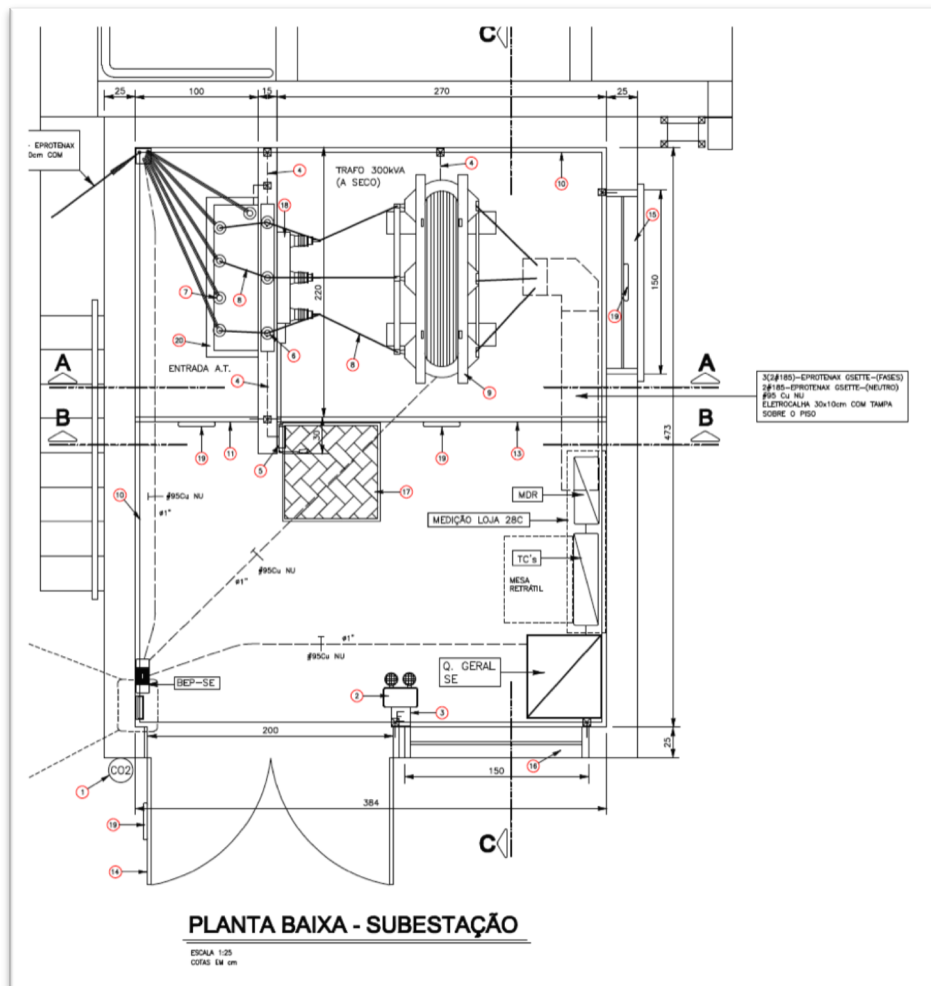
### 4.3 EXPOSIÇÃO DOS OUTROS TRÊS CASOS

Para reforçar a verificação do método e a aplicabilidade da sequência de atividades genéricas, serão expostos mais 3 casos de projetos que juntos aos dois primeiros exemplos caracterizarão um quadro resumo de características de projeto e seus respectivos impactos no planejamento do processo. Em seguida será apresentado de forma gráfica as atividades de diferenciação decorrentes desses impactos e sua incorporação no processo base definindo um processo consolidado para o caso do segundo exemplo, nesse caso também serão apresentadas as folhas de documentação do processo e as imagens de execução.

### 4.3.1 Estudo de caso 3 – Subestação com contrapiso não aderido

O caso 3 refere-se a uma subestação de energia executada pela mesma empresa em questão no ano de 2018 no shopping SC 401 Square Corporate em Florianópolis. O projeto previa um contrapiso com 15cm de espessura, reforçado com malha hexagonal e com caimento de 3%, o contrapiso foi executado em toda área da planta baixa apresentada na Figura 4.13. Optou-se pela realização de um contrapiso não aderido, lançado e compactado em 3 etapas, sendo o traço das duas primeiras etapas de concreto magro (traço 1:4:6) e a última em argamassa com a superfície reforçada.

Figura 4.13 - Planta baixa da subestação



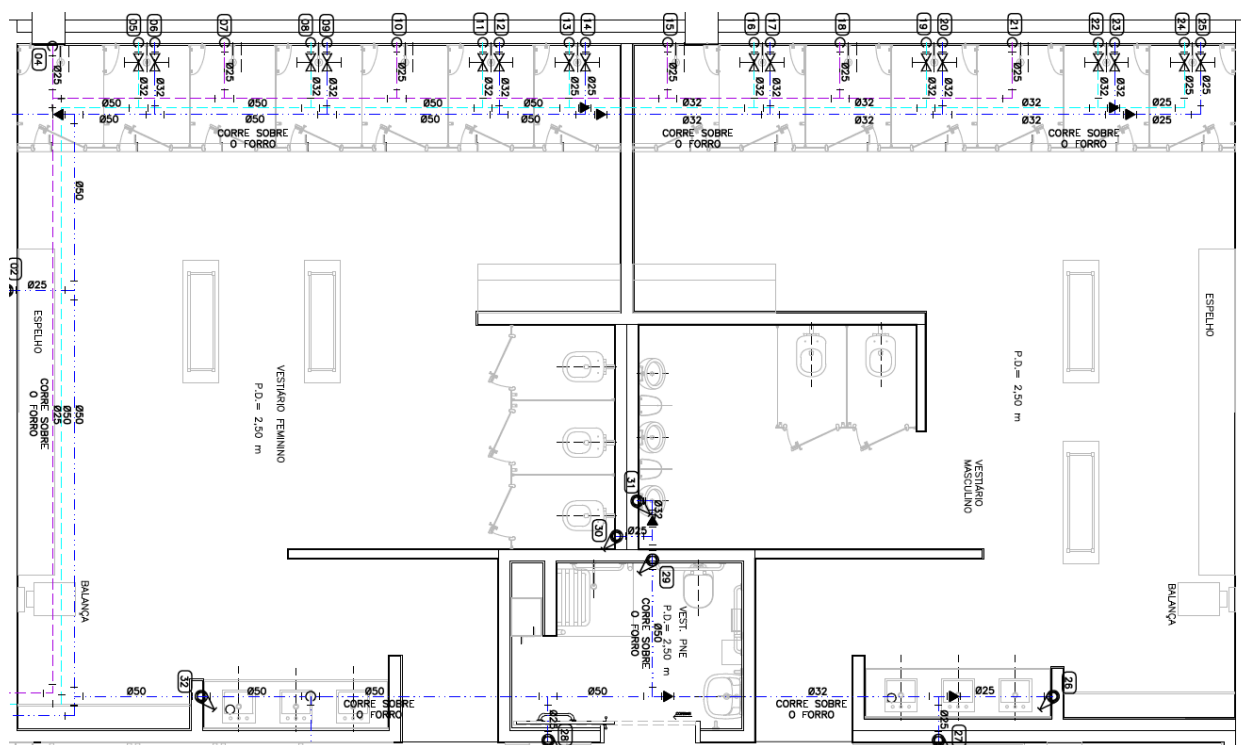
Fonte: Empresa exemplo (2018)

### 4.3.2 Estudo de caso 4 – Academia com contrapiso flutuante

O caso 4 retrata o contrapiso construído em outra academia, executada em Santa Maria – RS no ano de 2017. Nesse projeto (Figura 4.14) não havia a possibilidade de corte da base para embutimento das tubulações de esgoto, sendo essas embutidas no contrapiso. Além disso, por se tratar de uma área de banheiro no segundo pavimento do shopping optou-se pela impermeabilização por manta asfáltica e prime além da aplicação do revestimento cerâmico.

Para execução do contrapiso na área necessária optou-se pela estruturação da parede de drywall com o uso do emplacamento parcial da parede em placa cimentícia para delimitação da área e subida da manta. O contrapiso foi reforçado com tela de aço, devido a espessura necessária ao contrapiso para embutimento das tubulações, não foi necessário garantir a aderência à base.

Figura 4.14 - Área de banheiro a ser executado o contrapiso da SmartFit em Santa Maria



Fonte: Empresa exemplo (2017).

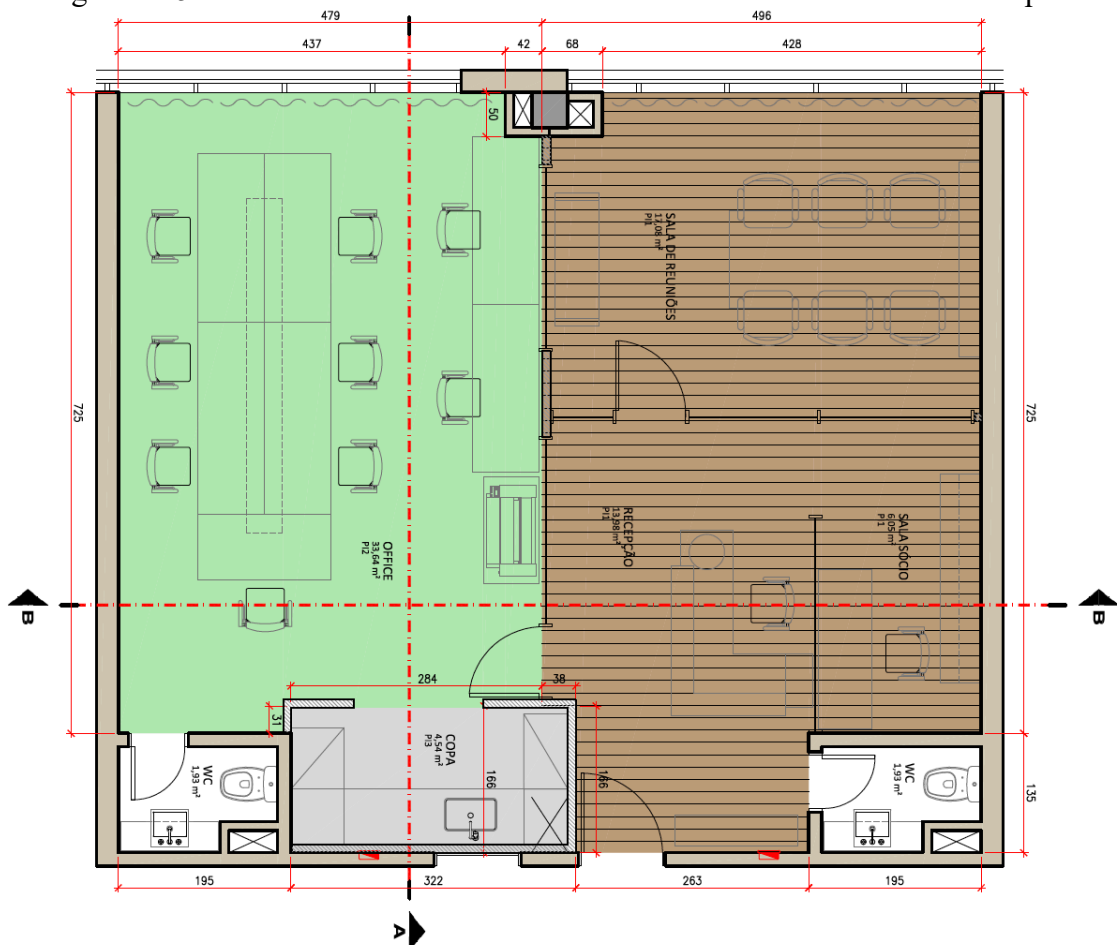
### 4.3.3 Estudo de caso 5 – Escritório com contrapiso flutuante

O quinto caso retrata o contrapiso executado em um escritório de arquitetura, também no shopping SC 401 Square Corporate em Florianópolis. No local as salas são entregues com desnível para o corredor que varia entre 15-20cm para a possibilidade de piso técnico elevado, que não foi adotado pelo cliente.

Como consta na Figura 4.15, o projeto previa a instalação de 3 revestimentos de piso diferentes; carpete (0,5cm) no Office, revestimento cerâmico (totalizando 2,5cm) na Copa e revestimento em madeira natural (1,5cm) na Recepção, Sala de reuniões e Sala do sócio.

Pelo elevado desnível optou-se pela execução de contrapiso flutuante e preenchimento com placas de EPS de 10cm, foi utilizada manta de polietileno expandido de 5mm que além de garantir a não aderência do contrapiso à base, aumenta muito as propriedades de isolamento acústico do elemento. O contrapiso foi reforçado com malha pop 3,4mm 15x15cm.

Figura 4.15 - Área do escritório da Schneider Martins a ser executado contrapiso



Fonte: Empresa exemplo (2018).

#### 4.3.4 Apresentação do quadro resumo das características de projeto

O Quadro 4.10 resume as atividades decorrentes das características de projeto para os 5 casos apresentados nesse capítulo, em seguida na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, será apresentado com a mesma representação gráfica dos fluxogramas operacionais, as atividades de diferenciação presentes nessa tabela, classificadas de acordo com os casos de ocorrência.

Quadro 4.10 - Ocorrência de atividades específicas de acordo com as características dos projetos apresentados.

CASO	Característica Projeto	Alteração nas atividades
Caso 1: Aderido	Elétrica embutida na base.	Corte da base.
Caso 1: Aderido	Elétrica embutida na base.	Assentamento dos condutores e conduites.
Caso 1: Aderido	Contrapiso aderido.	Execução da ponte de ligação.
Caso 1: Aderido	Juntas de dilatação.	Corte após execução.
Caso 1: Aderido	Cimento Queimado.	Atividade de alisamento com nata de cimento.
Caso 2: Semi-aderido	Banheiro no nível da loja.	Remoção do contrapiso existente.
Caso 2: Semi-aderido	Hidráulica embutida na base.	Marcação da posição da tubulação após remoção do contrapiso antigo.
Caso 2: Semi-aderido	Hidráulica embutida na base.	Corte da base.
Caso 2: Semi-aderido	Rede de esgoto.	Execução das tubulações de esgoto.
Caso 2: Semi-aderido	Rede de esgoto.	Teste da rede antes da concretagem do contrapiso.
Caso 2: Semi-aderido	Contrapiso aderido reforçado.	Execução da ponte de ligação.
Caso 2: Semi-aderido	Contrapiso aderido reforçado.	Posicionamento da tela metálica.
Caso 2: Semi-aderido	Juntas de dilatação.	Corte das Juntas de dilatação e preenchimento com selante de poliuretano.
Caso 2: Semi-aderido	Impermeabilização polimérica do contrapiso.	Execução da impermeabilização após cura do contrapiso.
Caso 2: Semi-aderido	Revestimento cerâmico.	Execução do revestimento cerâmico.
Caso 2: Semi-aderido	Revestimento cerâmico.	Rejuntamento do piso após secagem da argamassa colante.
Caso 3: Não aderido	Contrapiso de 15cm.	Aplicação e compactação de duas camadas de 6cm de concreto magro.
Caso 3: Não aderido	Reforço com tela.	Posicionamento da tela metálica.
Caso 3: Não aderido	Reforço da superfície.	Atividade de reforço da superfície com nata de cimento.

Caso 4: Flutuante	Piso acima do nível da loja.	Estruturação e emplacamento parcial das paredes de drywall limítrofes do ambiente.
Caso 4: Flutuante	Hidráulica embutida no contrapiso.	Montagem da rede de esgoto.
Caso 4: Flutuante	Hidráulica embutida no contrapiso.	Teste da rede antes da concretagem do contrapiso.
Caso 4: Flutuante	Junta de dilatação do elemento.	Corte de contrapiso.
Caso 4: Flutuante	Junta de dilatação do elemento.	Preenchimento do corte com selante do poliuretano.
Caso 4: Flutuante	Contrapiso de banheiro no segundo pavimento.	Impermeabilização da base em manta asfáltica e prime.
Caso 4: Flutuante	Reforço com tela.	Posicionamento da tela metálica.
Caso 4: Flutuante	Impermeabilização em manta asfáltica.	Teste de estanqueidade.
Caso 4: Flutuante	Impermeabilização em manta asfáltica.	Inspeção de estanqueidade.
Caso 4: Flutuante	Revestimento cerâmico.	Execução do revestimento cerâmico.
Caso 4: Flutuante	Revestimento cerâmico.	Rejuntamento do piso após secagem da argamassa colante.
Caso 5: Flutuante	Contrapiso flutuante.	Posicionamento da manta de polietileno expandido.
Caso 5: Flutuante	3 revestimentos de piso no mesmo nível.	Separação das áreas com ripas de madeira.
Caso 5: Flutuante	Eliminação do desnível de 16cm entre a sala comercial e o corredor do prédio.	Posicionamento das placas de EPS com espaçamento de 10cm.
Caso 5: Flutuante	Eliminação do desnível de 16cm entre a sala comercial e o corredor do prédio.	Posicionamento da armadura.
Caso 5: Flutuante	Elétrica de piso	Posicionamento dos conduites e condutores entre as placas de EPS.
Caso 5: Flutuante	Junta de dilatação da estrutura do prédio.	Remoção das ripas de madeira sobre a junta e preenchimento com selante de poliuretano.
Caso 5: Flutuante	Junta de dilatação da estrutura.	Corte do contrapiso.
Caso 5: Flutuante	Junta pré-fabricada para o porcelanato.	Aplicação da junta pré-fabricada.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



Figura 4.16 - Ocorrência das atividades por estudo de caso.

ATIVIDADES	Caso 1: Aderido	Caso 2: semi- aderido	Caso 3: semi- aderido	Caso 4: Flutuante	Caso 5: Flutuante
Corte da Base	x	x			
Posicionamento de caixas de tomada	x				x
Ponte de ligação	x	x			
Corte de junta	x	x		x	x
Cimento queimado	x		x		
Remoção de contrapiso existente		x			
Marcação da tubulação		x			
Execução de hidráulica		x		x	
Teste de tubulação		x		x	
Posicionamento de armadura		x	x	x	x
Aplicação de concreto magro			x		
Impermeabilização com manta				x	
Impermeabilização com argamassa		x			
Revestimento cerâmico		x		x	x
Rejuntamento		x		x	x
Estruturação e emplacamento de drywall				x	
Manta de polietileno					x
Delimitação com ripas de madeira					x
Remoção de ripas de madeira					x
Junta com selante de poliuretano		x			x
Junta pré-fabricada					
Placas de EPS					x

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Essa forma de visualização das atividades permitiu algumas observações que resultaram em adequações do processo da empresa executora:

- A atividade de corte do contrapiso aparece em projetos onde há necessidade do corte do contrapiso para execução de junta de dilatação, seja por ocorrência de

juntas da estrutura da base ou para evitar trincas provenientes da dilatação do próprio elemento.

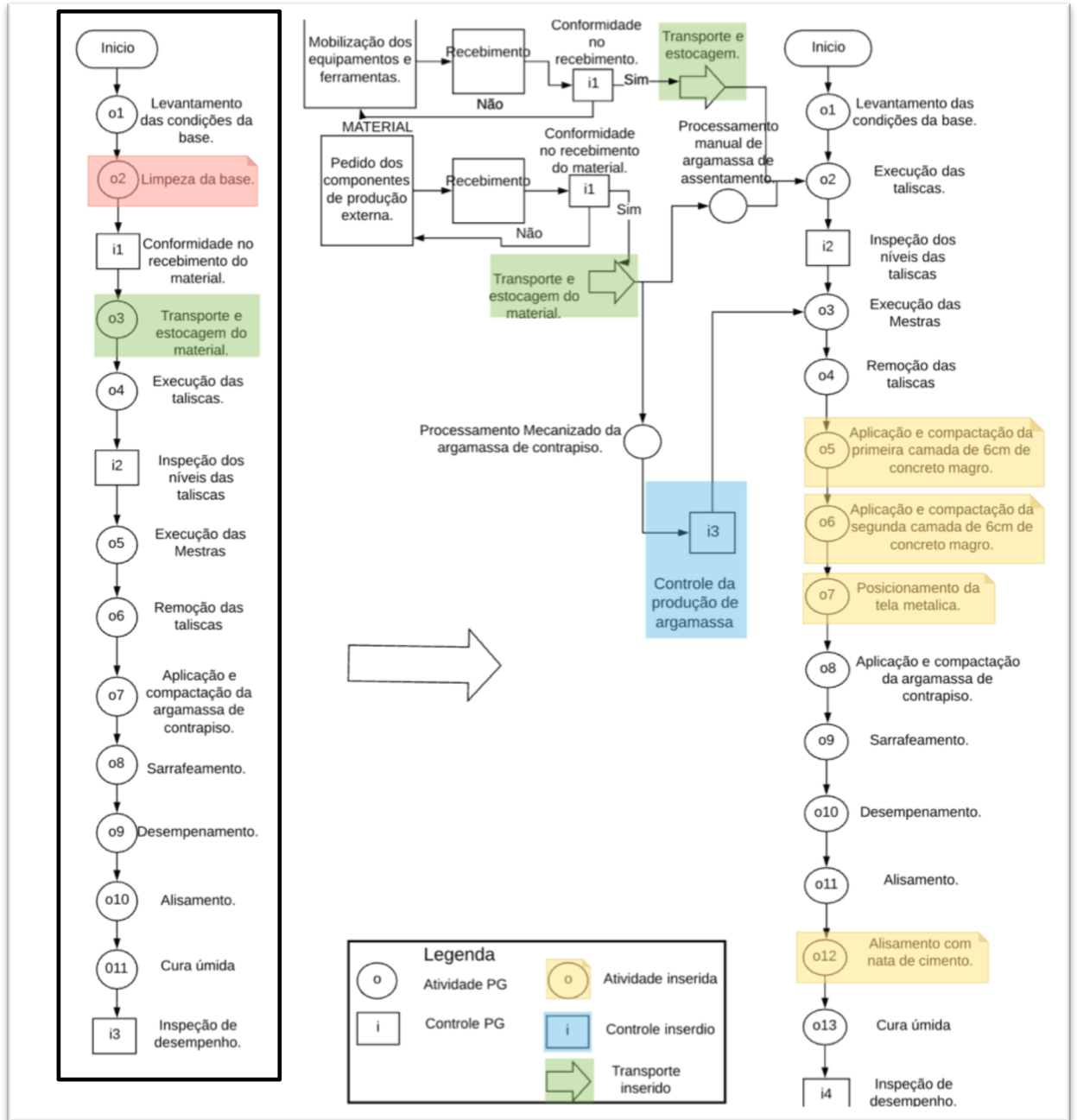
- O corte do contrapiso funciona como um ponto de fragilização planejada do elemento, assim em casos onde o mesmo receberá revestimentos argamassados, é interessante que o corte seja preenchido com selante de poliuretano ou silicone para concreto, que impeçam a argamassa colante de obstruir o corte.
- Projetos que contemplam a instalação de revestimentos cerâmicos em elementos com junta de dilatação devem prever a justaposição da fuga do revestimento com a junta de dilatação e prever a instalação de junta pré-fabricada ou rejuntamento com selante de poliuretano.
- Em casos onde o contrapiso recebe revestimento cerâmico, fixado com argamassa colante, é interessante remover do processo a atividade de alisamento já que a superfície sarrafeada e desempenada garante a planicidade necessária à aplicação do piso, contudo com rugosidade mais adequada a receber o revestimento.
- Para contrapisos espessos onde o requisito de qualidade do acabamento superficial é maior, recomenda-se o uso de telas metálicas posicionados na parte superior da camada de contrapiso, a tela metálica distribui os efeitos da retração resultando em uma superfície menos fissurada.
- Em situações onde há instalações hidráulicas embutidas no contrapiso é fortemente recomendado que seja feito o teste da tubulação antes da concretagem do contrapiso.
- Para contrapisos de áreas molhadas, impermeabilizados com manta asfáltica ou com polímeros, recomenda-se o teste de estanqueidade por 72h de acordo com a norma NBR 15575:2013, no caso 2 de projeto o teste não foi executado devido ao cronograma da obra, levando em consideração que se tratava de um empreendimento sobre a laje térrea, concretada sobre baldrame e solo compactado.
- Quando o contrapiso recebe qualquer tipo de revestimento, a inspeção de desempenho deve ser realizada antes da aplicação do mesmo.

#### **4.3.5 Consolidação dos processos dos casos 3,4 e 5**

Por fim, são apresentados, respectivamente, nas Figura 4.17, Figura 4.18 e Figura 4.19, os processos de construção consolidados, dos casos 3, 4 e 5. Levando em consideração as observações mencionadas acima.

4.3.5.1 Consolidação caso 3

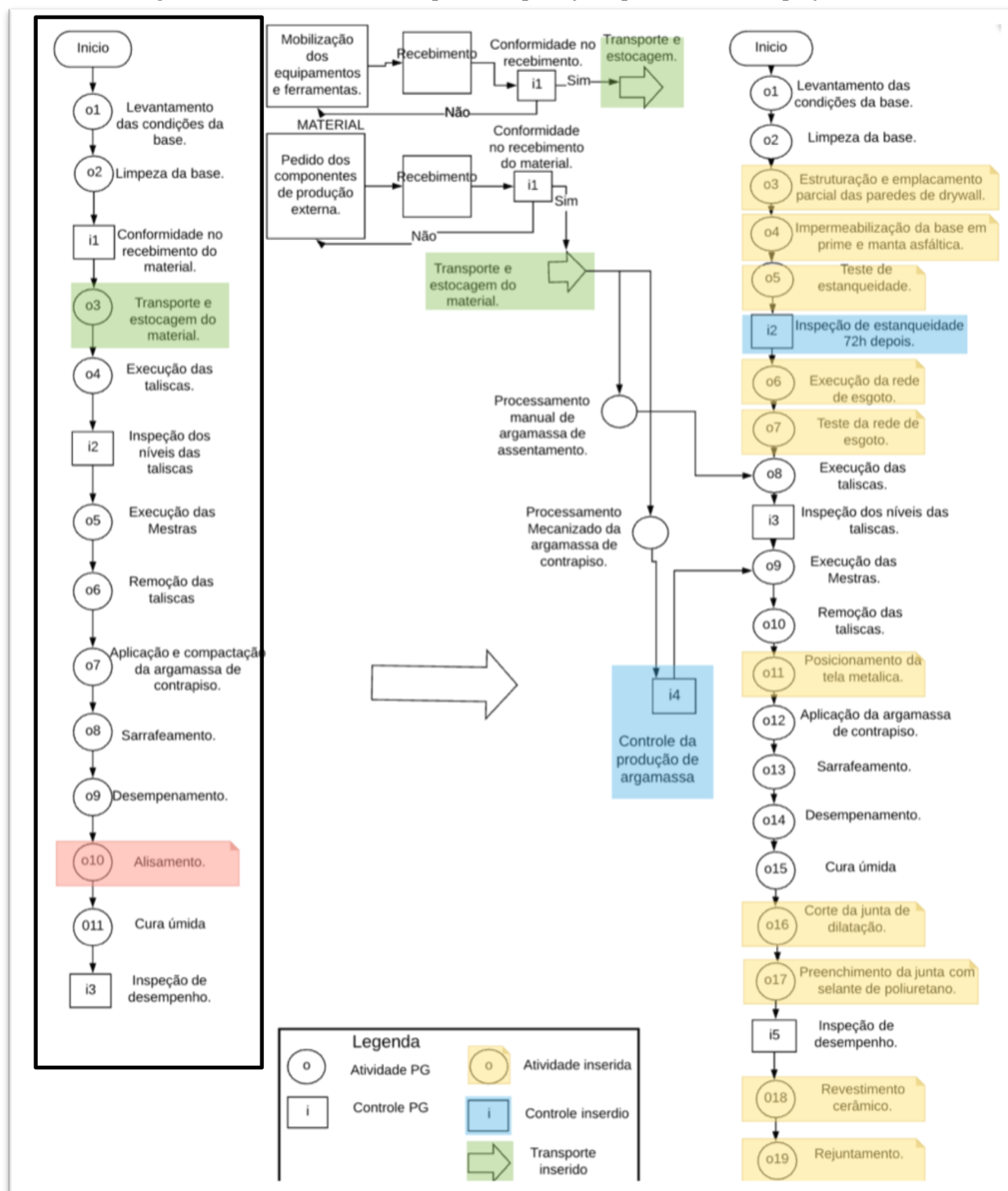
Figura 4.17 - Consolidação do processo planejado para o caso 3 de projeto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

## 4.3.5.2 Consolidação caso 4

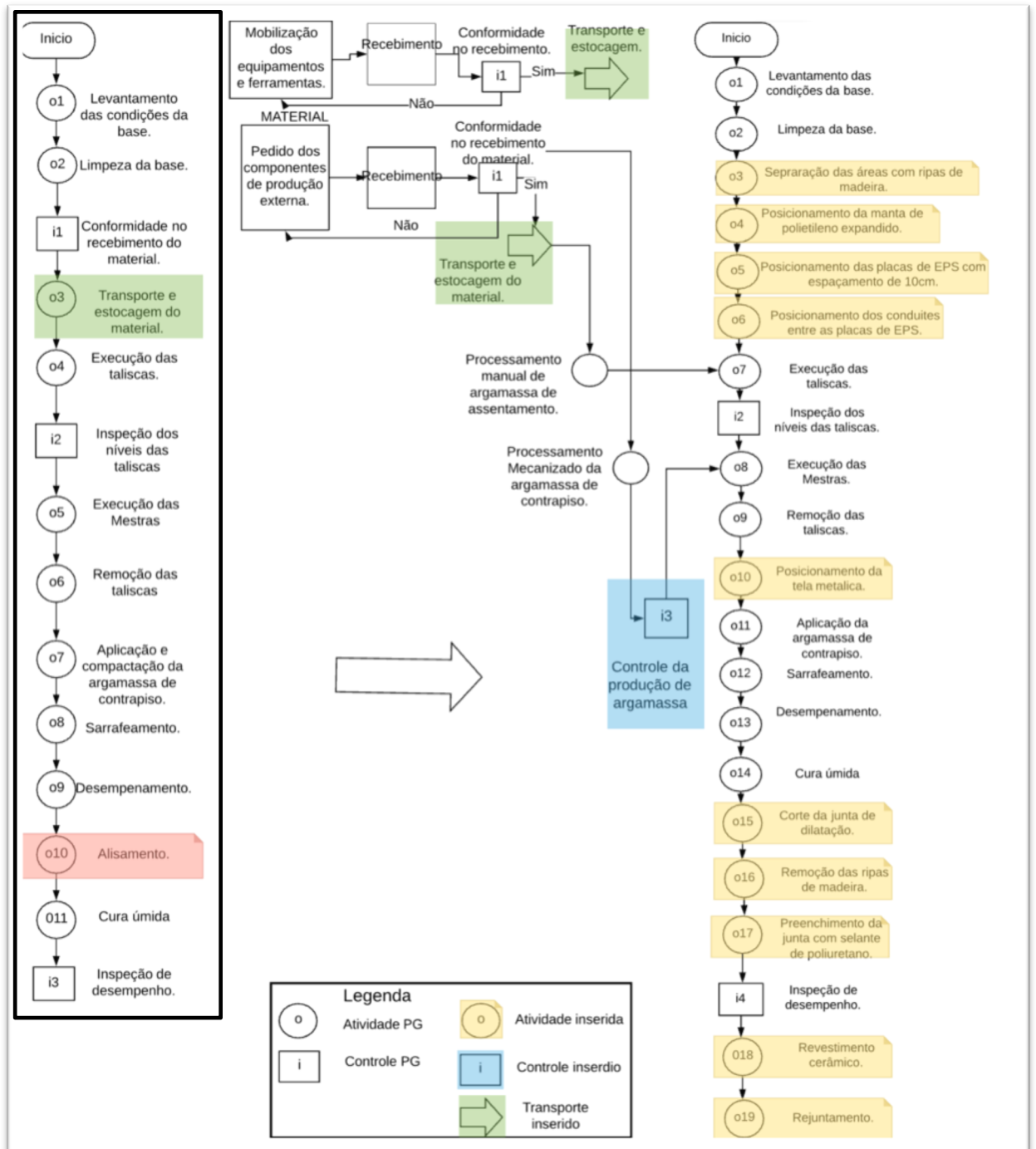
Figura 4.18 - Consolidação do processo planejado para o caso 4 de projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

4.3.5.3 Consolidação caso 5

Figura 4.19 - Consolidação do processo planejado para o caso 5 de projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

#### 4.3.6 Discussão dos resultados

Os resultados apresentados confirmam a aplicabilidade do método de planejamento do processo de produção de contrapiso, para projetos com características diferenciadas, baseado no processo genérico proposto. Para adoção desta forma de planejamento é importante que o projeto a ser executado passe por um estudo, protocolado em etapas, de identificação de características e requisitos de construção, como o modelo de planejamento de processos (M-PPC) elaborado por Silva, 2012 e sugerido neste trabalho. Para consolidação do processo, sugere-se que as atividades específicas identificadas após a análise de projeto sejam inseridas no fluxo do processo por um profissional com experiência na execução de contrapisos.

Como o processo genérico não foi testado exaustivamente, é indicado que seja revisado como as atividades que o constituem se aplicam ao caso de estudo. A mesma atividade pode apresentar diferente importância de acordo com cada caso. A função da limpeza da base, por exemplo, é diferente em cada tipo de contrapiso: nos contrapisos aderidos tem a função de garantir a ausência de impedimento físico ou químico na aderência do elemento à base; nos flutuantes, tem como objetivo garantir que não haja material ou objeto capaz de perfurar a manta de polietileno; e nos não aderidos, tem apenas a função higiênica de manter o local de trabalho limpo. O ato de compactação inserido na atividade de aplicação e compactação da argamassa, tem elevado grau de importância quando se trata da construção de contrapisos aderidos, sendo sua má execução responsável por grande parte das patologias desse tipo de contrapiso. Do mesmo modo, a atividade de alisamento não é necessária quando o projeto prevê aplicação de revestimento cerâmico, uma vez que certa porosidade na superfície garante melhor aderência da argamassa colante ao contrapiso.

Ademais, foi observado que independente do número de atividades que constituem o processo de produção de contrapiso consolidado para um caso específico, podemos categorizá-lo em 4 etapas: Preparação, Execução, Acabamento e Inspeções. A etapa de preparação consiste no conjunto de atividades a partir do levantamento das condições da base até a execução das taliscas (classificada nesse grupo pois precisa ter sido efetuada para que os níveis possam ser inspecionados antes da etapa de execução). Em seguida a etapa de execução compreende as atividades que dão forma ao elemento, desde a execução das mestras até o sarrafeamento do contrapiso. A partir da atividade de desempenho constitui-se a etapa de acabamento, esta aborda algumas atividades que não pertencem ao processo de produção do elemento de contrapiso, mas que foram englobadas pelo método pois influenciam nas atividades predecessoras e agregam valor ao planejamento, tornando-o responsável pela entrega do produto final. As inspeções

acontecem de maneira descontínua, localizadas no fluxograma operacional de maneira a maximizar a eficiência do controle.

Por último percebeu-se que a maioria das atividades de diferenciação do processo acontecem, nos casos estudados, nas etapas de preparação e de acabamento. A etapa de execução se mantém como prevista no processo genérico, variando somente a inserção de uma atividade de posicionamento de tela ou malha metálica.



## 5 CONCLUSÃO

Com esta pesquisa foi possível concluir que apesar da época em que Barros propôs sua metodologia de execução de contrapisos aderidos, esta se mantém vigente, e quando novas atividades são inseridas ao processo, não desclassificam as etapas identificadas por ela no processo. Do estudo deste processo e dos projetos apresentados no capítulo 4:

- Foi proposto um fluxograma operacional, adaptado da metodologia proposta por Barros (1991), constituído de quatorze atividades, sendo 11 de execução e 3 de inspeção. Essas atividades acontecem independentemente das características e do tipo de contrapiso e constituem o processo genérico de construção de contrapisos.
- Devido a grande variabilidade de requisitos que podem ser atribuídos ao elemento contrapiso, o processo genérico não constitui o processo de construção por si só porque não contempla as atividades específicas de produção necessárias a cada caso (Por exemplo embutimento de instalações).
- Foi testada a elaboração do planejamento do processo de produção de contrapisos para cinco casos de projetos com características e requisitos de construção diferentes. Constatou-se que o processo genérico serviu de base para a formulação dos processos consolidados dos cinco casos, porém precisou ser ajustado com a inserção das atividades específicas necessárias a cada caso de projeto.
- Um modelo de planejamento baseado em uma sequência de 8 etapas, 4 de análises de projeto e 4 de definições do processo, de modo a mapear e determinar o que é necessário que o processo genérico englobe para consolidar-se à cada caso específico, constitui a padronização do planejamento sugerida. O processo genérico, aliado ao modelo de planejamento sugerido, constituem o método padronizado de elaboração do processo de construção de contrapisos que se mostrou eficiente nos cinco casos testados.
- Duas folhas que abordam os materiais, ferramentas, equipamentos, parâmetros cronológicos e a descrição detalhada da execução de cada atividade do processo, além do fluxograma operacional, constituem os registros de documentação do processo.
- Identificou-se, da análise dos cinco projetos distintos, que independente do número de atividades necessárias à produção do elemento em cada caso, estas se encaixam em quatro etapas; Preparação, Execução, Acabamento e Inspeções, sendo Preparação e Acabamento que tendem a se modificar. Enquanto as etapas de execução e de inspeção tendem a manter as mesmas atividades.

Assim, apresenta-se uma forma de planejamento do processo de construção de contrapiso, que parte de uma base genérica, e através de uma sequência de análises e definições relacionados ao caso de projeto, descreve e documenta os componentes, equipamentos, requisitos e atividades necessárias à produção do elemento.

Conclui-se que um modelo de planejamento que é apresentado em forma de fluxograma operacional, facilita a análise da distribuição da inserção das atividades específicas no processo. A presença dos fluxos dos processos de fornecimento, horizontalizados no fluxograma do processo de construção, possui grande valia no planejamento logístico da obra no empreendimento onde ela se encontra. Por fim, as ferramentas de documentação contemplam o que se julga ser uma forma eficaz de planejamento do processo de construção de contrapisos a ser utilizada por profissionais da área. Sugere-se que futuras pesquisas avaliem como as atividades recorrentes nos processos de produção podem incorporar tecnologias de execução mais avançadas, além de como o uso de processos genéricos aliados de ferramentas de mapeamento de processos pode consistir em formas de planejamento parametrizadas para outros serviços.

## REFERÊNCIAS

IBGE. Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC)-2017

ROSSI, P. MELLO, G. Choque recessivo e a maior crise da história: a economia Brasileira em marcha à ré. Centro de Estudos de Conjuntura e Política Econômica - IE/UNICAMP – 2017

BEZERRA, Sandra. Emprego desaba na construção: crise nos canteiros, CBIC Câmara Brasileira da Indústria da Construção. 2015.

Lima, S.M. Oliveira, M.E.L. Rodrigues, M.S. A crise e o desempenho econômico financeiro das empresas da construção civil – 2017.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. BS 8204-02: Part 1 In situ floorings - Code of Practice for concrete bases and screeds to receive in situ floorings. London, 2009 c, 18 P.

BARROS, M.M.S.B. Revestimentos horizontais: Notas de aula. USP - Departamento de construção civil - 2011.

BARROS, M.M.S.B.; SABBATINI, F.H.; Tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais. USP - Departamento de construção civil - 1991.

SABBATINI, F.H.; CARDOSO, F.F.; FRANCO, L.S.; BARROS, M.M.S.B: Tecnologia da construção de edifícios II: Produção de contrapisos em edifícios. EPUSP – Departamento de construção civil, Notas de aula, 2003.

BARROS, M.M.S.B. Recomendações para a produção de contra-pisos para edifícios. USP - 1995.

PEDROSO, M. A. Estudo Comparativo entre as Modernas Composições de Pisos Flutuantes quanto ao Desempenho no Isolamento ao Ruído de Impacto. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

FREITAS Jr, J.A. Construção civil II: Pisos em Edificações. UFPR – 2013

SABBATINI, F.H.; Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos: recomendações para execução de revestimentos de argamassa. USP - Departamento de construção civil - 1988.

HELENE, P. ANDRADE, T. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais: concreto de cimento Portland. IBRACON – 2010.

GODOY E. H. P.; BARROS M.M.S.B. Diretrizes para a produção de contrapisos estanques. USP - Departamento de construção civil - 2000.

MELHADO, S.B.eVIOLANI,M.A. A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios. São Paulo, EPUSP, 1992. (TT/PCC/02).

ELDER, A. J.; VANDENBERG, M. Construcción: manuales AJ. Madrid: H.Blume, 1977.

(Guia PMBOK) 6ª edição. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos

SABBATINI, F.H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos. 1989.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

BALLARD, G. et al. Production System Design in Construction. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 9., Singapore, 2001. Proceedings... Singapore: IGLC, 2001.

KOSKELA, L. An exploration towards a production theory and its application to construction. 2000. PhD Tesis – Technical Research Centre of Finland, Espoo.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

CARDOSO, E. N. O projeto do processo na melhoria da produtividade da construção civil. 2001. 115p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MELHADO, S. B.; FABRICIO, M. M. Projeto da produção e projeto para produção: discussão e síntese de conceitos. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7., 1998, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC/ANTAC, 1998.

SILVA, F.B. Planejamento de processos de construção para a produção industrializada de edifícios habitacionais: Proposta de um modelo - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MARSHALL, Catherine; ROSSMAN, Gretchen B. Designing qualitative research. 2.ed. . Sage: Thousand Oaks, 1995.

DANE, F. C. Research methods. Pacific Grove: Brooks/Cole, 1990.

BRYMAN, A. Social Research Methods. third edition. Oxford University Press, 2008. 748 p.

NBR 15575:2013 Desempenho de edificações habitacionais. ABNT-2013.

ISO 21500. Orientações sobre Gerenciamento de Projetos. 2012

