

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

DÉBORAH HELOÍSA MINÉ PIRES

**ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE LAJES RACIONALIZADAS DE  
CONCRETO ARMADO EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016

DÉBORAH HELOÍSA MINÉ PIRES

**ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE LAJES RACIONALIZADAS DE  
CONCRETO ARMADO EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira.

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Construção Civil  
Coordenação de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

### ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE LAJES RACIONALIZADAS DE CONCRETO ARMADO EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS

por

**Déborah Heloísa Miné Pires**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h do dia 13 de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr. Jorge Luís Nunes de Góes**

( UTFPR )

**Prof. Esp. Sérgio Roberto Oberhauser  
Quintanilha Braga**

( UTFPR )

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fabiana Goia Rosa de  
Oliveira**

(UTFPR)  
***Orientadora***

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof. Dr. Marcelo Guelbert**

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que iluminou meus caminhos durante esta caminhada, aos meus pais, Gian e Odete, a minha irmã Laura e ao meu noivo Diego que sempre estiveram ao meu lado e me deram força para concluir e vencer mais essa etapa da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Certamente esses parágrafos não serão suficientes para agradecer a todos que me ajudaram a chegar até aqui.

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e por ter me dado força para realizar este trabalho, e poder concluir esse curso que eu tanto amo.

Agradeço minha orientadora Professora Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira por todo aprendizado e ensinamentos na realização deste trabalho, por todo suporte no pouco tempo que lhe coube e por suas correções e incentivos. Agradeço todos os professores que me proporcionaram o conhecimento, vocês sem dúvida foram as peças principais para a minha formação profissional.

Se hoje estou aqui, devo isso aos meus pais, que não mediram esforços para que não me faltasse nada. Agradeço por tudo que vocês fizeram e fazem por mim, por todo apoio antes e durante a faculdade. Vocês são meus exemplos de vida, pessoas de bem que ensinaram tudo que eu sei, agradeço a Deus por ter vocês junto a mim, e se eu for metade do que vocês são para mim já é o bastante. Obrigada Pai e Mãe, eu amo vocês. Agradeço também a minha irmã Laura, por todos os conselhos e por sua parceria sempre. E a toda minha família que sempre estiveram presente nesses anos de faculdade, me ajudando e me dando força.

Agradeço meu noivo Diego pela paciência, compreensão, carinho e amor nesses anos todos. Obrigada por tudo que você faz por mim, sem você seria muito difícil vencer esse desafio.

A todos os meus amigos, em especial a Taciane, Daniel, Sheila, Ana Raíza e Bruna Maia pela amizade e por toda ajuda de vocês, com certeza aquelas noites mal dormidas, de muito estudo, fizeram a diferença, sem vocês eu não chegaria até aqui. Agradeço também meus amigos Ana Paula, Renan, Rafael, Gabriel, Bruna Ayres e Haddan pela amizade nesses anos de faculdade. Vocês todos foram minha família nesses anos e sem vocês essa jornada se tornaria mais difícil, e talvez eu não estivesse fazendo esses agradecimentos.

Enfim, muito obrigada a todos.

## RESUMO

PIRES, Déborah Heloísa Miné. **Análise da execução de lajes racionalizadas de concreto armado em edifícios de múltiplos pavimentos.** 2016. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

A implantação de métodos mais modernos no ramo da construção se faz necessário devido às exigências que o mercado vem enfrentando. As lajes racionalizadas, que visam à eliminação da camada de contrapiso, se encaixam nesses métodos, pois possuem projeto para produção, e isso traz melhorias para obra, como aumento da produtividade, da qualidade e a diminuição do tempo de realização do serviço. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o nível do uso de lajes racionalizadas nas obras de construção civil na região de Campo Mourão/Paraná. Para que seja possível a realização de uma laje racionalizada é preciso seguir alguns parâmetros, que foram analisados através da aplicação de um *check list*. Foram feitos estudos de caso em edifícios e aplicou-se o *check list*, sendo possível identificar as deficiências e dificuldades da aplicação da laje racionalizada. Também foi possível identificar as atuais práticas de execução de lajes, concluindo que na região de Campo Mourão/Paraná não há execução de lajes racionalizadas.

**Palavras-chave:** Lajes racionalizadas. Sistemas construtivos racionalizados. Concretagem de laje.

## ABSTRACT

PIRES, Déborah Heloísa Miné. **Analysis of the implementation of streamlined reinforced concrete slabs in buildings with multiple floors.** 2016. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

The implementation of more modern methods in the construction sector is necessary due to the demands that the market is facing. Streamlined slabs, which aim to eliminate the subfloor layer, are among these methods because they have production design which brings construction site improvements such as increased productivity, quality and decrease of the duration of performance time. This research aimed to evaluate the level of use of streamlined slabs in construction works in Campo Mourao/Paraná. In order to carry out a streamlined slab, it is necessary to follow some parameters, which were analyzed by following a checklist. Case studies were produced from the buildings where the check list was followed, and it was possible to identify the shortcomings and difficulties of implementing a streamlined slab. It was also possible to identify the current slabs enforcement practices, reaching the conclusion that in the region of Campo Mourao / Paraná it is not a common practice to build streamlined slabs.

**Keywords:** Streamlined slabs. Streamlined building systems. Concrete slab pouring.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ILUSTRAÇÃO DO MODELO DE LAJES NIVELADAS E ACABADAS.....	17
FIGURA 2 - ETAPAS DO PROJETO DE PRODUÇÃO PARA CONCRETAGEM .....	21
FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE LAJE DE CONCRETO ARMADO .....	23
FIGURA 4 – LAJE COM ISOPOR E ELETRODUTOS .....	32
FIGURA 5 – ESCORAS DE MADEIRA/OBRA A.....	33
FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO/OBRA A .....	34
FIGURA 7 - LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO CONCRETO .....	35
FIGURA 8 - IRREGULARIDADE NA LAJE .....	36
FIGURA 9 - RESULTADO FINAL DA LAJE/OBRA A.....	37
FIGURA 10 - GUINCHO IMPROVISADO .....	38
FIGURA 11 - LAJE COM LAJOTA CERÂMICA.....	39
FIGURA 12 - ESCORAS DE MADEIRA/OBRA B.....	39
FIGURA 13 - RESTOS DE CONCRETO NA VIGA .....	40
FIGURA 14 - CONCRETO PRONTO E BETONEIRA .....	41
FIGURA 15 - DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO/ OBRA B .....	42
FIGURA 16 - CONCRETAGEM DA VIGA .....	42
FIGURA 17 - LAJE CONCRETADA/OBRA B .....	43
FIGURA 18 - LAJE TRELIÇADA COM ISOPOR/OBRA C .....	44
FIGURA 19 - ESCORAS DE MADEIRA/OBRA C.....	45
FIGURA 20 - RODO METÁLICO E DESEMPENADEIRA DE CABO LONGO.....	46
FIGURA 21 – CORPOS DE PROVA DO PRIMEIRO CAMINHÃO.....	47
FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO/OBRA C .....	47
FIGURA 23 - RESULTADO DA LAJE CONCRETADA/OBRA C.....	48
FIGURA 24 - LAJE CONCRETADA COM POÇAS DE ÁGUA .....	49
FIGURA 25 - LAJE TRELIÇADA COM ISOPOR/OBRA D .....	50
FIGURA 26 - MESTRAS DE MADEIRA.....	51
FIGURA 27 - ESCORAMENTO METÁLICO E DE MADEIRA.....	52
FIGURA 28 - COPOS DE PROVA/OBRA D .....	53
FIGURA 29 - DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO/OBRA D .....	53
FIGURA 30 - SARRAFEAMENTO .....	54
FIGURA 31 - RESULTADO FINAL DA LAJE/OBRA D.....	55

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>11</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
4.1 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	12
4.2 RACIONALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	13
4.2.1 Construtibilidade e Coordenação de projetos .....	14
4.3.1 Laje Tradicional .....	15
4.3.2 Laje Racionalizada .....	16
4.4 PROJETO PARA PRODUÇÃO DE LAJE DE CONCRETO ARMADO .....	17
4.5 PROCESSO CONSTRUTIVO TRADICIONAL DAS LAJES DE CONCRETO ARMADO .....	22
4.5.1 Fôrmas – sistema tradicional .....	23
4.5.2 Armação – sistema tradicional .....	24
4.5.3 Concretagem – sistema tradicional.....	25
4.6 PROCESSO CONSTRUTIVO RACIONALIZADO DAS LAJES DE CONCRETO ARMADO.....	25
4.6.1 Fôrmas – sistema racionalizado.....	25
4.6.2 Armação – sistema racionalizado .....	26
4.6.3 Concretagem – sistema racionalizado .....	26
<b>5 METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>30</b>
6.1 OBRA A .....	32
6.2 OBRA B .....	37
6.3 OBRA C .....	43
6.4 OBRA D .....	49
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>56</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil nacional sempre foi, e ainda é conhecido por utilizar métodos antigos nos canteiros de obra. Mas o cenário que se tem hoje pede modernização e tecnologias.

Em função desses novos parâmetros de mercado, o setor tem voltado a atenção à necessidade de repensar as antigas formas de produção, pois o mercado está cada vez mais competitivo e as empresas do setor buscam cada dia mais oferecer um produto economicamente acessível e que satisfaça às exigências dos clientes.

Por esse motivo, investir na modernização dos processos de produção, ganhando em produtividade, eliminando falhas e, por conseqüência, reduzindo os custos de produção, torna-se fator imprescindível para o sucesso da empresa.

Uma maneira eficiente de aplicar tecnologia no processo construtivo tradicional é implantar métodos construtivos racionalizados, esse plano de ação permite aumentar o nível de racionalização e diminuir o grau de variabilidade do processo de produção, envolvendo os setores responsáveis pela produção: projeto, suprimentos, recursos humanos e execução de obra.

As lajes racionalizadas se encaixam como um sistema de construção racionalizada. Elas possuem projetos para produção e critérios de controle a partir de tolerâncias bem definidas. Também podem ser definidas como aquelas que eliminam, parcialmente ou totalmente, o contrapiso, por possuírem uma superfície nivelada e com boa textura para a execução direta de revestimento (NOVAES, 1997).

O presente trabalho tem o intuito de analisar a produção de lajes em concreto armado em edifícios de múltiplos pavimentos na região de Campo Mourão.

Devido aos grandes desperdícios que ocorrem nas obras, e conseqüentemente, na produção das lajes, e por não apresentarem projeto adequado, causa muitas vezes situações de improvisos nos canteiros de obra, e faz com que pessoas não capacitadas tomem decisões, por conta de todos esses motivos o estudo da produção de lajes é justificado.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o nível de racionalização em lajes de estruturas de concreto armado, visando a redução ou eliminação do contrapiso na construção de edifícios na região de Campo Mourão.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um *check list*, levando em consideração quais parâmetros são importantes para a execução de lajes racionalizadas, e aplicá-lo na obra no dia da concretagem;
- Analisar o grau de racionalização na execução de lajes de concreto armado na região de Campo Mourão/PR, através da aplicação do *check list*;
- Investigar as dificuldades para a implantação da racionalização na execução de lajes de concreto;
- Verificar se as obras possuem projeto para produção de lajes.

### 3 JUSTIFICATIVA

Conhecer e estudar lajes racionalizadas tornou-se importante devido à grande competitividade do mercado da construção civil nos dias de hoje. As lajes racionalizadas são conhecidas por excluïrem do seu processo de execução a camada de contrapiso, diminuindo os custos e os prazos da obra, e ainda mantendo a qualidade. As metodologias de racionalização ajudam também a reduzir os problemas construtivos, aumentando a eficiência do serviço.

Melhado (1994) destaca a importância da racionalização como um princípio que pode ser utilizado em qualquer processo construtivo, proporcionando considerável redução de custo, a partir da implantação de ações de padronização de componentes, simplificação de operários e aumento de produtividade que podem trazer grandes reduções de custo. Porém, salienta que a maior parte destas medidas deve ser admitida ainda na etapa de projeto, devido às suas implicações quanto a dimensões, especificações e detalhes que são incorporados ao mesmo.

Conhecendo-se os grandes benefícios que os métodos racionalizados conferem a obra, fica claro a importância de se estudar o tema, e conhecer mais como é o processo de execução de um serviço racionalizado.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Definir qualidade não é simples, pois o conceito é subjetivo e está diretamente relacionado à percepção de cada pessoa, que pode ser influenciada por diversos fatores (INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA, 2014).

Na construção civil, a qualidade está diretamente relacionada com as características de desempenho e com a melhoria contínua do processo, que são necessárias à satisfação das necessidades dos clientes (SOUZA; MELHADO, 1998).

Segundo Silveira et al. (2002), é notório que a satisfação do cliente é condição primordial em qualquer organização, e isso deve-se ao fato de que o conceito de qualidade vem evoluindo ao longo dos anos. Satisfazer os clientes é condição para o sucesso da empresa, para que a empresa sobreviva e se desenvolva em um ambiente competitivo e de rápidas mudanças.

De acordo com Formoso (1994 apud SILVEIRA et al., 2002) existem muitas ferramentas para a melhoria da qualidade, e é importante saber analisar como essas melhorias serão aplicadas e como podem se adaptar ao setor da construção civil, principalmente pelo fato de que a indústria da construção sempre busca estratégias para competir no mercado.

Para que haja melhoria da qualidade na construção de edifícios, muitos autores indicam a racionalização construtiva como uma das diretrizes mais recomendadas, pois uma construção racionalizada certamente terá mais qualidade, seja na etapa de processo ou mesmo depois de finalizada.

A qualidade está relacionada com as características de desempenho e com a melhoria contínua do processo, necessária à satisfação do cliente.

## 4.2 RACIONALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Vários são os conceitos sobre racionalização construtiva, que foram desenvolvidos a partir do momento em que se percebeu, na indústria da construção civil, a necessidade da diminuição dos desperdícios e aumento da produtividade.

Dentro desse cenário, a racionalização construtiva vem se tornando um enfoque cada vez mais necessário ao desenvolvimento tecnológico da indústria da construção civil, permitindo alcançar um patamar mais elevado de qualidade e resultando em uma maior competitividade das empresas.

De acordo com Barros (1996) “racionalização, na construção, consiste no esforço para tornar mais eficiente a atividade de construir, na busca da melhor solução para diversos problemas da edificação”. E para Mello et al. (2008) a racionalização é um dos principais fatores para o sucesso no ramo da construção civil, mostrando a importância de se implementar a racionalização nas obras da indústria da construção civil.

Na construção civil racionalizar é estudar os processos, tendo em vista o aperfeiçoamento de certa atividade. Ou seja, analisar a atividade para que erros sejam eliminados e melhorias sejam introduzidas para acelerar a produção (MOURA; SÁ, 2013).

Dessa forma, conclui-se que racionalizar a construção é agir contra desperdícios de mão-de-obra e materiais, aplicando os princípios de planejamento, gestão de projetos e organização, acabando com as indecisões e aumentando a produtividade dos processos.

As ações de racionalização dificilmente são fixadas ao sistema produtivo da empresa se não integrarem projetos que irão dar origem ao edifício (BARROS; SABBATINI, 2003).

Para que os conceitos de qualidade e racionalização sejam efetivamente aplicados nas obras, faz-se necessário um estudo de novos conceitos como construtibilidade e coordenação de projetos.

#### 4.2.1 Construtibilidade e Coordenação de projetos

Para Rodríguez e Heineck (2002) construtibilidade pode ser definida como “o emprego adequado do conhecimento e da experiência técnica em vários níveis para racionalizar a execução dos empreendimentos, enfatizando a inter-relação entre as etapas de projeto e execução”.

É muito importante que o conceito de construtibilidade seja aplicado na etapa de projeto, pois não é comum que projetista e construtor se comuniquem antes da execução, apesar da falta de experiência da maioria dos projetistas. Para que haja a comunicação é preciso fazer a integração entre o conhecimento e a experiência em execução das construções com a elaboração dos projetos, e isso é realizado através da construtibilidade (SILVA; GUIMARÃES, 2006).

Logo, a coordenação de projetos é definida como “um processo que compreende a organização das etapas do projeto, a análise, controle e compatibilização das soluções técnicas, a elaboração de projetos executivos e o acompanhamento do desempenho desses” (RODRÍGUEZ; HEINECK, 2002).

Incorporar nas obras princípios de racionalização construtiva e construtibilidade de projetos evidencia a grande necessidade de mudança no gerenciamento. Silva e Guimarães (2006) concluem que o princípio básico da construtibilidade na gestão de projeto “é adequar o projeto à realidade da sua futura construção, envolvendo todas as etapas do processo construtivo”.

Portanto há uma interação de conceitos e ações na formulação dos diferentes anteprojetos de uma edificação que devem ser acompanhados pelo coordenador de projetos que é o mais indicado para gerenciar a aplicação do conhecimento técnico e experiência da execução durante o projeto, tanto em nível geral como de detalhamento, sendo essencial a participação dos projetistas e dos responsáveis pela execução, para assim obter uma efetiva racionalização das soluções técnicas e um melhor desempenho das edificações.

### 4.3 LAJE DE CONCRETO ARMADO

Segundo a ABNT NBR 6118:2014, as lajes ou placas são “elementos de superfície plana, sujeitos principalmente a ações normais ao seu plano. As placas de concreto são usualmente denominadas lajes”.

As lajes podem ser divididas quanto ao grau de industrialização: Laje Tradicional e Laje Racionalizada. Isso devido às tendências de inovação tecnológica no setor, empresas construtoras querem passar do tradicional para o racionalizado. E também quanto ao padrão de acabamento: laje convencional, nivelada ou acabada (SOUZA; MELHADO, 1996).

#### 4.3.1 Laje Tradicional

As lajes tradicionais fazem parte do sistema construtivo convencional, que é caracterizado pela baixa produtividade, grandes desperdício de mão de obra e de material, que é causado pela falta de planejamento e ausência de especificações no projeto, impedindo que os processos sejam verificados e acompanhados (SOUZA; MELHADO, 1996).

Nesse sistema construtivo é usado o contrapiso, definido por Allgayer (2010) como “camada presente em lajes em concreto armado executadas pelo sistema construtivo tradicional”. Para Barros e Sabbatini (1991 apud Allgayer, 2010) o contrapiso “consiste de camadas de argamassa ou enchimento aplicado sobre a laje, terreno ou sobre uma camada intermediária de isolamento ou de impermeabilização”.

Apesar de não ser a melhor a opção, referindo-se a racionalização, as lajes tradicionais são as mais utilizadas no mercado.

#### 4.3.2 Laje Racionalizada

As Lajes Racionalizadas são definidas por Freitas e Pamplona (1999) como aquelas que indicam que deve ser eliminado o contrapiso, e na ocasião da concretagem, a laje deve ser deixada pronta, com todos os caimentos corretos e em condições de receber posteriormente o revestimento especificado no projeto.

Novaes (1997) define laje racionalizada as que possuem superfície nivelada e com textura apropriada para a execução de revestimentos, que pode proporcionar reduções no consumo de tempo e materiais e no emprego de recursos humanos, pela possibilidade de eliminação, total ou parcial, de contrapisos, ou mesmo, pela diminuição de sua espessura.

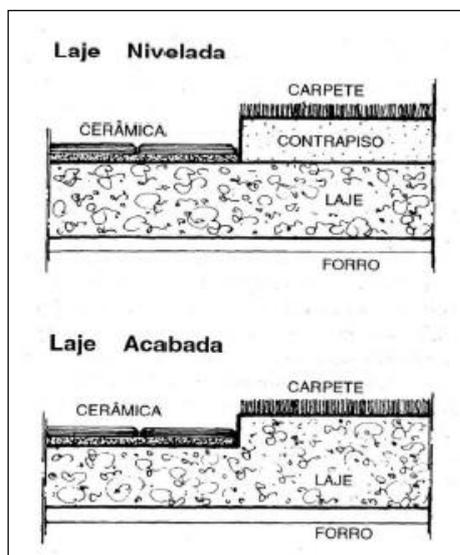
O sistema construtivo de laje racionalizada determina que seja feito um nivelamento perfeito da superfície de concreto, para que assim o revestimento seja assentado diretamente sobre ela, dispensando o uso do contrapiso, a camada regularizadora utilizada no sistema construtivo tradicional (laje tradicional) (ALLGAYER, 2010).

O objetivo da laje racionalizada é realizar uma laje de concreto com qualidade de acabamento e precisão, sendo necessário estabelecer critérios bem definidos para o seu controle. Para a realização da laje racionalizada devem ser utilizados equipamentos específicos para a obtenção de uma rugosidade superficial da laje especificada em projeto (SOUZA; MELHADO, 1996).

Conforme Souza e Melhado (1998) para que a laje seja racionalizada, ela deve ter um projeto para produção e critérios de controle a partir de tolerâncias adequadas e definidas.

As lajes racionalizadas se dividem quanto ao padrão de acabamento em nivelada ou acabada. Nas lajes niveladas há um controle do seu nivelamento, de maneira que a camada de contrapiso passe a ser aplicada com uma espessura mínima, não dispensando, apesar disso, essa última. Já as lajes acabadas, além dos aspectos de nivelamento, devem ser levadas em consideração a planeza e a rugosidade superficial. Nesse caso a camada de contrapiso é totalmente dispensável, a laje estrutural passa a assumir as funções de contrapiso, pois irá receber diretamente o revestimento (SOUZA; MELHADO, 1996).

Na figura 1 pode-se perceber a diferença entre lajes niveladas e acabadas.



**Figura 1 - Ilustração do modelo de lajes niveladas e acabadas**

**Fonte: Souza e Melhado (2002 apud Allgayer, 2010).**

O sistema construtivo de lajes acabadas também é conhecido como laje zero (ALLGAYER, 2010).

#### 4.4 PROJETO PARA PRODUÇÃO DE LAJE DE CONCRETO ARMADO

Sabe-se que o atual processo de projeto, que não leva em consideração a etapa de produção, não contribui em nada para os avanços tecnológicos nos canteiros de obras (BARROS; SABBATINI, 2003).

Barros e Sabbatini (2003) ainda complementam que muitas vezes os projetos não passam por nenhum tipo de compatibilização, o que resulta em problemas intensos e extensos, que certamente serão resolvidos pelo pessoal da obra, no momento da realização das atividades.

Segundo Barros (1996), a maioria dos projetos de edificações brasileira se resume aos projetos do produto, sendo a organização de tal definida de acordo com

os procedimentos e agentes envolvidos na elaboração. Com isso muitas das decisões dos processos de produção são estabelecidas no canteiro de obras, e em função de evitar isso, torna-se importante a presença de um projeto para produção que deve ter a função de transmitir efetivamente para a obra como a tecnologia desenvolvida deve ser aplicada, evitando assim que as decisões de como construir sejam tomadas no canteiro.

Com relação à implantação da racionalização dos métodos construtivos tradicionais, as construtoras caminham para um modelo de processo de projeto que facilite a incorporação das alterações tecnológicas. O conceito de projeto precisa mudar para que se possa criar uma relação cada vez mais estreita com a produção, através da elaboração dos projetos para a produção (MELHADO, 1997).

Melhado (1994) defini projeto para produção como:

Um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e seqüência das atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Os princípios da racionalização construtiva e da construtibilidade junto com o desenvolvimento tecnológico e a inovação, estão produzindo mudanças nas expectativas quanto ao serviço de projeto, em função da sua importância para a eficiência da atividade construtiva, gerando novas formas de contratação e coordenação de projetos (MELHADO, 1997).

Somente através da compatibilização com os elementos de vedação horizontal e vertical, envolvendo o detalhamento do piso, da alvenaria, das esquadrias, dos revestimentos verticais, uma laje racionalizada poderá apresentar as características especificadas em projeto, tudo deve sair como o planejado (SOUZA; MELHADO, 1996).

Para Silva (2010) fica claro que o projeto para produção é mais uma ferramenta para colaborar com a produtividade e melhoria dos níveis de construtibilidade das edificações, e os projetos para produção vão além da

concepção de projetos individuais com as suas especificações de materiais a serem empregados.

Silva (2010) ainda ressalta que o projeto para produção contribui para eficácia da execução em obras com racionalização construtiva incorporada, alta construtibilidade e rico detalhamento das tecnologias e soluções construtivas empregadas, como resultado da associação da concepção do processo construtivo ao processo de projeto.

Para Barros e Sabbatini (2003) o projeto para produção pode ser realizado em duas situações. A primeira, e a mais desejável, ocorre na fase de anteprojeto, quando há a possibilidade de compatibilização com os demais projetos; a segunda, passível de ser encontrada, ainda que não seja ideal, ocorre quando os demais projetos já foram elaborados, isso pode causar a limitação do potencial de racionalização da produção do edifício.

O projeto elaborado posteriormente aos demais projetos, mesmo não sendo desejável, ocorre com frequência, e deve ser levada adiante, pois com a sua elaboração será possível identificar as interferências que poderão ocorrer, e se possível minimizá-las através de alterações nos subsistemas que ainda permitem alguma mudança (BARROS; SABBATINI, 2003).

Os profissionais responsáveis pela elaboração do projeto para a produção devem ter uma visão geral de como funcionará todas as etapas construtivas da obra e analisar toda a logística do canteiro de obra para o recebimento desses materiais. Todas as soluções adotadas devem estar graficamente explícitas, para que não haja nenhuma surpresa no decorrer do serviço (SILVA, 2010).

Barros e Sabbatini (2003) propõem que o projeto para produção seja realizado em duas partes distintas:

- A primeira parte refere-se à interface do projeto para a produção de uma determinada atividade, com as demais disciplinas de projeto. Nessa parte, devem ser realizados os detalhes construtivos compatíveis com as necessidades de produção;
- A segunda parte refere-se à interface do projeto para produção de uma determinada atividade, com a produção propriamente dita. Nessa parte, devem ser realizadas as atividades que se referem à preparação e execução da atividade.

Essas diretrizes são genéricas, elas podem ser aplicadas para a elaboração do projeto para produção de qualquer subsistema ou atividade do edifício.

O projeto para produção de laje racionalizada deverá ter todas as informações necessárias para a execução da laje. A organização do canteiro de obras e os detalhes da organização da execução propriamente dita, sendo realizado com antecedência à execução da primeira laje do edifício.

Para sua elaboração alguns antecedentes devem ser verificados: definição dos equipamentos de transporte e elaboração da primeira fase do projeto de laje. Porém o sistema de transporte é um dos principais itens do projeto, sendo um fator determinante na elaboração do projeto para produção. A definição do sentido geral de concretagem, a duração da concretagem, as características do concreto, o uso dos caminhos de concretagem, a descida do pessoal e dos equipamentos, tudo isso depende do sistema de transporte (SOUZA; MELHADO, 1996).

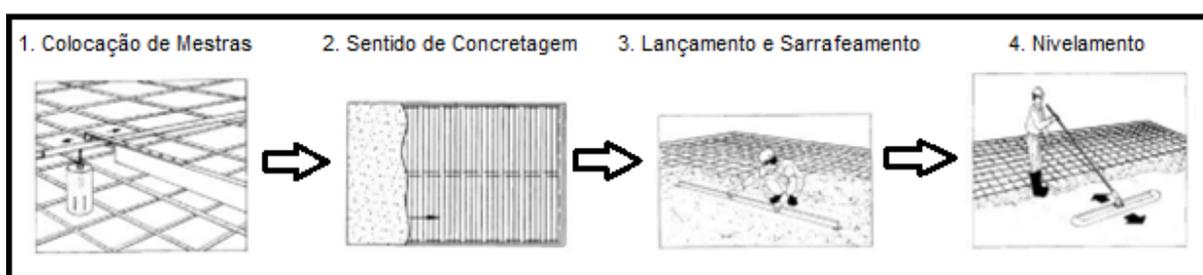
Quanto ao conteúdo, o projeto para produção da laje racionalizada deve apresentar: o sentido geral de concretagem; a definição da seqüência dos painéis de concretagem; a definição dos sentidos de concretagem de todos os painéis; determinação do posicionamento das caixas de passagem em relação aos eixos do pavimento, bem como os níveis desses elementos; posição e nível de todas as taliscas ou mestras metálicas, com o nível em relação a uma cota de referência; posicionamento inicial e ordem de remoção e relocação dos caminhos de concretagem, quando o sistema de transporte utilizado for composto de elevador e jericas; padrão de acabamento dos panos de concretagem, conforme o detalhamento do projeto executivo, desenvolvido na primeira fase (SOUZA; MELHADO, 1996).

Souza e Melhado (1996) consideram que para obtenção de lajes racionalizadas, é necessária a elaboração de um projeto de produção destinado a orientar os serviços de concretagem, que deve contemplar:

- Definição das frentes de concretagem, em função da posição do elevador de cargas e da geometria do edifício;
- Definição do caminhamento da concretagem, delimitando os painéis, em função da dimensão da régua de sarrafeamento ou outros equipamentos que cumpram a função;
- Posicionamento de taliscas;

- Posicionamento de componentes das instalações, que eventualmente sejam embutidos na espessura da laje;
- Posicionamento dos caminhos empregados para circulação de operários e equipamentos, durante a concretagem.

Na figura 2, destacam-se quatro importantes fases que podem ser descritas no projeto de produção.



**Figura 2 - Etapas do projeto de produção para concretagem**

**Fonte: Adaptado de Silva (2010).**

Souza e Melhado (1996) explicam que a sequência de execução da laje (sentido geral de concretagem) deve ser seguida para que seja possível a elaboração do projeto para produção de lajes racionalizadas. Devem ser delimitados os panos de concretagem, posicionamento das caixas de passagem, taliscas e gabaritos, e a definição da posição dos caminhos de concretagem (necessários quando se utilizarem jericas).

- Definição do sentido geral de concretagem: A definição do sentido de concretagem deve ser feita a partir dos pontos mais distantes com relação à saída de pessoal e equipamentos, devendo ser estabelecida de maneira que: as frentes de concretagem possam trabalhar sem que haja interferências entre elas; possibilitem o caminhamento das jericas (caso essa seja a opção de transporte horizontal) com circulação adequada; o processo de concretagem não implique no retorno dos operários às áreas cujo serviço já tenha sido executado; permitir a perfeita descida de pessoal e equipamentos e que seja evitada a formação de juntas frias, que podem vir a comprometer o desempenho da estrutura de concreto armado.

- Delimitação e sentido dos panos de concretagem: devem ser coerentes com o tamanho da régua empregada para o sarrafeamento do concreto, como também deve permitir o caminhamento dos operários e a execução total do pano. Devem ser delimitados pelas vigas e pilares da estrutura.

- Posicionamento das caixas de passagem e gabaritos: as caixas de passagem devem ser posicionadas com o auxílio de uma planta de furação; e a posição dos gabaritos deve ser determinada através dos rebaixos indicados no projeto de fôrmas.

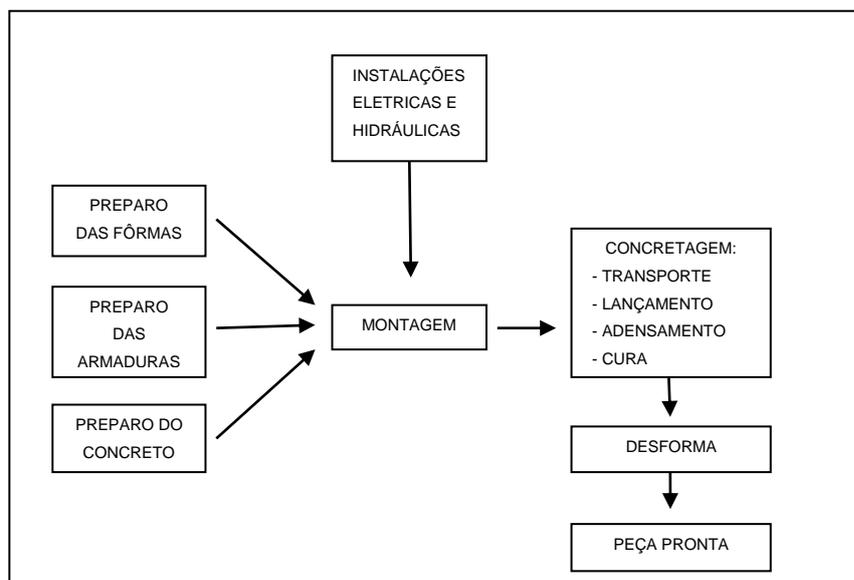
- Definição da posição dos caminhos de concretagem: se o sistema de transporte for por elevador e jericas, devem-se definir caminhos para a movimentação horizontal. Para isso deve ser levado em consideração o comprimento dos panos e seu sentido de concretagem, a posição das referências de nível e a necessidade de relocação e retirada dos caminhos.

- Definição da posição das taliscas ou mestras metálicas: deve-se levar em consideração o comprimento das régua a serem empregadas no sarrafeamento; o posicionamento prévio dos gabaritos e caixas de passagem; o posicionamento dos caminhos, de maneira que não interfiram com as referências de nível durante a concretagem dos panos.

Todas as etapas devem ser rigorosamente seguidas, tanto as etapas para elaboração do projeto para produção, quanto às etapas da execução da laje propriamente dita, para que tudo saia como o planejado e para que não haja surpresas no momento da execução.

#### 4.5 PROCESSO CONSTRUTIVO TRADICIONAL DAS LAJES DE CONCRETO ARMADO

Souza e Melhado (2002 apud Allgayer, 2010) definem uma sequência que pode ser adotada para a execução de lajes de concreto armado, demonstrado na figura 3.



**Figura 3 - Representação esquemática da produção de laje de concreto armado**

**Fonte: Adaptado de Souza e Melhado (2002 apud Allgayer, 2010).**

Os itens fôrmas, armadura e concreto serão analisados quanto aos seus elementos mais importantes no que diz respeito à produção de lajes de concreto armado.

#### 4.5.1 Fôrmas – sistema tradicional

Segundo a ABNT NBR 15696:2009, as fôrmas possuem três funções principais:

- Definir a forma do concreto;
- Suportar o concreto fresco até que ele adquira capacidade de auto-suporte;
- Proporcionar à superfície em contato rugosidade superficial requerida.

A madeira sempre foi, e ainda é, o material mais utilizado para a produção das fôrmas, mas hoje no mercado existem outras técnicas que estão cada vez mais ocupando espaço (ALLGAYER, 2010).

Allgayer (2010) ainda levanta a importância da etapa de escoramento, pois o escoramento é responsável pela transmissão dos esforços do sistema de fôrmas

para os outros pavimentos. Por isso é muito importante que o dimensionamento das escoras esteja correto, para que o sistema de fôrmas atinja seu objetivo.

No sistema tradicional, o nivelamento das lajes de concreto armado é atribuído somente as fôrmas, e isso pode prejudicar a obtenção de laje nivelada ou acabada, pois a fôrma, apesar de possuir certa rigidez, é deformável (SOUZA; MELHADO, 1996).

Os projetos de fôrmas convencionais não trazem em seu conteúdo informações sobre as fôrmas em si, trazem apenas dimensões e as formas da estrutura de concreto. Por isso, na maioria das vezes, o cimbramento é projetado no próprio canteiro de obras, podendo causar erros nos dimensionamentos, o que acarreta gastos ou deformações excessivas (CAUMO, 2014).

Com o processo de execução de fôrmas terminado, a laje é liberada para a colocação das instalações embutidas, dos gabaritos de passagens e armaduras (ALLGAYER, 2010).

#### 4.5.2 Armação – sistema tradicional

Para que os aços exerçam sua função adequadamente, é necessário que sejam colocados juntamente com eletrodutos e caixas de instalações elétricas, assim garantem o posicionamento correto no elemento a ser concretado. Além disso, devem estar corretamente espaçados da fôrma e da superfície de concreto, para que a armadura tenha o cobrimento especificado (SOUZA; MELHADO, 1996).

“No processo construtivo tradicional, as imperfeições no nivelamento das lajes são corrigidas com a camada de contrapiso e as grandes espessuras de revestimento ajudam a compensar eventuais falhas de cobrimento da armadura, não previstas em projeto” (SOUZA; MELHADO, 1996).

#### 4.5.3 Concretagem – sistema tradicional

Segundo Caumo (2014) a “concretagem consiste essencialmente no lançamento do concreto sobre a fôrma, na vibração (para adensamento), no nivelamento e acabamento superficial”.

O processo tradicional de lajes de concreto armado é insatisfatório, quanto ao nivelamento da laje, pois o nivelamento dos painéis de lajes é feito exclusivamente por baixo do molde e a responsabilidade de se garantir o nivelamento da laje é atribuída somente às fôrmas (SOUZA; MELHADO, 1996).

A qualidade do concreto também é um item que merece atenção, destaca Allgayer (2010), pois um concreto ruim pode prejudicar toda a obra, e comprometer o resultado final da laje.

### 4.6 PROCESSO CONSTRUTIVO RACIONALIZADO DAS LAJES DE CONCRETO ARMADO

#### 4.6.1 Fôrmas – sistema racionalizado

São necessários diversos cuidados e a utilização de ferramentas e equipamentos especiais para que haja um resultado satisfatório de superfície nivelada nas lajes racionalizadas. Um dos cuidados exigidos é o procedimento de fôrmas e escoramento das lajes (ALLGAYER, 2010).

Para controlar a deformabilidade do sistema de fôrmas, é preciso de um controle rigoroso durante o processo de concretagem, para reposicionar as peças, à medida que sejam encontrados erros. O uso de referências de nível com ajuste de altura e a organização prévia da execução, através de projeto para produção, são elementos que auxiliam no nivelamento (SOUZA; MELHADO, 1996).

Um projeto de produção para escoramentos é fundamental para evitar decisões tomadas no canteiro de obras. As escoras que trazem melhores resultados são as escoras metálicas com controle de altura (LEMOS, 2013).

#### 4.6.2 Armação – sistema racionalizado

Sobre as armaduras, Souza e Melhado (1996) explicam que o cobrimento mínimo deve ser garantido durante a elaboração do projeto para a produção, de modo a se obter espessuras adequadas de laje, em que o posicionamento da armadura possa ser executado sem causar dificuldades quanto ao acabamento da mesma.

Como nesse sistema não é previsto a camada de contrapiso, é necessário que a colocação da armadura seja bem definida, projetada e executada. Os elementos da armadura devem ser colocados em seu perfeito posicionamento, sem conflitos com os eletrodutos e caixas de instalações elétricas. Com o auxílio de espaçadores, devem ser colocados afastados da superfície das fôrmas de modo a não se exporem após a concretagem. Por isso, é imprescindível que o projeto defina os parâmetros de sua colocação (ALLGAYER, 2010).

#### 4.6.3 Concretagem – sistema racionalizado

Souza e Melhado (1996) recomendam a realização de alguns serviços, antes da etapa de concretagem das lajes, são eles:

- Locação e verificação dos eixos de referência;
- Concretagem dos pilares e escadas;
- Limpeza das superfícies das fôrmas e aplicação de desmoldante;
- Vedação das juntas entre os painéis da fôrma, com fita adesiva;
- Controle do posicionamento e fixação das escoras e travamentos;
- Posicionamento do equipamento de nível em local protegido, de modo a abranger toda a laje sem a necessidade de ser transferido de local;
- Nivelamento da fôrma com uso do aparelho de nível;
- Posicionamento dos apoios para a armadura negativa;

- Distribuição e amarração da armadura da laje, e posterior controle;
- Posicionamento dos espaçadores;
- Verificação da necessidade ou não de ganchos para bandejas e, quando necessários, fixá-los em posição tal que não prejudiquem o acabamento da laje;
- Distribuição dos eletrodutos, e posterior controle;
- Controle do nivelamento da fôrma, e eventual correção do mesmo;
- Locação das taliscas ou mestras;
- Nivelamento das taliscas ou mestras;
- Locação e fixação dos gabaritos e caixas de passagem;
- Controle do nivelamento e locação de taliscas ou mestras, gabaritos e caixas de passagem, levando-se em conta as tolerâncias estabelecidas;
- Verificação da disponibilidade e funcionamento de equipamentos e ferramentas necessários à execução dos serviços de concretagem.

Depois de bem definidos e já efetuados os antecedentes, inicia-se a concretagem que consiste essencialmente no lançamento do concreto sobre a fôrma, na vibração, para obter o adensamento, no nivelamento e no acabamento superficial.

Terminado o processo de execução da concretagem, torna-se necessário a verificação dos resultados. O controle do nivelamento deve ser feito em três etapas: antes, durante e depois da concretagem. A verificação após a concretagem é importante para avaliar os possíveis erros de nivelamento, para que os mesmo não ultrapassem as tolerâncias (ALLGAYER, 2010). As tolerâncias de nivelamento podem ser verificadas na tabela 1.

**Tabela 1 - Tolerâncias de nivelamento**

	<i>Entre as extremidades das diagonais principais da laje</i>		<i>Nos pontos de verificação</i>	
	Fôrmas	Concreto	Fôrmas	Concreto
Erro máximo	± 1cm	± 1cm	± 3cm	± 1cm

Fonte: Adaptado de Souza e Melhado (2002 apud Allgayer, 2010).

Deve ser realizado um controle rigoroso durante todas as etapas de execução da laje, para que desníveis e rugosidades indesejados sejam evitados. Se mesmo assim for necessária uma camada regularizadora (contrapiso), o sistema não se torna mais vantajoso, podendo até tornar-se inviável (LEMOS, 2013).

## 5 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em quatro obras, denominadas Obra A, Obra B, Obra C e Obra D. Todas estas são edifícios com lajes de concreto armado, e estão situadas na cidade de Campo Mourão/Paraná, exceto a Obra D, que está localizada na cidade de Cascavel/Paraná.

A pesquisa foi realizada com base em dados qualitativos, que foram obtidos através de estudo de caso e padronizados de acordo com uma listagem de características de cada obra, para isso foi desenvolvido um *check list*.

As obras foram visitadas no dia da concretagem, e dessa forma foi possível analisar a execução das lajes, e registrar todos os parâmetros através da aplicação do *chek list*.

No dia da concretagem foram analisados primeiramente os procedimentos preparatórios para a concretagem, e depois se analisou a execução da concretagem das lajes, observando se havia planejamento para redução ou eliminação dos contrapisos, objetivando o sistema laje zero. Este sistema necessita de um projeto para produção com critérios de controle e tolerâncias, uso de equipamentos específicos, organização de tarefas e equipes, e seu intuito é a racionalização, mas com enfoque prático.

Todos os itens analisados de cada obra foram registrados através de fotografias.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados da pesquisa realizada.

Para que fosse possível verificar se as lajes analisadas eram racionalizadas ou não, foi necessária a elaboração de um *check list*, levando em consideração todos os parâmetros e critérios de controle que são indispensáveis para a obtenção de uma laje racionalizada.

O *check list* foi separado em duas etapas: os antecedentes, que devem ser verificados antes do início da concretagem, e a execução, onde os parâmetros devem ser verificados durante o processo de concretagem.

Os antecedentes da concretagem precisam seguir os parâmetros mencionados neste trabalho, por isso foram verificados com ajuda do *check list*. Da mesma forma, a execução também precisa ser realizada seguindo todos os parâmetros. Ambas as etapas são importantes para obter um resultado satisfatório.

Durante a concretagem também foi necessário realizar algumas anotações sobre a obra no geral, para complementar o *check list*.

A seguir é apresentado o *check list* (Tabela 2) elaborado e utilizado nas obras no dia da concretagem, bem como os resultados obtidos nas quatro obras visitadas e avaliadas.

Tabela 2 - *Check list* para análise das obras

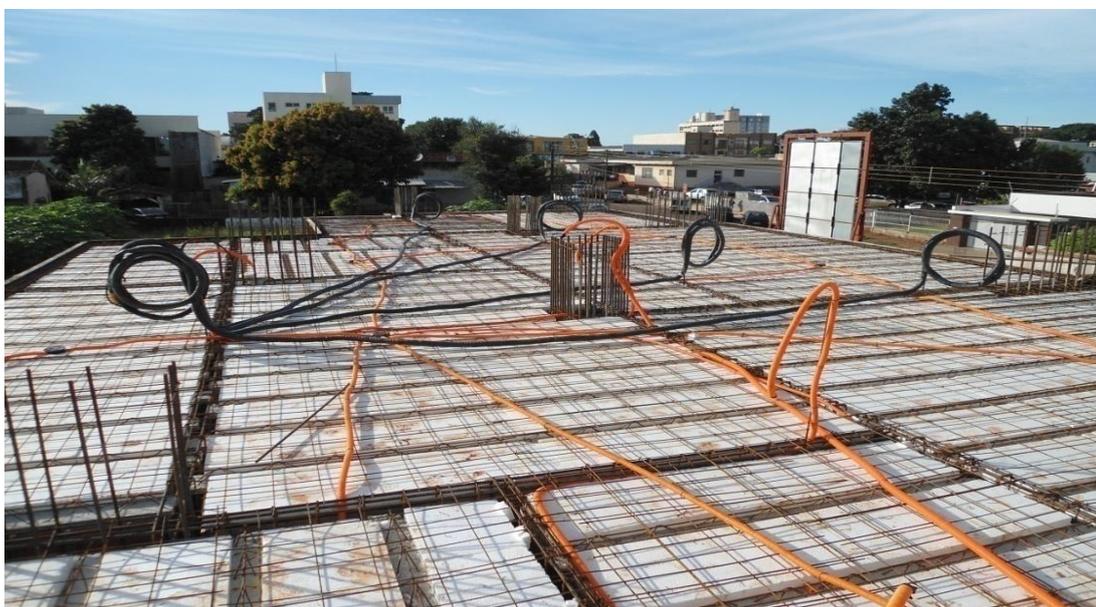
ANTECEDENTES			OBS.
1	Pilares e escadas		
2	Limpeza das fôrmas		
3	Aplicação de desmoldante		
4	Vedação das Fôrmas		
5	Nivelamento das fôrmas		
6	Locação do aparelho de nível		
7	Apoios para armadura		
8	Ganchos para bandejas		
9	Distribuição dos eletrodutos		
10	Taliscas		
11	Mestras		
12	Escoramento		
13	Posicionamento das cx. passagem		
EXECUÇÃO			OBS.
1	Limpeza das fôrmas		
2	Caminhos de concretagem		
3	Concretagem de vigas		
4	Sarrafeamento		
5	Qualidade do sarrafeamento		
6	Rolo assentador de agregados		
7	Desempenadeira		
8	Acabadora de superfície		
9	Gastalhos p/ prox. Pilares		
10	Uso de EPI		
11	<b>Dimensionamento da equipe</b>		
	Mestre de obras		
	Pedreiros		
	Serventes		
	Eletricistas		
	Carpinteiro		
	Armador		
	Controlador de nível		
	Engenheiro		
12	Transporte do concreto		
13	Controle tecnológico		
14	Tipo de concreto		
15	Acompanhamento de nível da forma		
16	Acompanhamento de nível da superfície		
17	Adensamento do concreto		

Fonte: Autoria própria.

## 6.1 OBRA A

A obra A está situada na cidade de Campo Mourão/Paraná. Trata-se de um edifício residencial com 18 (dezoito) pavimentos, sendo dois apartamentos por andar e acabamento em piso cerâmico. Acompanhou-se a concretagem da segunda laje, com uma área de 210m<sup>2</sup>. Foram utilizados quatro caminhões e meio de concreto, totalizando 35m<sup>3</sup>.

A concretagem foi executada sem qualquer preocupação em eliminar o contrapiso, nem mesmo preocupou-se com a redução de tal. O tipo de laje utilizada foi pré-fabricada treliçada com uso de isopor (Figura 4) para diminuir o peso da laje. Também se observa na figura 4 que os eletrodutos e a tubulação de ar condicionado foram dispostos sobre a laje, o que acarretou em uma espessura ainda maior da mesma, pois o concreto terá que cobrir esses canos.



**Figura 4 – Laje com isopor e eletrodutos**

**Fonte: Autoria própria.**

Observou-se que junto à laje treliçada foi colocada uma malha de ferro, para evitar futuras fissuras, essa medida foi tomada pelo mestre de obras, não consta no projeto.

Com relação aos procedimentos que antecederam a concretagem, verificou-se segundo o *check list* a falta de apoios para as armaduras e restos de EPS nas fôrmas das vigas. As fôrmas das vigas foram niveladas e travadas e não foi utilizado desmoldante, pois as tábuas utilizadas eram de baixa qualidade e não seriam utilizadas novamente. O escoramento de madeira pode ser visto na figura 5, na qual também se visualiza que o escoramento foi colocado sem qualquer preocupação com o nível da laje, o que dificulta ainda mais a obtenção da laje racionalizada acabada (laje zero). Foram colocadas madeiras presas nas fôrmas das vigas, e as vigotas da laje foram colocadas perpendicularmente sobre essas madeiras. Ainda na figura 5 é possível observar como foi feito a fixação das escoras nas madeiras.



**Figura 5 – Escoras de madeira/Obra A**

**Fonte: Autoria própria.**

Utilizou-se concreto usinado ( $f_{ck}=25\text{MPa}$ ) bombeado. A construtora não realizou o controle tecnológico, esse foi feito pela empresa que forneceu o concreto

e os resultados não foram repassados para a construtora. Não houve preocupação com tais resultados.

A equipe que conduziu a concretagem foi composta por: um mestre de obra, dois pedreiros, três serventes, quatro carpinteiros e um armador. Iniciou-se com a definição dos caminhos de concretagem, o concreto começou a ser espalhado pelas extremidades, as duas sacadas que ficam na parte da frente do edifício, foram as últimas partes concretadas, essas ficam opostas a escada, o que prejudicou a descida dos trabalhadores, pois foi preciso passar sobre o concreto que acabara de ser espalhado para chegar as escadas. As vigas foram concretadas junto com a laje. O concreto foi distribuído como mostrado na figura 6, com o auxílio de duas enxadas e duas desempenadeiras de cabo longo. Não foram utilizadas taliscas, e a referência para a concretagem foram às próprias fôrmas laterais das vigas, apenas na sacada foi deixado um desnível de aproximadamente 5 cm. Foram colocados os gachos para locação dos próximos pilares conforme a sequência da concretagem.



**Figura 6 – Distribuição do concreto/Obra A**

**Fonte: Autoria própria.**

Na figura 7 observa-se o concreto chegando até a laje, e o mesmo sendo adensado com a ajuda de um vibrador.



**Figura 7 - Lançamento e adensamento do concreto**

**Fonte: Autoria própria.**

O resultado da laje foi uma superfície com muitas irregularidades. Na figura 8 fica evidente a parte da laje na qual se utilizou a desempenadeira de cabo longo, mostrando que somente com a utilização desta simples ferramenta já é possível alcançar um acabamento melhor na laje.



**Figura 8 - Irregularidade na laje**

**Fonte Autoria própria.**

A obra não possuía projeto para produção de lajes. Quando questionado sobre lajes racionalizadas, o mestre de obras informou que já havia trabalhado em obras com essa técnica, mas que em nenhuma o resultado foi o esperado, e que o grande problema são os equipamentos que precisam ser utilizados e a falta de preparo da mão de obra, pois muitos não conhecem e acabam realizando algum serviço errado.

Na figura 9 observa-se o resultado final da laje, evidenciando as irregularidades da mesma e tornando necessária uma camada de contrapiso espessa para a regularização e posterior assentamento do piso cerâmico, acarretando maior peso sobre a laje.



**Figura 9 - Resultado final da laje/Obra A**

**Fonte: Autoria própria.**

## 6.2 OBRA B

Trata-se de um edifício com 3 (três) pavimentos, sendo o térreo composto por duas salas comerciais, e os dois pavimentos subsequentes serão compostos por apartamentos, o acabamento final previsto em projeto é piso cerâmico. Esta localizada na cidade de Campo Mourão/Paraná.

Nesta obra observou-se a concretagem da terceira laje do edifício que possuía uma área de 80m<sup>2</sup>. A princípio a terceira laje seria de cobertura, mas no decorrer da obra decidiu-se construir uma edícula, que não consta no projeto. A cobertura da edícula será metálica.

Não houve nenhuma preocupação em eliminar o contrapiso. As condições da obra eram precárias, os trabalhadores não usavam EPI, que é importante para proteger os trabalhadores individualmente, reduzindo qualquer tipo de ameaça ou risco que a atividade realizada possa oferecer. Na figura 10 observa-se como foi feito o lançamento do concreto, utilizou-se baldes e um guincho improvisado na própria obra.



**Figura 10 - Guincho improvisado**

**Fonte: Aatoria própria.**

Foi utilizada laje pré-fabricada treliçada com lajota cerâmica (Figura 11). O engenheiro e o mestre de obra estavam ausentes no início da concretagem, por esse motivo não foi definido o caminho de concretagem. Quando o mestre de obra chegou, a concretagem já estava adiantada.

O escoramento utilizado era de madeira e estava posicionado diretamente no chão (Figura 12), sem qualquer preocupação com o nivelamento.



**Figura 11 - Laje com lajota cerâmica**

**Fonte: Autoria própria.**



**Figura 12 - Escoras de madeira/Obra B**

**Fonte: Autoria própria.**

Através do *check list* foi possível analisar os antecedentes de concretagem. Observou-se que a escada não havia sido concretada, as fôrmas das vigas estavam com sujeira, e com restos de concreto (Figura 13) que com certeza modificaram o resultado final. Não havia apoio para as armaduras, os eletrodutos e as caixas de passagem foram colocados durante a concretagem, pelo mestre de obras.

O concreto foi feito sem medidas exatas, utilizou-se um balde como medida para a areia, e a brita foi colocada diretamente na betoneira. Na figura 14 pode ser visto o concreto pronto na carriola e a betoneira utilizada para o preparo do concreto. Fica evidente a qualidade ruim do concreto, pois se observa uma grande quantidade de água sobre o mesmo, mostrando que o seu preparo não foi feito corretamente. Dentro da betoneira havia resquícios de concreto e água, e a mesma não foi limpa antes do início do serviço, alterando o traço do concreto final.



**Figura 13 - Restos de concreto na viga**

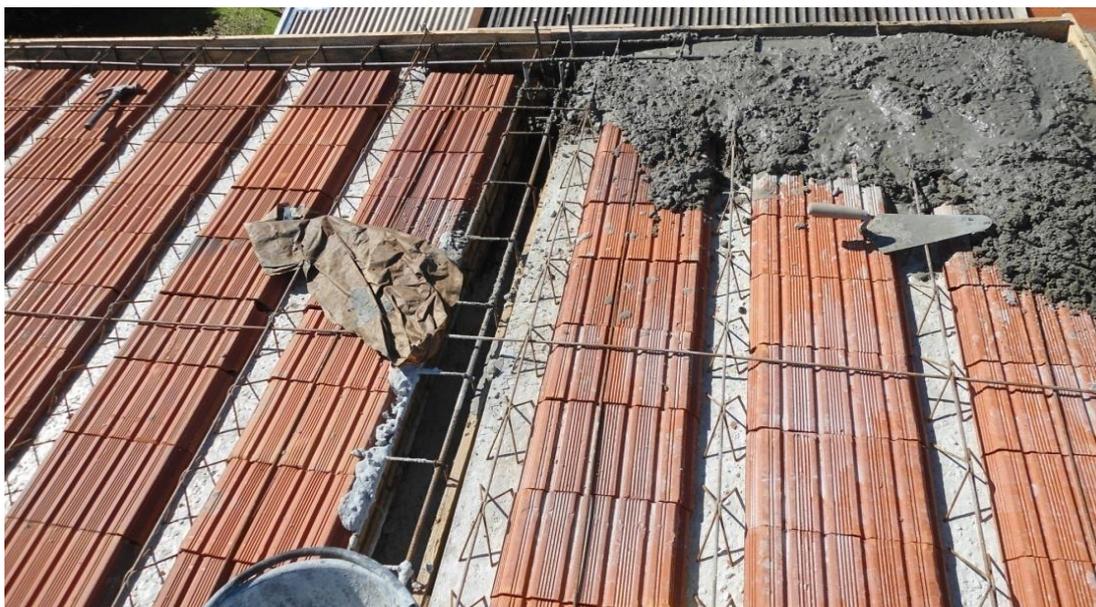
**Fonte: Autoria própria.**



**Figura 14 - Concreto pronto e betoneira**

**Fonte: Autoria própria.**

A execução foi conduzida por um mestre de obra, apenas durante a execução de metade da laje, um pedreiro e três serventes, como consta no *check list*. Dois trabalhadores ficaram na laje e dois ficaram no térreo preparando o concreto. Como o concreto foi feito manualmente, a quantidade de concreto elevada até a laje era muito pequena, por esse motivo apenas um trabalhador lançava e espalhava o concreto utilizando uma pá de pedreiro, como pode ser observado na figura 15. Não foi realizado o adensamento do concreto. Observou-se que para realizar a tarefa de adensamento, o pedreiro aplicou alguns golpes nas fôrmas das vigas. Sabe-se que esta não é melhor maneira de se realizar a tarefa, e que pode trazer prejuízos para a obra, como tirar as fôrmas do seu nivelamento.



**Figura 15 - Distribuição do concreto/ Obra B**  
**Fonte: Autoria própria.**

Na figura 16 pode ser visto um trabalhador despejando o concreto na viga, pode-se ver também o tamanho do balde utilizado para transportar o concreto.



**Figura 16 - Concretagem da viga**  
**Fonte: Autoria própria.**

Ficaram evidentes as péssimas condições da obra, e como já era esperada, a obra não possuía projeto para produção de laje, e nenhum dos trabalhadores conhecia a técnica de lajes racionalizadas.

O resultado final foi uma superfície com irregularidades (Figura 17), que implica na necessidade da aplicação da camada de contrapiso para assentamento do piso cerâmico.



**Figura 17 - Laje concretada/Obra B**

**Fonte: Autoria própria.**

### 6.3 OBRA C

A obra analisada está localizada na cidade de Campo Mourão/PR, trata-se de um edifício residencial e comercial que somará 7(sete) lajes, sendo que o térreo abrigará salas comerciais, o primeiro pavimento a garagem e os demais apartamentos (4 por andar). Neste edifício acompanhou-se a concretagem da sexta laje com uma área total de 546m<sup>2</sup> cujo revestimento será cerâmico, conforme o estabelecido em projeto.

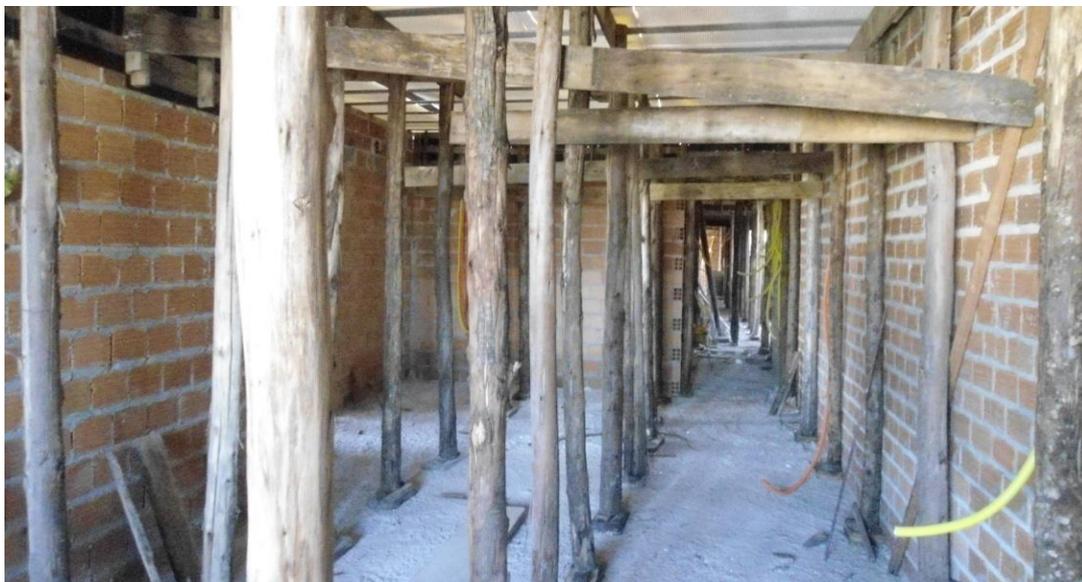
Nesta obra não havia projeto para produção de laje e também não se tinha o objetivo da execução de uma laje racionalizada, havendo a necessidade da camada de contrapiso para a regularização do pavimento para a aplicação do revestimento. O tipo de laje utilizada foi laje pré-fabricada treliçada com isopor (Figura 18). O isopor foi cortado para a passagem dos eletrodutos, ajudando a diminuir a camada de concreto sobre a laje e conseqüentemente a espessura da mesma.



**Figura 18 - Laje treliçada com isopor/Obra C**

**Fonte: Autoria própria.**

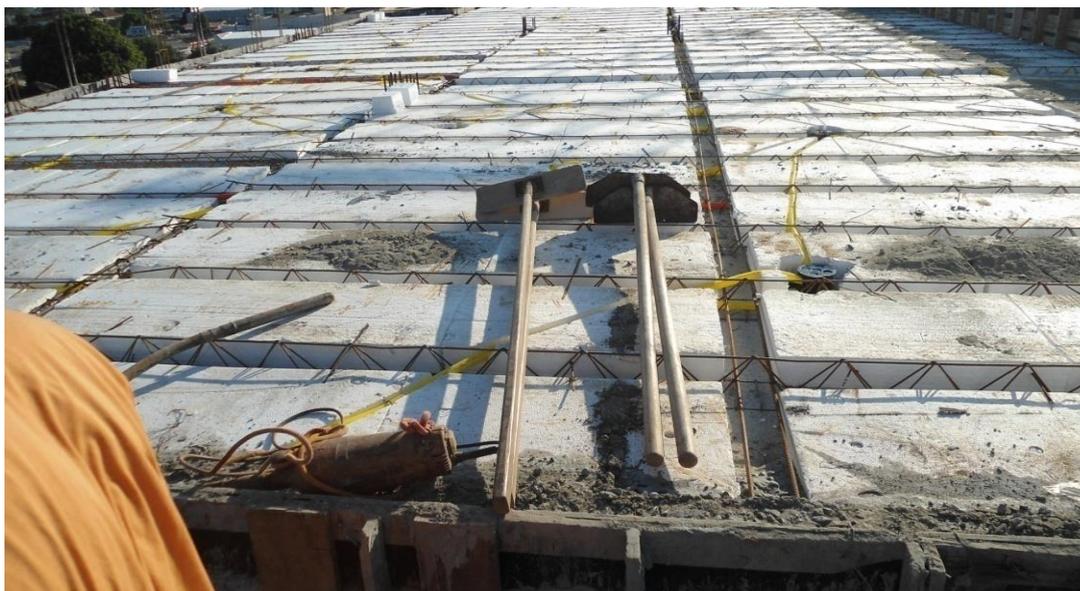
Nos procedimentos antecedentes à concretagem que foram examinados visualmente e com a ajuda do *check list*, verificou-se que os pilares e a escada haviam sido concretados antes da laje. Notou-se que havia um pouco de sujeira nas fôrmas das vigas, e que não foram retiradas antes da concretagem. Foi usado desmoldante nas fôrmas das vigas, havia apoios para as armaduras e as fôrmas foram devidamente niveladas e travadas. Não foram utilizadas mestras e nem taliscas para a marcação do nível. As referências utilizadas para a concretagem foram as fôrmas externas das vigas. Utilizaram-se escoras de madeira (Figura 19), e essas foram alocadas sem a preocupação com o nível da laje.



**Figura 19 - Escoras de madeira/Obra C**

**Fonte: Autoria própria.**

Como pode ser observado na figura 20, foram utilizados dois rodos metálicos para distribuir o concreto e duas desempenadeiras de cabo longo para nivelar a superfície da laje. O adensamento do concreto foi realizado através de dois vibradores, os quais foram utilizados especialmente nas vigas.



**Figura 20 - Rodo metálico e desempenadeira de cabo longo**

**Fonte Autoria própria.**

Antes do início da concretagem, as fôrmas das vigas e a laje no geral foram molhadas para evitar que o concreto perdesse água e acelerasse o processo de cura, que no futuro pode causar fissuras na laje. Observou-se também que as escoras foram verificadas, uma a uma, se realmente estavam firmes.

A equipe que conduziu a concretagem da laje foi composta por um mestre de obra, três pedreiros, cinco serventes e durante algumas horas o engenheiro responsável esteve presente. Além desses, foram contratadas duas pessoas somente para ajudar no dia da concretagem. Todos os trabalhadores estavam utilizando os equipamentos de proteção individual (EPI), que oferecem um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, evitando assim conseqüências maléficas aos empregados e empregadores.

Definiu-se o caminho da concretagem de forma que a concretagem terminasse na escada. O concreto utilizado foi usinado ( $f_{ck}=30\text{MPa}$ ) transportado até a obra através de caminhão betoneira, e bombeado até a laje com a ajuda de uma bomba. Foram utilizados 8 caminhões de concreto, e de maneira intercalada foram retirados 4 corpos de prova (Figura 21) por caminhão, totalizando 16 corpos-de-prova, esses serão utilizados para ensaio de resistência.



**Figura 21 – Corpos de prova do primeiro caminhão**

**Fonte: Autoria própria.**

Na figura 22 observa-se o concreto sendo distribuído. Um servente ficou encarregado de observar as escoras e o isopor no pavimento inferior, caso algum isopor quebrasse ou alguma escora saísse do lugar, ele realizava a troca do isopor ou no caso da escora, fixava-a novamente.



**Figura 22 – Distribuição do concreto/Obra C**

**Fonte: Autoria própria.**

O resultado final da laje (Figura 23) foi uma superfície com muitas falhas, o que já era esperado, pois não houve nenhuma medida de racionalização. Por conta dessas irregularidades será necessária a utilização da camada de contrapiso para regularização.

Após a realização da concretagem foi utilizada uma mangueira para molhar a laje, por esse motivo pode-se observar através da figura 24 muitas poças de água na laje, o que ressalta ainda mais as irregularidades da mesma.



**Figura 23 - Resultado da laje concretada/Obra C**

**Fonte: Autoria própria.**



**Figura 24 - Laje concretada com poças de água**

**Fonte: Autoria própria.**

#### 6.4 OBRA D

A Obra D esta localizada na cidade de Cascavel/PR. Trata-se de um edifício residencial com 5 (cinco) pavimentos, sendo que o térreo abrigará a garagem e os próximos pavimentos serão compostos por apartamentos, sendo quatro por andar. Nesta obra acompanhou-se a concretagem da terceira laje, com área total de 240m<sup>2</sup>.

Na obra não havia projeto para produção e conseqüentemente não apresentava o objetivo de executar uma laje nível zero. O sistema utilizado foi laje pré-fabricada treliçada com isopor, como pode ser observado através da figura 25. Nos locais aonde o vão era maior utilizou-se treliças protendidas. Os eletrodutos e as demais tubulações serão colocados entre a laje e o forro de gesso, que será feito posteriormente.



**Figura 25 - Laje treliçada com isopor/Obra D**

**Fonte: Autoria própria.**

Observou-se que foi disposto uma malha de ferro (40x40cm) com diâmetro de 8mm sobre toda a laje, para que futuramente a laje não sofra com vibrações excessivas.

Através do *check list* que se encontra nos anexos deste trabalho, analisou-se os antecedentes e a execução da concretagem. Com relação aos antecedentes da concretagem, observou-se que a escada não havia sido concretada anteriormente, a concretagem da mesma foi realizada junto à laje. Havia apoio para as armaduras, as fôrmas das vigas estavam limpas e travadas. Foi utilizadas mestras de madeira (Figura 26) e essas foram fixadas à laje através de arames. Verificou-se também a falta de ganchos para as bandejas.



**Figura 26 - Mestras de madeira**

**Fonte: Autoria própria.**

Ainda sobre os antecedentes, observou-se que o escoramento foi feito através de escoras metálicas e de madeira (Figura 27). Utilizar escoramentos diferentes não traz benefícios à obra, pois cada sistema apresenta uma precisão diferenciada. Na figura 27 observa-se também o posicionamento dessas escoras, que foi realizado sem preocupação com o nível da laje.



**Figura 27 - Escoramento metálico e de madeira**

**Fonte: Autoria própria.**

Utilizou-se concreto usinado bombeado com  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ . Foram empregados três caminhões e meio de concreto, totalizando  $28\text{m}^3$ . O controle tecnológico foi realizado através de corpos de prova, foram retirados 3 corpos de prova, como mostra a figura 28. O caminho de concretagem foi definido de forma que a concretagem terminasse na frente da obra, pois o concreto subia por este local.

De acordo com o *check list*, a execução foi conduzida por: um mestre de obras, um contra-mestre, dois pedreiros, dois serventes, um carpinteiro e um engenheiro civil. Durante toda a concretagem, um pedreiro permaneceu no pavimento inferior para observar as escoras e o isopor, e realizar a troca se necessário.



**Figura 28 - Copos de prova/Obra D**

**Fonte: Autoria própria.**

Para realizar a distribuição do concreto utilizaram-se duas enxadas e dois rodos de madeira, que foram fabricados na obra pelos trabalhadores. Na figura 29 observa-se o concreto sendo distribuído e adensado com o auxílio de um aparelho vibrador.



**Figura 29 - Distribuição do concreto/Obra D**

**Fonte: Autoria própria.**

Durante a concretagem observou-se que, onde futuramente serão o banheiro, a lavanderia e a sacada, foi deixado um desnível de aproximadamente 3 cm, para facilitar os trabalhos posteriormente. O sarrafeamento foi realizado com a ajuda de uma régua metálica, e o referencial de nível foram as mestras de madeira colocadas anteriormente, mesmo assim o resultado do sarrafeamento não foi satisfatório. Na figura 30 é possível observar o trabalhador realizando o sarrafeamento.



**Figura 30 - Sarrafeamento**

**Fonte: Autoria própria.**

Depois de pronta nota-se que a laje não apresentou uma superfície regular. Observa-se também varias poças de água sobre a laje, devido à chuva que ocorreu no dia da concretagem. Na figura 31 visualiza-se o resultado final da laje. Também pode ser visto o desnível do banheiro e da sacada, que ficou evidente devido às poças de água.



**Figura 31 - Resultado final da laje/Obra D**

**Fonte: Autoria própria.**

## 7 CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos pode-se concluir que:

Levando em consideração o que foi observado e analisado nas visitas realizadas em diferentes obras, ficou evidente que todas as obras utilizaram os métodos tradicionais de execução de laje, e nenhuma se preocupou com a eliminação total ou parcial do contrapiso. Isso mostra que as lajes racionalizadas não são utilizadas na região de Campo Mourão/Paraná.

Verificou-se que a grande dificuldade para a implantação desta nova técnica de lajes racionalizadas está no desconhecimento, na falta de mão de obra especializada e também devido ao pouco investimento dos responsáveis em ferramentas especiais e equipamentos que são necessários para a utilização desta nova técnica.

Em todas as obras visitadas, notou-se a falta do projeto para produção de lajes, sendo este de fundamental importância para os procedimentos de racionalização, na medida em que padroniza todas as atividades e evita que decisões sejam tomadas no canteiro de obras.

A realidade observada nas obras visitadas foi a execução das lajes sem qualquer medida de racionalização. Por este motivo, seria importante e interessante conhecer melhor essa técnica e aproveitar todos os benefícios que ela pode conferir as construções.

## 8 REFERÊNCIAS

ALLGAYER, Maurício Oscar. **Laje zero em edificações de múltiplos pavimentos: comparação com o sistema construtivo tradicional**. 2010. 77f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15696**: Fôrmas e escoramentos para estrutura de concreto: projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2014.

BARROS, Mercia Maria Bottura de; SABBATINI, Fernando Henrique. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. Departamento de Engenharia de Construção Civil – Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2003.

BARROS, Mércia Maria Bottura de. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422 f. Tese (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CAUMO, Lucas Bassegio. **Execução de lajes moldadas *in loco*: um sistema de controle de qualidade para a redução de perdas**. 2014. 72 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

FREITAS, Delfino Paiva Teixeira de; PAMPLONA, Edson de Oliveira. **Uso da cadeia de valor para definição das atividades do PERT/COM**. Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Itajubá, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA, **Qualidade na Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=33&Cod=793>>. Acesso em: 16 set. 2015.

LEMOS, Paula Piccolo de. **Sistema de lajes mistas *Sttel Deck*: análise comparativa com o sistema de lajes zero em concreto armado**. 2013. 96 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 310 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, Silvio Burrattino. Tendências de evolução no processo de projeto de edifícios a partir da introdução dos sistemas de gestão da qualidade. Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 17. Anais(CD-ROM). Gramado, 1997.

MELLO, Mariana Torres Correia de; SOUZA, Israel Sammy Bandeira de; TAVARES, Dyana Karla Pinheiro; PIMENTA, Handson Cláudio Dias; GOUVINHAS, Reidson Pereira. Proposta de racionalização na construção civil: um estudo de caso em uma construtora na cidade do Natal/RN. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 2008.

MOURA, Artur., SÁ, Maria das Vitórias V. A. de. Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável. **Revista Tecnologia & Informação**. Nov. 2013/Fev. 2014.

NOVAES, Celso Carlos. **Um enfoque diferenciado para o projeto de edificações: projeto para produção**. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia – Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 1997.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2002.

SILVA, Carlos Eduardo Sanches da; GUIMARÃES, Susane Mauro. A importância da construtibilidade na gestão de projetos de construção civil. XIII SIMPEP. Bauru, 2006.

SILVA, Tecn Raphael da. Projeto de produção para construção metálica aplicado em lajes mistas de steel deck. In: CONSTRUMETAL – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. São Paulo, 2010.

SILVEIRA, Débora Rocha Dias da; AZEVEDO, Eliane Silva de; SOUZA, Dayse da Mata Oliveira de; GOUVINHAS, Reidson Pereira. Qualidade na construção civil: um estudo de caso em uma empresa da construção civil no Rio Grande do Norte. XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Curitiba, 2002.

SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; MELHADO, Silvio Burrattini. A qualidade do processo construtivo e as lajes de concreto armado de edifícios. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUÍDO. 7 f, 1998. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998. P. 47-55.

SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; MELHADO, Silvio Burrattini. **O projeto e a qualidade das lajes de concreto armado de edifícios.** Departamento de Engenharia de Construção Civil – Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1996.

SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; MELHADO, Silvio Burrattini. O projeto para produção como ferramenta de gestão da qualidade: aplicação às lajes de concreto armado de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998. p. 37-45.

# ANEXOS

## ANEXO A – Check list Obra A

ANTECEDENTES			OBS.
1	Pilares e escadas	Ok	
2	Limpeza das fôrmas	Não ok	Restos de EPS
3	Aplicação de desmoldante	Não ok	Fôrmas não serão utilizadas novamente
4	Vedação das Fôrmas	Ok	
5	Nivelamento das fôrmas	Ok	Fôrmas travadas e niveladas
6	Locação do aparelho de nível	Não ok	Não havia
7	Apoios para armadura	Não ok	Não havia
8	Ganchos para bandejas	Não ok	
9	Distribuição dos eletrodutos	Ok	
10	Taliscas	Não ok	Não havia
11	Mestras	Não ok	Não havia
12	Escoramento	Ok	Escoras de madeira
13	Posicionamento das cx. passagem	Ok	
EXECUÇÃO			OBS.
1	Limpeza das fôrmas	Não ok	
2	Caminhos de concretagem	Ok	Foi definido antes, e terminou próximo de onde subia o concreto (sacadas)
3	Concretagem de vigas	Ok	Concretadas junto à laje
4	Sarrafeamento	Não ok	Não foi feito
5	Qualidade do sarrafeamento		
6	Rolo assentador de agregados	Não ok	Não havia
7	Desempenadeira	Ok	Duas desempenadeiras de cabo longo
8	Acabadora de superfície	Não ok	Não havia
9	Gastalhos p/ prox. Pilares	Ok	
10	Uso de EPI	Ok	
11	<b>Dimensionamento da equipe</b>		
	Mestre de obras	1	
	Pedreiros	2	
	Serventes	3	
	Eletricistas	0	
	Carpinteiro	4	
	Armador	1	
	Controlador de nível	0	
	Engenheiro	Não ok	Ausente
12	Transporte do concreto	Bombeado	
13	Controle tecnológico	Não ok	
14	Tipo de concreto	Usinado	
15	Acompanhamento de nível da forma	Não ok	
16	Acompanhamento de nível da superfície	Não ok	
17	Adensamento do concreto	Ok	Dois vibradores

## ANEXO B – Check list Obra B

ANTECEDENTES			OBS.
1	Pilares e escadas	Não ok	Escada não concretadas
2	Limpeza das fôrmas	Não ok	Restos de concreto
3	Aplicação de desmoldante	Não ok	
4	Vedação das Fôrmas	Ok	
5	Nivelamento da fôrma	Ok	
6	Locação do aparelho de nível	Não ok	Não havia
7	Apoios para armadura	Não ok	Não havia
8	Ganchos para bandejas	Não ok	
9	Distribuição dos eletrodutos	Não ok	Foram colocados durante a concretagem
10	Taliscas	Não ok	
11	Mestras	Não ok	
12	Escoramento	Ok	Escoras de madeira
13	Posicionamento das cx. passagem	Não ok	Foram colocadas durante a concretagem
EXECUÇÃO			OBS.
1	Limpeza das fôrmas	Ok	Lavadas antes de concretar, porem os restos de concreto continuaram
2	Caminhos de concretagem	Não ok	Não foi definido
3	Concretagem de vigas	Ok	Junto à laje
4	Sarrafeamento	Não ok	Não ok
5	Qualidade do sarrafeamento		
6	Rolo assentador de agregados	Não ok	
7	Desempenadeira	Não ok	
8	Acabadora de superfície	Não ok	
9	Gastalhos p/ prox. Pilares	Não ok	A próxima cobertura será metálica
10	Uso de EPI	Não ok	Sem capacete, sem cinto de segurança
11	<b>Dimensionamento da equipe</b>		
	Mestre de obras	1	
	Pedreiros	1	
	Serventes	3	
	Eletricistas	0	
	Carpinteiro	0	
	Armador	0	
	Controlador de nível	0	
	Engenheiro	Não ok	Ausente
12	Transporte do concreto	Baldes	Com uso de guincho
13	Controle tecnológico	Não ok	
14	Tipo de concreto		Feito na obra, com auxilio de betoneira
15	Acompanhamento de nível da forma	Não ok	
16	Acompanhamento de nível da superfície	Não ok	
17	Adensamento do concreto		Não usaram nenhum equipamento

### ANEXO C – Check list Obra C

ANTECEDENTES			OBS.
1	Pilares e escadas	Ok	
2	Limpeza das fôrmas	Não ok	Havia isopor e restos de arames
3	Aplicação de desmoldante	Ok	
4	Vedação das Fôrmas	Ok	
5	Nivelamento da fôrma	Ok	
6	Locação do aparelho de nível	Não ok	Não havia
7	Apoios para armadura	Ok	
8	Ganchos para bandejas		A laje debaixo possui bandeja
9	Distribuição dos eletrodutos	Ok	
10	Taliscas	Não ok	Não havia
11	Mestras	Não ok	Não havia
12	Escoramento	Ok	Escoras de madeira
13	Posicionamento das cx. passagem	Ok	
EXECUÇÃO			OBS.
1	Limpeza das fôrmas	Não ok	
2	Caminhos de concretagem	Ok	Foram definidos antes, de forma que terminasse na escada
3	Concretagem de vigas	Ok	Junto à laje
4	Sarrafeamento	Não ok	Não foi feito
5	Qualidade do sarrafeamento		
6	Rolo assentador de agregados	Não ok	Não havia
7	Desempenadeira	Ok	Duas desempenadeiras de cabo longo
8	Acabadora de superfície	Não ok	Não havia
9	Gastalhos p/ prox. Pilares	Ok	
10	Uso de EPI	Ok	
11	<b>Dimensionamento da equipe</b>		
	Mestre de obras	1	
	Pedreiros	3	
	Serventes	5	
	Eletricistas	0	
	Carpinteiro	0	
	Armador	0	
	Controlador de nível	0	
	Engenheiro	1	Durante algum tempo da concretagem
12	Transporte do concreto	Bombeado	
13	Controle tecnológico	Ok	4 corpos de prova dos caminhões ímpares
14	Tipo de concreto	Usinado	
15	Acompanhamento de nível da forma	Não ok	
16	Acompanhamento de nível da superfície	Não ok	
17	Adensamento do concreto	Ok	Dois vibradores

## ANEXO D – Check list Obra D

ANTECEDENTES			OBS.
1	Pilares e escadas	Não ok	Escada concreta junto à laje
2	Limpeza das fôrmas	Ok	
3	Aplicação de desmoldante	Ok	
4	Vedação das Fôrmas	Ok	
5	Nivelamento das fôrmas	Ok	
6	Locação do aparelho de nível	Não ok	Não havia
7	Apoios para armadura	Ok	
8	Ganchos para bandejas	Não ok	
9	Distribuição dos eletrodutos		Serão colocados entre o forro de gesso e a laje
10	Taliscas	Não ok	
11	Mestras	Ok	Mestras de madeira
12	Escoramento	Ok	Escoras metálicas e de madeira
13	Posicionamento das cx. passagem		
EXECUÇÃO			OBS.
1	Limpeza das fôrmas	Ok	
2	Caminhos de concretagem	Ok	Definido anteriormente
3	Concretagem de vigas	Ok	Junto à laje
4	Sarrafeamento	Ok	Régua metálica
5	Qualidade do sarrafeamento	Não ok	Realizado sem muitas preocupações
6	Rolo assentador de agregados	Não ok	Não havia
7	Desempenadeira	Não ok	Não havia
8	Acabadora de superfície	Não ok	Não havia
9	Gastalhos p/ prox. Pilares	Ok	
10	Uso de EPI	Ok	
11	<b>Dimensionamento da equipe</b>		
	Mestre de obras	1	Mais 1 contra-mestre
	Pedreiros	2	
	Serventes	2	
	Eletricistas	0	
	Carpinteiro	1	
	Armador	0	
	Controlador de nível	0	
	Engenheiro	1	Durante toda a concretagem
12	Transporte do concreto	Bombeado	
13	Controle tecnológico	Ok	3 corpos de prova
14	Tipo de concreto	Usinado	
15	Acompanhamento de nível da forma	Não ok	
16	Acompanhamento de nível da superfície	Não ok	
17	Adensamento do concreto	Vibrador	Um vibrador