

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Tainá Garcia da Fonseca

**ANÁLISE DAS PERDAS POR *MAKING-DO* NA EXECUÇÃO
DE REVESTIMENTO CERÂMICO INTERNO POR MEIO DE
METODOLOGIAS DE CONTROLE DA QUALIDADE E
PRODUÇÃO**

Porto Alegre

Abril de 2023

TAINÁ GARCIA DA FONSECA

**ANÁLISE DE PERDAS POR *MAKING-DO* NA EXECUÇÃO DE
REVESTIMENTO CERÂMICO INTERNO POR MEIO DE
METODOLOGIAS DE CONTROLE DA QUALIDADE E
PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientadora: Daniela Dietz Viana

Porto Alegre

Abril de 2023

TAINÁ GARCIA DA FONSECA

**ANÁLISE DE PERDAS POR *MAKING-DO* NA EXECUÇÃO DE
REVESTIMENTO CERÂMICO INTERNO POR MEIO DE
METODOLOGIAS DE CONTROLE DA QUALIDADE E
PRODUÇÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, abril de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Daniela Dietz Viana (UFRGS)

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Profa. Fabiana Maria Bonesi De Luca (UFRGS)

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Lucila Sommer (UFRGS)

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho ao meu noivo Matheus Henckes por estar ao meu lado em todos os momentos, em especial no período da graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Marcelo e Viviane, por me apresentarem a Universidade Federal como uma possibilidade e por acreditarem no meu potencial, sempre auxiliando no que fosse necessário. Sem o esforço de vocês, nada disso seria possível. Ao meu irmão Pedro, gratidão pelos momentos, pelas bagunças e por todas as férias na “casa da mana”. Amo vocês!

Agradeço ao meu noivo, Matheus, por todos os momentos compartilhados, em especial, os anos de graduação. Você foi minha companhia e meu porto seguro, me acolheu nos momentos mais difíceis e me apoiou e incentivou quando até mesmo eu não acreditava que fosse possível. Obrigada por me fazer sorrir e por trazer leveza as nossas vidas, juntamente com nossa Polar, a alegria da casa. Te amo hoje e pra sempre!

Agradeço aos meus avós, Evinha e Sidenio, por entenderem minha ausência e pelas recepções calorosas nas voltas para casa. As rodas de chimarrão nas manhãs de sábado deixavam os finais de semana mais coloridos e recarregavam minhas energias. Continuarei me dedicando para orgulha-los cada vez mais.

Agradeço aos meus bisavós, Edvino e Wilerma (in memoriam), e a minha tia Isolde por todo o zelo desde a infância e pelo incentivo nessa jornada. A oportunidade de compartilhar os acontecimentos da obra com o bisco é algo único e que jamais esquecerei. Gratidão a minha tia por sempre me receber com sua culinária espetacular e com um bom chimarrão.

Agradeço aos meus dindos, Paulo e Lovete, juntamente com meu primo Yago pelo incentivo e pelas comemorações em cada desafio alcançado.

Agradeço aos meus sogros, Lillian e André, por todo o amparo, amor e confiança dedicados ao longo desses anos. À minha cunhada Duda, obrigada por todos os momentos e risadas compartilhadas, sem contar todos os especiais e deliciosos “mousses de maracujá”. Gratidão por tê-los em minha vida!

Agradeço ao Programa de Educação Tutorial de Engenharia Civil, o querido PET Civil UFRGS, pelas oportunidades de desenvolvimento pessoal e profissional, através de atividades internas e externas e de participação e organização de eventos a nível estadual e nacional. Gratidão pela oportunidade de me tornar petiana e por conhecer pessoas tão incríveis.

Agradeço à minha amiga Daphne que esteve comigo em grande parte da graduação, me ajudando e apoiando, você foi essencial para que eu chegasse até aqui. Às minhas amigas, Isadora Lemes e Luísa Bratti, gratidão pela companhia nos trabalhos intermináveis e pela força que me transmitiam. À minha amiga Isadora Neves por compartilhar o dia a dia na obra e por deixar tudo mais leve e divertido, você foi muito importante para o desenvolvimento desse trabalho, comemorando e me incentivando em cada desafio superado. Ao meu amigo Robert, obrigada pela amizade e por todos os momentos de descontração, você traz felicidade para o meu dia.

Agradeço a professora Daniela Dietz, orientadora deste trabalho, por todo o empenho e dedicação, auxiliando incessantemente em todas as dificuldades e acreditando neste trabalho.

Agradeço ao engenheiro Rafael Waldman e à empresa construtora-incorporadora que permitiram que esse trabalho fosse desenvolvido.

Agradeço a Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de desenvolvimento e pela excelência de ensino oferecido. Anos atrás, a graduação na “Federal do RS” era apenas um aglomerado de expectativas e sonhos. Hoje, posso afirmar que os anos que decorreram desde o momento da divulgação do meu nome no listão até a conclusão dos meus estudos, foram os mais intensos da minha vida, muitas dificuldades foram apresentadas, mas além de tudo, muita superação. Gratidão, querida UFRGS, por me transformar na pessoa e profissional que sou hoje!

Pra mim o mínimo do mínimo é dar meu máximo.

War – Filipe Ret

RESUMO

A grande concorrência no mercado da construção civil evidencia a importância do controle e planejamento da produção com o foco na redução de perdas que impactam diretamente na qualidade e custo do produto final. Dentre as diferentes perdas no ramo da construção civil, existe uma categoria denominada de *making-do* que se refere a situações em que uma tarefa é iniciada ou continuada sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis, fazendo com que ocorram improvisações na execução do serviço. Este trabalho tem por objetivo identificar e analisar as perdas por *making-do* na execução de revestimento cerâmico interno, classificando-as e caracterizando suas origens e identificando metodologias para redução da sua incidência. A coleta de dados foi realizada em um empreendimento vertical residencial e possibilitou a catalogação de cento e sessenta recorrências de perdas por *making-do* que foram analisadas e tiveram suas causas e impactos elencados. Ainda, as perdas foram classificadas de acordo com uma matriz de avaliação de risco. Os resultados obtidos demonstraram alta recorrência de perdas por *making-do*, principalmente nas categorias de ajuste de componentes e de sequenciamento, originadas em problemas de mão de obra e de serviços interdependentes, gerando impactos de perda de materiais, retrabalhos, trabalhos em progresso e não terminalidades. Ao final do estudo, observou-se que grande parte das perdas registradas poderiam ter sido evitadas através do cumprimento das exigências solicitadas nos procedimentos padrão de execução e do controle assíduo de qualidade e mão de obra, liberando a execução da tarefa apenas com a presença de todos os pré-requisitos necessários, dificultando a ocorrência de improvisações e, conseqüentemente, de perdas por *making-do*.

Palavras-chave: Perdas. *Making-do*. Improvisação. Planejamento e controle da qualidade e da produção. Classificação de perdas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pré-requisitos para execução de um pacote de trabalho.....	23
Figura 2 – Método de identificação das perdas por <i>making-do</i>	26
Figura 3 – Matriz de avaliação de risco de perdas por <i>making-do</i>	30
Figura 4 – Planta baixa pavimento tipo.....	39
Figura 5 – Origem das perdas de acordo com as fontes de evidência empregadas.....	43
Figura 6 – Categorias das perdas de acordo com as fontes de evidência empregadas.....	44
Figura 7 – Banco de dados desenvolvido.....	45
Figura 8 – FVS para acompanhamento da execução de cerâmica de piso.....	49
Figura 9 – Escadinha.....	50
Figura 10 – Categorias de <i>Making-do</i>	52
Figura 11 – Origens da categoria “Ajuste de componentes”.....	53
Figura 12 – Perdas classificadas como “Ajuste de componentes” com origem em “Mão de obra”	53
Figura 13 – Perdas classificadas como “Ajuste de componentes” com origem em “Serviços interdependentes”.....	54
Figura 14 – Impactos da categoria “Ajuste de componentes”.....	55
Figura 15 – Registro da perda por “Ajuste de componentes”.....	56
Figura 16 – Categoria x origem.....	57
Figura 17 – Perda por <i>making-do</i> registrada na categoria “Instalações provisórias”.....	57
Figura 18 – Origem das perdas por <i>making-do</i>	58
Figura 19 – Predomínio das origens.....	59
Figura 20 – Categoria x impacto.....	60
Figura 21 – Carenagem com e sem revestimento.....	61
Figura 22 – Peças cerâmicas danificadas na instalação da carenagem.....	62
Figura 23 – Encontro cerâmica com carenagem com junta muito larga e imprecisa, diferenciando do encontro do rodapé.....	63
Figura 24 – Exigência de filete muito estreito.....	64
Figura 25 – Sequência de execução do pacote de trabalho.....	64
Figura 26 – Categorias de perdas com farol vermelho de acordo com o índice de recorrência...	65
Figura 27 – Origens das perdas por “Ajuste de componentes” com farol vermelho.....	66
Figura 28 – Impactos das perdas por “Ajuste de componentes” com farol vermelho.....	67
Figura 29 – Canalização do ralo não ficou centralizado no recorte da cerâmica.....	67
Figura 30 – Recorte impreciso dos ralos.....	68
Figura 31 – Mapeamento das regiões que apresentam som cavo.....	69
Figura 32 – Paginação inicial e paginação sugerida e adotada.....	70

Figura 33 – Banheiro final 12 com nova paginação, indicação no canto esquerdo superior do local onde seria registrado o filete caso fosse seguida a paginação de projeto 71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1	QUESTÃO DE PESQUISA.....	15
2.2	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	15
2.2.1	Objetivo Principal.....	15
2.2.2	Objetivos Secundários.....	15
2.3	PREMISSA.....	16
2.4	LIMITAÇÕES	16
2.5	DELIMITAÇÕES	16
3	PERDAS	18
3.1	PERDAS NO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	18
3.2	METODOLOGIAS PARA CONTROLE DE PERDAS	20
3.3	PERDAS POR <i>MAKING-DO</i>	21
3.4	MAKING-DO E IMPROVISACÃO.....	23
3.5	MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS POR <i>MAKING-DO</i>	25
4	SISTEMA LAST PLANNER.....	31
4.1	ESTRUTURA DO SISTEMA LAST PLANNER	31
4.1.1	Planejamento e controle de longo prazo	32
4.1.2	Planejamento e controle de médio prazo	32
4.1.3	Planejamento e controle de curto prazo.....	33
4.2	PRINCIPAIS VERTENTES DO LAST PLANNER SYSTEM (LPS).....	34
4.2.1	Controle da unidade de produção.....	34
4.2.2	Controle do fluxo de trabalho.....	35
4.3	RELAÇÃO ENTRE CONTROLE DE PRODUÇÃO E DE QUALIDADE.....	36
5	MÉTODO DE PESQUISA.....	38
5.1	ESCOLHA DA EMPRESA, EMPREENDIMENTO E PROCESSOS.....	38
5.1.1	Escolha da empresa	38
5.1.2	Escolha do Empreendimento.....	39
5.1.3	Escolha dos processos	40
5.2	ETAPA DE COMPREENSÃO.....	40
5.3	ETAPA DE DESENVOLVIMENTO	41
5.3.1	Acompanhamento dos serviços	41
5.3.2	Definição do roteiro de coleta de dados	42
5.3.3	Elaboração do banco de dados	45
5.4	ETAPA DE ANÁLISE.....	45

5.4.1	Organização e setorização dos dados	46
5.4.2	Análise dos dados	46
6	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47
6.1	SISTEMA DE GESTÃO ADOTADO PELA EMPRESA	47
6.2	PROCESSO DE REVESTIMENTO CERÂMICO.....	51
6.3	PERDAS POR <i>MAKING-DO</i> NA OBRA DE ESTUDO.....	52
6.3.1	Categoria de <i>making-do</i> mais recorrente.....	52
6.3.2	Relação entre categorias, origens e impactos	56
6.3.3	Improvisações e aprendizagem	60
6.3.4	Perdas classificadas com farol vermelho na Matriz de Avaliação de Riscos proposta por Fireman	65
6.3.5	Desenvolvimento da Engenharia de Resiliência.....	70
7	CONCLUSÃO.....	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A – Ocorrências de <i>making-do</i> na obra analisada	79

1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil no Brasil é muito amplo e de grande concorrência, porém ainda apresenta deficiências na esfera de controle e planejamento da produção que impactam diretamente na qualidade e custo do produto final. Um dos grandes problemas causados por essa falha de gerenciamento são as perdas na produção que acabam reduzindo o desempenho e qualidade do serviço executado. Soilbelman (1993) define a falta de um planejamento da produção eficiente como o principal fator para a ocorrência de perdas. Ademais, Santos e Santos (2017) indicam que deficiências na gestão da qualidade elevam a possibilidade de ocorrência de perdas.

Dentre as diferentes perdas no ramo da construção civil, existe uma categoria denominada de *making-do* que, conforme Koskela (2004), refere-se a situações em que uma tarefa é iniciada ou continuada sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis (materiais, ferramentas, máquinas, pessoas, condições externas e informações), fazendo com que ocorram improvisações na execução do serviço. Segundo o referido autor, o início das atividades sem as condições necessárias pode levar os funcionários à improvisação e, conseqüentemente, às perdas por *making-do*, gerando serviços de baixa qualidade, alto índice de resíduos e retrabalhos e não terminalidades, além de proporcionar ambientes inseguros que colocam em risco a integridade do trabalhador.

Scaramussa et al (2017) afirmam que a ocorrência de perdas por *making-do* está fortemente relacionada ao desempenho dos sistemas de gestão, visto que situações inesperadas durante a produção ocorrem devido às falhas nos sistemas de planejamento e controle, de gestão da qualidade e de gestão de projetos. Assim sendo, destaca-se que o Sistema *Last Planner* pode desempenhar um importante papel no controle da produção, permitindo o aumento da confiabilidade no planejamento e protegendo a produção de incertezas (BALLARD, 2000). Ademais, o conjunto de componentes, projetos, documentos e informações necessários para completar um determinado processo que, por sua vez, só deve ser iniciado quando todos os itens necessários à conclusão estejam disponíveis, caracteriza-se por um kit completo para execução de determinada tarefa que seria capaz de eliminar ou reduzir as perdas por *making-do* (RONEN, 1992).

Com o objetivo de identificar e analisar as perdas por *making-do*, Sommer (2010) desenvolveu um método para que sejam avaliadas as causas e principais efeitos, a fim de fomentar o controle da produção e da qualidade. A aplicação do estudo permite um maior conhecimento acerca das pré-condições mais negligenciadas na realização das atividades, o que possibilita, por sua vez, identificar as deficiências e avaliar oportunidades de melhorias visando a redução das perdas.

Ademais, a aplicação da Engenharia de Resiliência (ER) pode também auxiliar na diminuição das perdas por *making-do* através da intervenção dos operadores por meio de propostas diferentes daquelas adotadas pelo sistema. Alguns dos princípios que fomentam a ER compilados por Costella et al. (2009) são a aprendizagem e a flexibilidade. Esse princípio também implica em que o pessoal operacional seja capaz e autônomo para tomar decisões importantes sem esperar por instruções dos gerentes

Assim, o presente trabalho trata-se de uma pesquisa de campo acerca das ocorrências de perdas por *making-do* na execução do revestimento cerâmico interno de uma obra residencial, categorizando-as e buscando verificar as possíveis causas e consequências, a fim de identificar melhorias através de metodologias de controle da qualidade e produção.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para realização do trabalho estão descritas nas próximas seções.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais são as principais perdas por *making-do* na execução de revestimento cerâmico e quais as possíveis metodologias para redução de sua incidência?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão divididos em principal e secundários e estão relacionados a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

Reconhecer e analisar as perdas por *making-do* na execução de revestimento cerâmico interno, classificando-as e caracterizando suas origens.

2.2.2 Objetivos Secundários

- Reconhecer as causas responsáveis pela ocorrência das improvisações.
- Classificar as perdas segundo o método de identificação de perdas por *making-do* proposto por Sommer (2010), classificando-as de acordo com suas causas e reunindo-as em categorias.
- Identificar se as falhas da produção em estudo, como retrabalhos e não terminalidades, estão relacionadas com improvisações, caracterizando perdas por *making-do*.
- Verificar os principais impactos das perdas por *making-do* na qualidade e planejamento da produção.

- Analisar metodologias de produção enxuta e de controle de produtividade para redução das perdas por *making-do*.
- Investigar se o uso da Engenharia de Resiliência pode otimizar o processo de execução e reduzir as perdas.

2.3 PREMISSA

O presente trabalho tem por premissa a importância do estudo e identificação das perdas por *making-do* que acabam por reduzir o desempenho e qualidade do serviço executado, afetando negativamente a produção. Deste modo, identificar possíveis lacunas no planejamento da produção e deficiências na gestão da qualidade, contribuindo para o reconhecimento e estudo de soluções para essa categoria de perdas.

2.4 LIMITAÇÕES

O desenvolvimento do trabalho está restrito a apenas um empreendimento residencial vertical localizado na cidade de Porto Alegre – RS. A obra adota sistemas de produção enxuta e possui procedimentos de execução e conferências de serviços bastante consolidados, mas cabe reconhecer que por ser apenas um caso haverá limitações na abstração do conhecimento desenvolvido.

2.5 DELIMITAÇÕES

São delimitações do trabalho:

- a) apresentar apenas um estudo de caso de um empreendimento de uma torre composta por subsolo, térreo, subsolo, térreo, sete pavimentos tipo e um pavimento modificado, 10º pavimento abrangendo as áreas condominiais, reservatório e cobertura;
- b) considerar somente os serviços de execução de revestimento cerâmico interno de piso e de execução de azulejo da obra estudada;

- c) a autora trabalha na empresa como estagiária e, por este motivo, teve permissão para o acompanhamento dos serviços e coleta e uso dos dados.

3 PERDAS

O presente capítulo apresenta conceitos básicos que definem as perdas no Sistema Toyota de Produção, sendo discutida a categorização das perdas e possíveis métodos para reduzi-las. Em seguida é apresentado o conceito de *making-do* e sua relação com a improvisação e, por fim, exposto o método para identificação de perdas por *making-do* proposto por Sommer (2010).

3.1 PERDAS NO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Na área da construção civil, define-se perdas como elementos no processo de produção que não agregam valor ao produto final, constituindo um trabalho não necessário (OHNO, 1997). O referido autor ainda defende que para completa implementação do Sistema Toyota de Produção torna-se necessário compreender totalmente as perdas com o objetivo de eliminar o desperdício, diminuindo os custos e aumentando o valor final dos produtos.

Formoso et al. (2002) conceitualizam perdas como qualquer ineficiência no uso dos recursos, gerados através de atividades que geram custos diretos ou indiretos, mas que não somam valor ao produto final do ponto de vista do cliente.

Para Shingo (1989), a produção é analisada como uma rede funcional de processo e operações com o propósito de desperdício zero. O autor enfatiza que processo é todo o fluxo de materiais e informações desde o estado de matéria prima até o produto final e operação, correspondendo a todo o trabalho necessário para se obter o produto. Ainda, define que na produção o material ou a informação pode estar em processamento, inspeção, movimentação ou em espera. Por outro lado, Koskela (1992) divide as atividades do processo de produção em dois grupos: atividades de conversão e atividades de fluxo. A primeira relaciona-se à parcela de atividades que tornam os produtos finalizados e aptos para utilização e que agrega valor ao produto final. Já as atividades de fluxo seriam aquelas que apoiam a conversão, como inspeção dos materiais, transporte e espera.

A compreensão da produção e definição de processo e operações, possibilitou ao STP desenvolver metodologias para otimizar o sistema produtivo. Sendo assim, Shingo (1989) e Ohno (1997) enfatizam que se deve realizar prioritariamente melhorias nas atividades de processamento, pois são as atividades que agregam valor ao produto final, para então partir para melhorias nas operações.

Dessa forma, as atividades que convertem as matérias primas ou componentes nos produtos pretendidos são aquelas que agregam valor ao produto final. Para que ocorra redução do custo e aumento da eficiência da produção é preciso que sejam identificadas e compreendidas todas as possibilidades de perdas e suas causas. Sendo assim, Ohno (1997) definiu sete categorias de perdas, descritas a seguir.

- a) Perda por superprodução: considerada a mais grave, pois a presença de grandes estoques pode ajudar a ocultar outros desperdícios (OHNO, 1997). Podem ocorrer de duas formas: quantitativa – produção além da quantidade programada ou necessária – e por antecipação – fabricação antes do período necessário (SHINGO, 1996). Os dois tipos de superprodução causam elevada quantidade de produtos estocados, facilitando a ocultação de outras perdas, como já definido por Ohno.
- b) Perda de espera (tempo sem trabalho): refere-se ao tempo improdutivo de mão de obra e/ou equipamento. Causada pela falta de sincronia e balanceamento do processo produtivo, falha de máquinas, atraso na entrega de materiais, elevado tempo de *setup* (preparação antes e depois das atividades), dentre outros (SHINGO, 1989).
- c) Perda por transporte: consequência do transporte excessivo de materiais e componentes que não agregam valor ao produto final. Ocorrem em função de um plano de atividades pouco detalhado ou um layout de canteiro ineficiente (FORMOSO et al., 2002).
- d) Perda no processamento: trata-se das atividades do processo que são desnecessárias para que o produto adquira suas propriedades finais, ou seja, poderiam ser eliminadas sem afetar o produto final.
- e) Perda de estoque: existência desnecessária de estoques em níveis elevados que acabam por gerar custos desnecessários para manutenção, seja de matéria prima, material em processamento ou produtos acabados.
- f) Perda por movimentação: refere-se a movimentos desnecessários ou mal planejados de material e/ou componentes realizados durante a execução das

operações principais. Muitas vezes estão relacionados à ausência de estudos de *layout*.

- g) Perda por produzir produtos com defeito: fabricação de produtos, peças ou componentes que não atendem as especificações de qualidade e padrão definido e, portanto, não satisfazem os requisitos de aplicação. Sua identificação é a mais visível, pois está relacionada ao retrabalho, descarte ou substituição da produção, provocando perdas de manuseio, tempo e esforço.

Formoso et. al (2002) enfatizam que decorrentes das operações estão as perdas por movimentação e por espera e as demais são perdas oriundas do processamento, etapa que agrega valor ao produto. A classificação das perdas é importante para direcionar o olhar das pessoas a problemas e desperdícios que muitas vezes não são notados (SHINGO, 1989).

Ademais, Shingo (1989) ressalta que existem ainda outras duas categorias de perdas no STP: retrabalho e trabalho em progresso. A primeira trata-se da correção de produtos que não atingiram o padrão de qualidade exigido e, portanto, torna-se uma atividade que não agrega valor, podendo ser considerada uma consequência da perda por execução de produtos defeituosos fundamentada por Ohno (1997). O trabalho em progresso refere-se aos elevados estoques existentes entre as etapas de processamento, relacionados, na maioria das vezes, à superprodução que acaba por realizar muitos produtos que, por sua vez, ficam parados aguardando a etapa seguinte. Além disso, podem ocorrer perdas por trabalho em progresso devido à falta de terminalidade dos pacotes de trabalho, ocasionando estoques ao longo da linha de produção (ALVES, 2000).

3.2 METODOLOGIAS PARA CONTROLE DE PERDAS

Para que a ocorrência de perdas possa ser reduzida existem procedimentos de gestão visual que quando implementados na obra auxiliam na antecipação da análise dos pré-requisitos necessários para a execução das atividades. Para Saffaro (2007), a prototipagem na produção é um mecanismo importante para diminuir o trabalho em progresso entre as operações, já que permite que a equipe de gestão da obra defina padrões de qualidade dos serviços com o objetivo de reduzir incertezas e variabilidades que acarretam em esperas entre atividades e custos elevados com retrabalhos e afins. Ademais, Saffaro (2007) complementa que a prototipagem se qualifica também como um instrumento para atuação estratégica, sendo empregada para

cumprir metas associadas a prazo, custo e segurança e para fortalecer as relações de parcerias, reduzindo as incertezas e fortalecendo as relações de confiança mútua.

Outro método que pode ser utilizado para controle da produção e qualidade é o *kanban*. Essa é mais uma ferramenta da produção *Just in time* que pode limitar os custos de inventário, manutenção, entrega e custos de instalação, além de aumento da flexibilidade (RABBANI et al., 2009). O *kanban* é um sistema visual de informações com o objetivo de controlar a produção e limitar a quantidade de estoque em processo por meio da sinalização via cartões (GEORGETTI, 2004) e pode ser utilizado como método para puxar a produção, ou seja, sequenciar os serviços de maneira que a conclusão de um permita o início do outro, buscando a finalização dos pacotes na data estipulada inicialmente (BALLARD; HOWELL, 2003). Contribuindo, Ohno (1997) ressalta que o uso do *kanban* é capaz de bloquear a superprodução, impedindo que ocorram erros nos processos e assim, mantendo o controle e qualidade da produção. Segundo Kniberg e Skarin (2010), a ferramenta é utilizada para materialização do fluxo de informações, visualização do fluxo de trabalho e restrição de trabalho em progresso, fazendo com que o desenvolvimento do produto seja ágil. O mecanismo viabiliza a transferência da informação necessária sobre o produto, quantidades e postos de trabalho entre os quais circulam (OHNO, 1997).

3.3 PERDAS POR *MAKING-DO*

A construção civil deve adotar uma filosofia de produção que seja eficiente e eficaz, já que a manufatura, com a adoção da filosofia *lean production*, aumentou a competitividade por eliminar perdas e atividades que não agregam valor ao produto final (KOSKELA, 1992). Desta forma, a ocorrência das perdas por *making-do* especificamente na construção – classe de perdas extremamente relevante e presente no ramo civil –, deve ser eliminada por afetar a parte técnica e comportamental. As consequências da parte técnica são caracterizadas pelo aumento do tempo de processamento e pela variabilidade do produto, gerando aumento do trabalho em progresso, perda na qualidade e retrabalhos, impactando negativamente na produtividade. A parte comportamental contempla a diminuição da motivação dos trabalhadores e dos esforços para garantir a conclusão dos itens faltantes (KOSKELA, 2004; RONEN, 1992).

A perda por *making-do* é definida como a situação em que um determinado serviço inicie ou continue sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis (KOSKELA, 2004). Para

o autor, o termo *making-do* tem um significado de buffer negativo, isto é, uma tarefa que inicia com um déficit de recursos disponíveis. Para Sommer (2010), *making-do* é o ato de gerenciar a produção com o que se tem disponível no momento, ou seja, improvisar – coloquialmente “dar um jeitinho”. A denominação *making-do* tem origem no termo *to make-do* (em inglês, continuar sem todos recursos disponíveis) e é classificada como a oitava categoria de perdas (KOSKELA, 2004), juntando-se as outras sete categorias propostas por Ohno (1997), assim sendo, *making-do* recebe um importante destaque no âmbito de perdas na construção (FORMOSO et. al., 2017).

O pacote de recursos necessários para iniciar uma tarefa é composto pelos materiais, máquinas, ferramentas, projetos, mão de obra, treinamentos, condições de ambiente, entre outros. Esses itens são conhecidos pelo termo *input* e vão ao encontro da proposta do kit completo desenvolvida por Ronen (1992). O autor sugere que antes de iniciar uma tarefa é fundamental para a produção a disponibilização de um kit completo composto por componentes, ferramentas, projetos e informações necessárias para completar o processo, enfatizando que o trabalho não deve iniciar antes que todos esses recursos estejam disponíveis. Começar uma atividade sem o kit completo pode trazer consequências como baixa qualidade do produto final e mais retrabalhos; menor produtividade; mais horas-homem para finalizar uma atividade; maiores despesas operacionais; menos motivação e mais dificuldade para controlar a produção (RONEN, 1992).

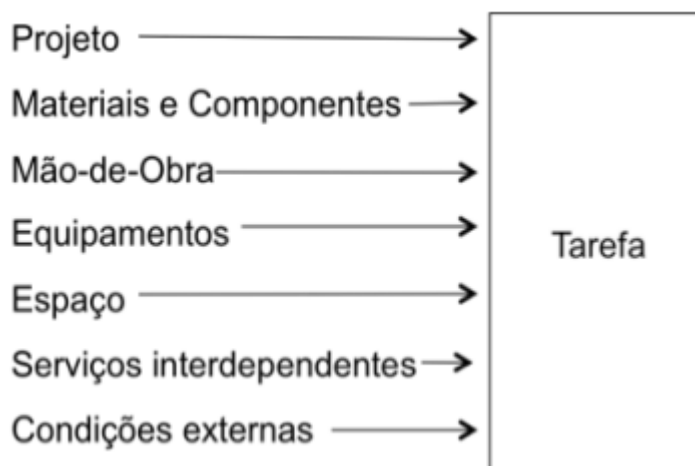
Entretanto, Ronen (1992) destaca que existem dificuldades para a aplicação desse método que acabam por causar perdas por *making-do*. São elas:

- a) Síndrome da eficiência: maximização da utilização dos recursos, admitindo-se que os equipamentos e trabalhadores devem sempre estarem ocupados.
- b) Pressão por resposta imediata: ideia de que iniciando as tarefas o quanto antes consegue-se concluí-las antes, mesmo sem utilização do kit completo.
- c) Divisão imprópria dos níveis de montagem: reduzindo o número de níveis de montagem, o número de componentes por kit pode aumentar de maneira que possa se tornar, muitas vezes, impossível controlar e reunir todos os itens para compor o kit completo.

Pela concepção de Koskela (2004), as causas das perdas por *making-do* propostas por Ronen (1992) podem se relacionar com o gerenciamento tradicional da construção civil por fatores como: foco nas atividades de conversão, negligenciando o fluxo do processo e, muitas vezes, sobrepondo as atividades; gerenciamento ineficaz ou incorreto da variabilidade da execução, típico dos sistemas de gestão tradicionais em que as atividades são empurradas e iniciadas em condições subótimas, pois não foram consideradas as variabilidades das atividades anteriores; comunicação convencional unidirecional, de cima para baixo, onde se assume que os pacotes de trabalho planejados possam ser realizados apenas por uma notificação de início da tarefa para o executor, sem a verificação do fornecimento dos recursos mínimos.

No âmbito da construção civil, Koskela (2000) sugere sete pré-requisitos para a realização de uma tarefa na construção civil (figura 1) e afirma que o grau de incerteza de cada uma dessas variáveis contribui para o grau de incertezas e variabilidades da execução do serviço, fazendo com que muitas vezes sejam iniciadas as atividades sem todos os pré-requisitos obtidos. Essa falha de identificação prévia é a causa das perdas por *making-do*, afirma Sommer (2010).

Figura 1 – Pré-requisitos para execução de um pacote de trabalho



(fonte: Sommer, 2010 *apud* Koskela, 2000)

3.4 MAKING-DO E IMPROVISACÃO

Cunha e Cunha (2008) defendem que a improvisação é o desvio intencional dos processos, porém não previamente planejado e, em alguns casos, pode ser considerada uma fonte de melhorias e inovação (CUNHA, 2004). De acordo com Cunha, Cunha e Kamoche (1999), a

improvisação é composta por duas perspectivas: temporal e bricolagem. A primeira, segundo os autores citados é caracterizada por não haver espaço de tempo entre a concepção do improviso e a execução do mesmo. Ainda, Moorman e Miner (1998) afirmam que quanto mais improvisada for uma ação, menor o tempo entre conceber e desempenhar. Já a bricolagem é conceituada por Cunha (2004) como a ação de criar recursos a partir dos materiais disponíveis para resolução de problemas imediatos. Assim, quanto menor for o tempo para realização de uma improvisação, maior a chance de ocorrência de bricolagem, visto que existe menos tempo para obtenção dos recursos apropriados (MOORMAN; MINER, 1998).

Ainda, Cunha (2004) afirma que a existência de mecanismos de controle visuais, como normas e procedimentos para o controle da atividade, dificulta o comportamento espontâneo e desencoraja o uso de materiais não usuais, já que reduz a sensação de autonomia essencial para a bricolagem acontecer.

Segundo Cunha e Rego (2008), a improvisação facilita a inovação por meio de ações emergentes sem conhecer o seu resultado final. Por consequência, permite a resolução de problemas inesperados e a identificação de melhorias (CUNHA; CUNHA, 2008). Crossan e Sorrenti (1997) defendem que o resultado da improvisação não é necessariamente bom, já que há uma variabilidade na qualidade da ação e na adequação às várias situações, porém afirmam que entendendo melhor a improvisação, é possível aumentar a qualidade da ação. Formoso et al. (2011) afirmam que as improvisações podem ter impactos positivos e negativos e que as melhorias realizadas através de uma improvisação devem ser devidamente documentadas e disseminadas para que possam trazer benefícios para a organização no longo prazo.

Outro mecanismo que pode também auxiliar na diminuição das perdas por *making-do* através da intervenção dos operadores por meio de propostas diferentes daquelas adotadas pelo sistema, muitas vezes oriundas de improvisações, é a Engenharia de Resiliência (ER). Segundo Hollnagel (2006), um sistema é resiliente quando é capacitado para assegurar seu funcionamento e estar preparado para reagir a perturbações mesmo sob pressão e estresse contínuo. Alguns dos princípios que fomentam a ER compilados por Costella et al. (2009) são:

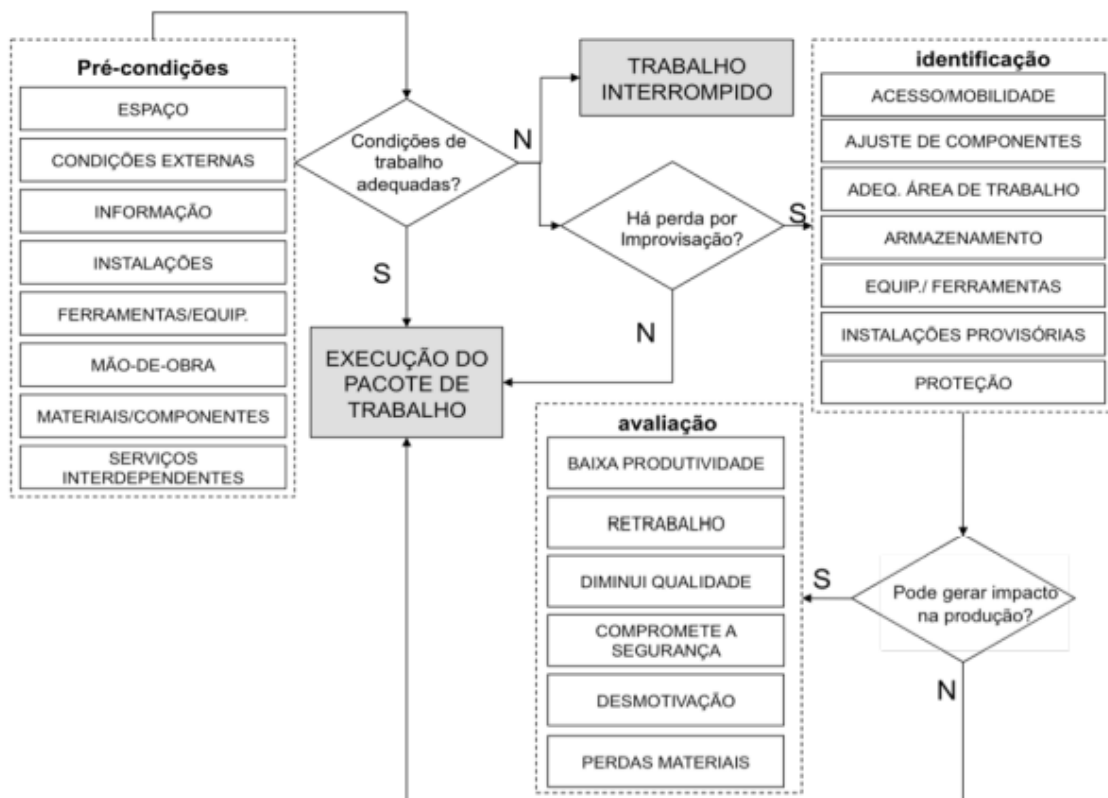
- a) Aprendizagem: o monitoramento da implantação dos procedimentos é tão ou mais importante do que o seu desenvolvimento, uma vez que isso contribui para reduzir a distância entre o trabalho como imaginado pelos gerentes e como realizado pelos operadores.

- b) Flexibilidade: uma vez que a ER assume que os erros são inevitáveis, o sistema deve ser tolerante a erros e reconhecer que a gestão da variabilidade é tão importante quanto a sua redução. Esse princípio também implica em que o pessoal operacional seja capaz e autônomo para tomar decisões importantes sem esperar por instruções dos gerentes.

Assim sendo, Formoso et al. (2011) propõem semelhanças entre *making-do* e improvisação, considerando que a perda por *making-do* é originada por falhas na gestão de processos antecedentes à execução das atividades, permite-se que o funcionário crie soluções para realizar determinadas tarefas a partir dos recursos disponíveis no momento, aproximando-se do conceito de bricolagem.

3.5 MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS POR *MAKING-DO*

Com o objetivo de propor melhorias no sistema de planejamento e controle da produção reduzindo as perdas, Sommer (2010) desenvolveu um método de identificação de perdas por *making-do*, classificando-as de acordo com suas causas e reunindo-as em categorias (figura 2). O método proposto pela autora apresenta três grandes grupos: o primeiro analisa os pré-requisitos necessários para execução das tarefas, o segundo identifica os tipos de improvisação existentes e o terceiro estuda os impactos que podem surgir na produção como consequência da improvisação. Além disso, a autora frisa que no planejamento são definidos os pacotes de trabalho e que as perdas são identificadas quando não há condições de trabalho, podendo ou não gerar algum impacto na produção, por vezes não prejudicando a execução dos pacotes de trabalho.

Figura 2 – Método de identificação das perdas por *making-do*

(fonte: Sommer, 2010)

Sendo assim, de acordo com o método proposto, em relação ao primeiro grupo é possível atribuir as perdas por *making-do* a falhas de disponibilidade ou estado das sete pré-condições propostas por Koskela (2000) acrescidas de uma oitava causa proposta por Sommer (2010) que se refere às instalações provisórias. Todas as causas listadas na figura 2 estão descritas abaixo.

- a) Espaço: sem acesso à área de trabalho, circulação ou armazenamento de materiais.
- b) Condições externas: intempéries como chuva, vento ou temperaturas extremas.
- c) Informação: documentos como estudos, planos, projetos e procedimentos que fornecem toda informação necessária para a execução dos pacotes de trabalho não estão disponíveis, são incompletos ou desconhecidos.
- d) Instalações: instalações provisórias, por exemplo instalações elétricas e hidráulicas, não atendem as necessidades para execução dos pacotes de trabalho.

- e) Equipamentos ou ferramentas: indisponíveis, não funcionam ou inadequados às tarefas.
- f) Mão de obra: não está disponível em quantidade suficiente para suprir a demanda, é pouco qualificada ou não foi treinada.
- g) Materiais e componentes: não são previstos ou adequados à atividade viabilizando condições de qualidade, quantidade e conformidade com as especificações de projeto e normas.
- h) Serviços interdependentes: atividades com alta interdependência comprometem a execução das tarefas subsequentes.

O segundo grande grupo trazido por Sommer (2010) trata-se dos tipos de perdas que podem ocorrer. A autora organizou essas categorias a partir de diversas revisões no seu banco de dados e baseando-se nos trabalhos de Santos (2004) e Machado (2003). Ademais, Fireman (2012) complementou com a oitava categoria, denominada sequenciamento. A seguir, estão descritas as definições das categorias de perdas:

- a) Acesso/mobilidade: refere-se ao espaço, meio ou forma de posicionamento do executor de tarefas.
- b) Ajuste de componentes: mecanismos para uso de componentes não são adequados à realização das tarefas.
- c) Área de trabalho: refere-se à área de trabalho ou apoio durante a execução das atividades realizadas.
- d) Armazenamento: organização de materiais ou componentes em locais não adequados.
- e) Equipamentos/ferramentas: elaborados ou adaptados para uso durante as atividades.
- f) Instalações provisórias: elaborados ou adaptados para uso de água e eletricidade durante as atividades.

- g) Proteção: formas de uso dos sistemas de proteção.
- h) Sequenciamento: relacionada à alteração na sequência de execução das atividades.

Sommer (2010) também estudou as consequências que as perdas por improvisação podem gerar e foi posteriormente complementada por Fireman (2012). Os impactos são os seguintes:

- a) Baixa produtividade.
- b) Retrabalho.
- c) Diminuição da qualidade.
- d) Redução da segurança.
- e) Desmotivação.
- f) Perda de materiais.
- g) Falta de terminalidade.

Por outro lado, as improvisações também podem trazer benefícios para a produção, caracterizando-se como inovações, devendo ser registradas para contribuir com o processo contínuo de aprendizagem (FIREMAN, 2012).

Bonesi (2014) desenvolveu um protocolo para coleta de dados em campo, com base em diferentes fontes de evidência, como observação direta, observação participativa, entrevistas abertas, análise de documentos e registros fotográficos. O protocolo orienta a identificação das categorias, origens e impactos das perdas por *making-do*, baseado nas definições do método de identificação de perdas por *making-do* proposto por Sommer (2010). Dessa forma, no momento em que uma perda é identificada, procura-se entender sua origem para então categorizá-la e elencar seus impactos.

O método proposto por Sommer (2010) trouxe contribuições para as análises das perdas por *making-do* em obra, destacando: identificação da relação entre as perdas por *making-do* e o conceito de improvisação; aceitação de improvisações nos canteiros de obra como situações normais, devido ao aspecto cultural da região em que se encontra; identificação de

oportunidades de melhorias com foco nas causas das ocorrências de perdas por improvisação mais relevantes; reconhecimento de que *making-do* é a causa raiz de outras perdas, como acidentes, retrabalho e desperdícios de materiais.

Ademais, Formoso et al. (2011), a partir do método de identificação de perdas por *making-do*, apresentaram um conjunto de estratégias para evitar estas perdas:

- Procedimentos padrão: descrição do conjunto de passos para execução dos pacotes de trabalho, bem como os recursos padrão a serem utilizados. Também recomenda guias de melhores práticas ou mesmo como utilizar os sistemas formais de gestão já existentes, tais como aqueles de gestão da qualidade e de saúde e segurança do trabalho.
- Projeto de operações puxado: estima-se que projeto de várias ações não possa ser totalmente padronizado ou planejado com satisfatória antecedência. Sendo assim, diferentes abordagens podem ser usadas, como prototipagem (SAFFARO, 2007), modelagem 4D ou a combinação dos dois.
- Integração entre os sistemas existentes: muitas das perdas por *making-do* podiam ser evitadas caso houvesse uma melhor integração entre os sistemas de gestão, como planejamento e controle da produção, gestão da qualidade e gestão da segurança.

Contribuindo para o estudo e entendimento das perdas por *making-do*, Fireman (2012) propôs uma matriz de avaliação de risco (figura 3). Foram definidos parâmetros de probabilidade e severidade e combinados em três zonas: vermelha (alta prioridade); amarela (prioridade intermediária) e verde (menor prioridade). Ao aplicar a matriz, torna-se mais simples identificar quais perdas tem prioridade de ações corretivas (FIREMAN, 2012).

Figura 3 – Matriz de avaliação de risco de perdas por *making-do*

PROBABILIDADE	SEVERIDADE				
	Muito Alta - I	Alta - II	Moderada - III	Baixa - IV	Muito Baixa - V
A - Improvável	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde
B - Extremamente Remota	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde
C - Remota	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde
D - Provável	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo
E - Frequente	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Amarelo

(fonte: Fireman, 2012)

A partir de seus estudos, Fireman (2012) observou que a grande maioria das perdas por *making-do* estava atrelada à baixa implementação das práticas de planejamento e controle de curto e médio prazo das obras em análise. Sommer (2010) contribui afirmando que as perdas por *making-do* geralmente não são percebidas pela equipe de gestão da obra, já que as improvisações ocorrem por meio de decisões tomadas durante a execução das tarefas, enfatizando a necessidade e importância de controlar todos os pacotes de trabalhos. As perdas seriam facilmente amenizadas por meio de análises de restrições relacionadas a acesso, instalações provisórias e fluxos físicos (FIREMAN, 2012) realizadas em conjunto, entre planejadores e executores (SOMMER, 2010). Sintetizando, Hamzeh et al. (2012) afirmam que aprimorar as práticas de planejamento pode levar a uma redução das perdas por *making-do*, aumentando a produtividade e reduzindo custos.

4 SISTEMA LAST PLANNER

O *Last Planner System (LPS)* foi desenvolvido por Ballard e Howell (1998) e trata-se de um modelo de Planejamento e Controle da Produção com foco no fluxo de trabalho dos colaboradores, auxiliando, a partir de diferentes técnicas, o controle da produção (BALLARD, 2000). De acordo com o autor, o método foi proposto como uma forma de planejamento por comprometimento, sendo o responsável (*last planner*, ‘último planejador’) por determinado serviço quem avalia quais etapas poderão ser realizadas em determinado período e se compromete a executá-las. Afirma ainda que o objetivo do sistema é aumentar a confiabilidade do fluxo de trabalho, protegendo a produção contra o efeito da variabilidade, além de promover um aumento de produtividade nos canteiros. Para isso, o sistema conta com um conjunto dos princípios que guiam planejamento e ação, conforme afirmado por Ballard et al. (2009). Segundo os autores, os princípios são os seguintes:

- a) Planejar em maior detalhe à medida em que se aproxima da execução do serviço.
- b) Produzir planos em colaboração àqueles que realizam o serviço.
- c) Mapear e suprimir restrições em serviços planejados em equipe.
- d) Realizar e garantir promessas confiáveis.
- e) Aprender através de falhas.

Para que seja possível obter êxito nas atividades utilizando o sistema *Last Planner*, deve-se utilizar técnicas de produção puxada para o desenvolvimento de cronogramas de cada etapa de trabalho, desde o design até a execução (BALLARD; HOWELL, 2003). Os autores afirmam que a produção puxada se fundamenta no trabalho regressivo da data de término estipulada, sequenciando-se assim os serviços de forma que a conclusão de um permita o início do outro.

4.1 ESTRUTURA DO SISTEMA LAST PLANNER

Com o objetivo de inovar e afastar-se da visão convencional de planejamento, Ballard (2000) estruturou o sistema *Last Planner* em três níveis hierárquicos: planejamento de longo prazo, planejamento de médio prazo e planejamento de curto prazo. Dessa forma, cada nível

hierárquico utiliza informações específicas auxiliando a tomada de decisões e garantindo a proteção da produção contra incertezas e variabilidades do sistema construtivo (ISATTO ET AL., 2000).

4.1.1 Planejamento e controle de longo prazo

No planejamento de longo prazo são definidos os objetivos do empreendimento, datas de início e término das atividades, tempo de ciclo dos pacotes de trabalho e restrições das atividades principais (BALLARD, 2000). Definido por Isatto et al. (2000) como plano mestre, esse nível de planejamento deve ser atualizado periodicamente, visto que o ritmo das principais atividades pode variar devido a eventuais mudanças no andamento da obra. Ainda, é importante ressaltar que esse nível de planejamento tem baixo grau de detalhamento, já que é executado antes de iniciar a produção e, portanto, existem numerosas incertezas relacionadas às durações e entregas (BALLARD, 1997).

4.1.2 Planejamento e controle de médio prazo

Responsável por vincular o plano mestre ao planejamento de curto prazo, o planejamento de médio prazo pode também ser chamado de *lookahead planning* (planejamento olhando para frente) visto que nessa etapa são identificadas as ações necessárias para a execução das próximas atividades no tempo correto, sendo essencial para o cumprimento do planejamento de curto prazo, reduzindo custos e duração das atividades (BALLARD, 1997).

Nesta etapa, as atividades são desmembradas para criar pacotes com maior grau de detalhamento para que sejam analisadas e removidas as restrições que impedem a total execução da atividade, ou seja, transforma-se aquilo que deve ser feito para aquilo que pode ser feito, de forma a puxar a produção (BALLARD, 2000). Sendo assim, o *lookahead* torna-se o primeiro passo para o controle de produção, ou ainda, para a execução do cronograma (HAMZEH et. al. 2012).

Entretanto, ainda se percebe limitado sucesso no que se refere à remoção das restrições no planejamento de médio prazo (BORTOLAZZA et al., 2005; SOMMER, 2010). Na construção civil, o foco da análise de restrições ainda se resume à identificação de restrições a respeito dos recursos materiais, mão de obra, equipamentos, licenças e projetos, omitindo-se aquelas que se

referem às condições de trabalho para aqueles que são executores das atividades, como informação, segurança e espaço (SOMMER, 2010).

O controle do planejamento de médio prazo deve ser eficaz, caso contrário, pode levar ao não cumprimento dos planos e, conseqüentemente, a não eliminação das restrições, proporcionando a ocorrência de improvisações no canteiro de obras (VELOSO, BULHÕES, 2013).

4.1.3 Planejamento e controle de curto prazo

Hamzeh et al. (2012) trazem o planejamento de curto prazo, também conhecido como planejamento de comprometimento, como o menor horizonte de planejamento, logo, o mais detalhado entre os níveis hierárquicos. Essa etapa ocorre após a definição das atividades que podem ser realizadas, gerando uma lista de pacotes de trabalho liberados para execução e que, portanto, tem suas restrições removidas através da disponibilização dos recursos necessários para sua efetivação (BALLARD, 2000).

De acordo com Formoso et al. (1999), o planejamento de curto prazo é geralmente organizado em ciclos semanais, sendo composto pela alocação de pacotes de trabalho em lotes menores para equipes especializadas. Um pacote deve ser definido por uma ação, um elemento e um local, como, por exemplo: executar azulejos das paredes do banheiro do apartamento 212 (MARCHESAN, 2001). Os pacotes de trabalho são definidos geralmente em reuniões semanais com a presença dos responsáveis pela execução (mestres, empreiteiros e subempreiteiros), denominados como “últimos planejadores”, que devem participar ativamente do planejamento e controle da produção, demonstrando comprometimento com as metas semanais (FORMOSO et al. 1999).

Em conformidade com Ballard e Howell (1998), esta etapa é fundamental para o processo de proteção da produção. Para os referidos autores, este objetivo é alcançado através da escolha somente das atividades que poderão ser executadas dentro do tempo planejado, aumentando a confiabilidade do planejamento.

Ballard (1999) traz como avaliação da eficácia do planejamento e confiabilidade dos planos o indicador PPC (percentual de planos concluídos), calculado por meio da razão entre o número de pacotes concluídos e o número de pacotes planejados, visto que os pacotes que não foram

concluídos devem ser rastreados para que seja possível a identificação da razão da não conclusão, a fim de criar um banco de dados que deve servir como ferramenta de aprendizagem. Segundo o autor, o sistema *Last Planner* apresenta mecanismos capacitados para promover a melhoria contínua através da participação dos envolvidos, estabelecendo curtos ciclos de controle e medição de desempenho.

4.2 PRINCIPAIS VERTENTES DO LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

O LPS está fundamentado em duas vertentes: o controle da unidade de produção e o controle do fluxo de trabalho. A primeira objetiva a melhoria progressiva da produção, através do treinamento e capacitação dos trabalhadores e medidas corretivas. Já o controle do fluxo de trabalho visa atingir um fluxo de trabalho que possibilite um melhor proveito no processo produtivo e maior eficiência na sequência de execução das atividades (BALLARD, 2000).

4.2.1 Controle da unidade de produção

Unidade de produção pode ser entendida como uma equipe de trabalhadores que compartilham as responsabilidades pela execução de um trabalho semelhante, de modo que o seu controle objetiva melhorar os planos de trabalho por meio do aprendizado contínuo durante o Planejamento de Curto Prazo (BALLARD, 2000).

De acordo com Ballard (2000), o controle da unidade de produção tem a responsabilidade de possibilitar o aprimoramento dos planos de médio e curto prazo, identificando as oportunidades para realização de ações corretivas, partindo dos fatores de não cumprimento dos planos. O autor sugere um conjunto de critérios de qualidade para elaboração de um Planejamento de Curto Prazo:

- a) Pacotes de trabalho bem definidos: devem possibilitar que se verifique sua conclusão ao final da semana (BALLARD; HOWELL, 1998). Conforme mencionado por Marchesan (2001) os pacotes de trabalho devem ser definidos através da designação de uma ação, de um elemento e de um local (por exemplo, executar azulejos das paredes do banheiro do apartamento 212).

- b) Sequência certa de trabalho: a escolha dos pacotes a serem executados deve ser realizada com foco nos objetivos do empreendimento e na estratégia de execução (BALLARD, 2000).
- c) Quantidade certa de trabalho: o pacote de trabalho deve ser dimensionado em função da capacidade produtiva de cada equipe em função das particularidades do trabalho a ser executado e do prazo disponível (BALLARD; HOWELL, 1998).
- d) Possibilidade de executar as atividades: todos os pré-requisitos e recursos devem estar disponíveis para equipe executar o trabalho (BALLARD, 2000).

Ballard (2000) afirma que a confiabilidade dos planos deve ser medida pelo PPC, dado que, se forem seguidos os critérios acima mencionados, a produtividade das equipes tende a aumentar. Entretanto, o autor afirma que os pacotes de trabalho que não forem concluídos devem ter suas razões identificadas, criando um ciclo de aprendizagem e protegendo a unidade de produção das incertezas e variabilidades.

4.2.2 Controle do fluxo de trabalho

O fluxo de trabalho é definido como o trabalho que se move entre as unidades de produção na sequência e ritmo desejado, sendo esses fluxos definidos no planejamento de médio prazo e compostos por projetos, suprimentos e instalações para a execução das atividades (BALLARD, 2000).

Tommelein e Ballard (1997) declaram que, através do planejamento de médio prazo, o planejador tem condições de criar com antecedência um conjunto de ações para puxar os recursos ou mesmo adiar os pacotes de trabalho, caso seja necessário. Para Ballard (2000), o mecanismo de puxar o que é necessário e remover restrições auxilia a equilibrar a quantidade de trabalho à capacidade dos recursos e, dessa forma, possibilita preservar um estoque de pacotes de trabalho prontos para execução em cada unidade de produção, mantendo o fluxo de trabalho estável.

4.3 RELAÇÃO ENTRE CONTROLE DE PRODUÇÃO E DE QUALIDADE

Para Ballard e Howell (1998) e Formoso et al. (1999), o controle só é efetivo se tiver um papel pró ativo, ou seja, se realizado em tempo real e agindo diretamente na realização dos processos de produção. Segundo os referidos autores, o processo de controlar não deve se limitar apenas aos atos de inspeção e verificação, é necessário agir diretamente na realização dos processos de produção, identificando e corrigindo eventuais perdas e problemas. Contribuindo, Formoso et al. (1999) afirmam que o planejamento deve ser visto como um processo gerencial de tomada de decisões e estabelecimento de objetivos que só são efetivos se seguidos de um procedimento de controle.

Segundo Sukster (2005), os controles de produção e de qualidade interagem entre si, fazendo com que o bom desempenho de um afete substancialmente o do outro. Ainda, afirma que com a remoção de restrições e gestão de fluxos físicos no *lookahead* e com o comprometimento das equipes no curto prazo, os requisitos de qualidade serão satisfatoriamente atingidos e, através do indicador de PPC, os retrabalhos e perdas serão reduzidos. Logo, o planejamento torna-se muito mais confiável se houver integração entre os controles de produção e qualidade, reduzindo a incidência de pacotes de trabalhos informais por falta de terminalidade e as perdas por *making-do* (FIREMAN, 2012).

Quando se obtém a condição de incorporação do controle de qualidade ao processo de controle da produção, o cumprimento dos prazos e o uso eficiente dos recursos são mais facilmente garantidos (ARENTSEN, TIEMERSMA E KALS, 1996). Entretanto, a falta de sintonia entre os pacotes de trabalho e os critérios dos procedimentos de verificação da qualidade dificultam a integração desses dois controles (RIGHI; ISATTO, 2011). Em decorrência disso, é provável que surja uma defasagem de tempo entre a execução das tarefas no canteiro de obras e o controle e verificação da qualidade das mesmas, dificultando a tomada de ações corretivas e posterior aprendizagem, uma vez que geralmente os trabalhadores já foram para outras atividades, ficando pendente a qualidade do pacote de trabalho (MAROSSZEKY et al., 2002).

Para que seja possível minimizar as consequências dessa falta de sintonia, existem mecanismos de gestão visual que podem auxiliar nesse controle. Um desses mecanismos refere-se à utilização da prototipagem dos produtos antes do início de sua execução, contribuindo para diminuir os riscos e as incertezas, visto que tem como principal objetivo propor soluções para

o cumprimento de um método padronizado, sendo um importante fator para acelerar o processo de aprendizagem (SAFFARO, 2007).

Outro mecanismo que apoia o controle de produção e qualidade é o *kanban*, uma vez que possibilita a transferência da informação necessária sobre a peça a produzir, a quantidade e os postos de trabalho entre os quais circulam (OHNO, 1997). Georgetti (2004) traduz o uso do *kanban* como um método para puxar a produção, dado que a ferramenta é capaz de bloquear a superprodução, impedindo que ocorram erros nos processos e assim, mantendo o controle e qualidade da produção (OHNO, 1997).

Corroborar-se que as perdas por improvisação e o sistema de gestão estão intimamente ligados, relacionando a fonte de ocorrência das perdas por *making-do* às falhas da gestão de qualidade e deficiência do PCP, sendo que uma metodologia focada em um controle de qualidade rígido pode proporcionar redução das perdas (SANTOS E SANTOS, 2017).

5 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é apresentada a obra utilizada como estudo de caso, bem como a empresa e processos analisados. Em seguida são descritas as etapas de compreensão, desenvolvimento e análise.

5.1 ESCOLHA DA EMPRESA, EMPREENDIMENTO E PROCESSOS

Neste item apresenta-se a justificativa da escolha da empresa e do empreendimento analisado, bem como dos processos construtivos estudados.

5.1.1 Escolha da empresa

A empresa em questão é uma incorporadora e construtora de imóveis residenciais sediada no estado de São Paulo. Atualmente opera em 16 estados e 66 cidades no Brasil, além da Argentina e Uruguai. Na cidade de Porto Alegre, a construtora e incorporadora possui mais de dez obras em andamento e outros três lançamentos. Dentre esses produtos, oferta imóveis residenciais desde o padrão econômico até padrão luxo.

Abrangendo desde os serviços de aquisição de terrenos até assistência técnica, a empresa é bastante consolidada no mercado. Alguns de seus pontos fortes e responsáveis por parte de sua credibilidade são o sistema de planejamento e controle da produção aplicado nos canteiros de obras e a gestão da qualidade em seus processos. Através de procedimentos e ferramentas de verificação dos serviços desenvolvidas pela empresa, os procedimentos construtivos executados são padronizados e somente recebidos com alto índice de qualidade. Portanto, pode-se salientar como principais motivos para a escolha da empresa:

- a) sistema de controle da produção e gestão da qualidade bem definidos e consolidados;
- b) utilização de metodologias do sistema Toyota de produção;
- c) procedimentos executivos e fichas de verificação de serviços como fontes de referência para a execução e conferência dos pacotes de trabalho;

5.1.2 Escolha do Empreendimento

O presente estudo de caso analisou um empreendimento residencial vertical composto por uma torre localizado na cidade de Porto Alegre – RS. A área total construída está dividida em doze pavimentos, sendo eles subsolo, térreo, sete pavimentos tipo e um pavimento modificado, 10º pavimento abrangendo as áreas condominiais e a cobertura, local onde estão localizados os reservatórios superiores.

A torre tem sua estrutura em concreto armado, vedação externa por blocos cerâmicos e divisórias internas em paredes de *drywall*. Cada pavimento tipo possui vinte e um apartamentos com áreas que variam entre 23,4 m² e 50,9 m², totalizando 159 unidades privativas (figura 4). A obra teve seu início em julho de 2021 e entrega prevista para agosto de 2023.

Figura 4 – Planta baixa pavimento tipo



(fonte: documento técnico da Empresa)

Os principais motivos na escolha do empreendimento foram o estágio da obra, iniciando a execução de revestimento cerâmico interno, e o sistema de gestão da obra que contava com diversas práticas de PCP aplicadas no canteiro.

5.1.3 Escolha dos processos

O processo de análise foi escolhido por conta da vivência da pesquisadora na obra em questão, visto que é o local em que a mesma cumpre seu estágio não obrigatório e é a responsável por acompanhar e vistoriar a execução do revestimento cerâmico. Como esse serviço é o acabamento final entregue ao cliente, torna-se necessária muita cautela em sua execução já que podem aparecer erros e imperfeições de outros processos construtivos que o antecederam – por exemplo, impermeabilização e placas de *drywall* –, ocasionando improvisações e modificações no assentamento das peças. Considerando que a obra analisada adota sistemas de melhoria de processo, como *kanban* e realização de protótipos, contudo ainda possui histórico de problemas com a execução do revestimento e considerável índice de perdas de materiais, julgou-se conveniente a análise das perdas por improvisação e verificação das possíveis causas para que seja possível contribuir positivamente com a melhoria desse processo e redução das suas perdas, diminuindo retrabalhos e desperdícios.

5.2 ETAPA DE COMPREENSÃO

A primeira fase desta pesquisa buscou caracterizar a empresa e o empreendimento com foco no sistema de planejamento e controle da produção, nos procedimentos de gestão da qualidade e no processo construtivo analisado para que assim possa ser identificado o contexto em que o trabalho está estabelecido. Após, examinou-se com detalhes o processo de execução do pacote de trabalho, tanto os procedimentos teóricos desenvolvidos pela empresa quanto a execução dos serviços pelos trabalhadores.

Como metodologia de pesquisa foram adotadas práticas diárias de observação em campo da execução do revestimento, entrevistas com os ceramistas e auxiliares, análise dos procedimentos de gestão e de execução do revestimento cerâmico, bem como entrevistas com o engenheiro responsável pela obra e gerente do setor de qualidade. É importante ressaltar que os dados coletados de ocorrência de *making-do* foram baseados nos resultados alcançados no momento da finalização da execução do revestimento e por este motivo algumas das categorias de *making-do* podem não aparecer no presente estudo.

5.3 ETAPA DE DESENVOLVIMENTO

A partir da etapa de compreensão, foi possível obter bom entendimento dos procedimentos adotados pela construtora e interação com o método de trabalho da empresa terceirizada responsável pela execução do revestimento cerâmico.

Na etapa de desenvolvimento, foi analisado o sistema de gestão da empresa e suas relações com a produção enxuta e realizou-se um acompanhamento integral e diário dos pacotes de trabalho, pois como a pesquisadora é a estagiária responsável por vistoriar o revestimento cerâmico pôde realizar um completo acompanhamento dos serviços e vivenciar um contato diário e constante com os executores.

5.3.1 Acompanhamento dos serviços

A coleta de dados iniciou concomitantemente à realização das tipologias do protótipo, datada na segunda quinzena do mês de agosto de 2022 e encerrou-se com o fim da sua execução em janeiro de 2023. Foram acompanhadas todas as reuniões semanais de planejamento de curto prazo onde eram definidos os pacotes de trabalho a serem executados. Ao longo da semana ocorria o rastreamento da efetiva conclusão dos serviços propostos constatando a ocorrência de perdas por *making-do* quando as condições de trabalho se caracterizavam como inadequadas e eram realizadas improvisações para cumprir com o plano programado. Quando o pacote de trabalho não era concluído por conta de atividades antecedentes buscava-se a solução do problema no momento da notificação empenhando-se na realização dos serviços ainda na semana proposta.

A sequência de execução dos serviços de acabamentos segue o ritmo de produção por pavimentos, sendo que cada atividade possui um número de dias de ciclo para conclusão de um pavimento, de modo que o ciclo da execução de revestimento cerâmico na obra é de cinco dias por pavimento. No primeiro pavimento executado, inicialmente foram realizados como protótipos dois apartamentos de tipologias diferentes e a área da circulação. Foram debatidos tópicos de projeto que facilitaríamos a execução do trabalho e que reduziríamos o consumo de materiais. Com a paginação final definida e alinhamento de metodologias de execução foi liberada a entrada dos ceramistas nas demais unidades. Inicialmente o pavimento foi abastecido de acordo com o *kanban* produzido pela pesquisadora e já adaptado com as definições pós

protótipo que contavam com mudanças no projeto de paginação e, por conseguinte, redução da quantidade de peças cerâmicas. Acompanhou-se a taxa de coerência do *kanban* verificando a necessidade de alteração de acordo com o uso dos trabalhadores.

A seguir serão detalhados o protocolo utilizado para coleta de dados em campo, a composição do banco de dados e o método de análise dos resultados.

5.3.2 Definição do roteiro de coleta de dados

Para conduzir a discriminação das perdas por *making-do* de forma coerente e confiável, foi desenvolvido um protocolo de coleta de dados com base no método de identificação de perdas por *making-do* proposto por Sommer (2010). A partir do acompanhamento e vistoria dos pacotes de trabalho pela pesquisadora, os serviços que apontavam não conformidades foram registrados através de fotografias e analisados, pois caso obtivessem características que se assemelhassem ao *making-do*, passavam por uma classificação a respeito de suas causas para posterior definição da categoria de perda a qual pertence e as prováveis consequências.

Para a análise das causas e categorias foi utilizado o protocolo proposto por Bonesi (2014) com base nas definições de Sommer (2010). A figura 5 define as principais origens investigadas, a maneira como investiga-las e as fontes de evidência utilizadas para identificar as falhas nos pré-requisitos responsáveis pela manifestação das perdas por *making-do*, sendo considerado um número máximo de três pré-requisitos (SOMMER, 2010).

Figura 5 – Origem das perdas de acordo com as fontes de evidência empregadas

ORIGENS A INVESTIGAR	COMO INVESTIGAR	FONTE DE EVIDÊNCIA
INFORMAÇÃO	Análise da disponibilidade e clareza dos procedimentos padrão	Análise de documentos
MATERIAIS E COMPONENTES	Verificação da disponibilidade de materiais adequados a execução das atividades	Observação direta, registros fotográficos, entrevistas e análise de documentos
MÃO DE OBRA	Análise da disponibilidade de mão de obra suficiente para atender os planos, qualidade e treinamento da mão de obra	Observação direta, registros fotográficos e entrevistas
EQUIPAMENTOS OU FERRAMENTAS	Verificação da disponibilidade de equipamentos e ferramentas adequados à execução das tarefas	Observação direta, registros fotográficos, entrevistas e análise de documentos
ESPAÇO	Análise das condições da área de trabalho e de armazenamento dos materiais	Observação direta, registros fotográficos, entrevistas e análise de documentos
SERVIÇOS INTERDEPENDENTES	Análise de atividades interdependentes e as implicações na execução das tarefas subsequentes	Observação direta, registros fotográficos e entrevistas
CONDIÇÕES EXTERNAS	Observação das condições externas tais como vento, chuva ou tempestades	Observação direta e registros fotográficos
INSTALAÇÕES	Análise das condições das instalações elétricas e hidráulicas provisórias	Observação direta, entrevistas e registros fotográficos

(fonte: Bonesi, 2014)

Após definida sua origem, a perda era classificada de acordo com as categorias de perdas por *making-do* propostas por Sommer (2010) e complementadas por Fireman (2012). Do mesmo modo, para a categorização Bonesi (2014) definiu a maneira de como investigar e as fontes de evidência a serem utilizadas (figura 6).

Figura 6 – Categorias das perdas de acordo com as fontes de evidência empregadas

CATEGORIAS A INVESTIGAR	COMO INVESTIGAR	FONTE DE EVIDÊNCIA
ACESSO/MOBILIDADE	Verificação da preparação do pavimento antes do início da atividade e das condições de espaço para os trabalhadores durante a execução de suas tarefas	Observação direta e registros fotográficos
AJUSTE DE COMPONENTES	Observação de como são montados, instalados e construídos, pelos funcionários, os componentes de cada atividade	Observação direta, registros fotográficos e entrevistas
ÁREA DE TRABALHO	Observação do local em que os funcionários realizavam as tarefas	Observação direta, registros fotográficos e entrevistas
ARMAZENAMENTO	Observação dos locais de armazenamento de materiais	Observação direta e registros fotográficos
EQUIPAMENTO/FERRAMENTAS	Verificação dos materiais utilizados pelos funcionários na execução das atividades	Observação direta e registros fotográficos
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	Verificar as instalações provisórias necessárias para a execução das atividades	Observação direta, registros fotográficos e entrevistas
PROTEÇÃO	Verificação das situações de risco no canteiro e das ações dos funcionários frente a falta de pré-condições para o serviço	Análise de documentos e registros fotográficos
SEQUENCIAMENTO	Compreender as causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho semanais	Entrevistas, análise de documentos e observação participativa

(fonte: Bonesi, 2014)

Isso posto, foram analisados os prováveis impactos que essas perdas por *making-do* poderiam acarretar na produção. Seguindo o proposto por Sommer (2010) e complementado por Fireman (2012), os impactos aqui já elencados e que serviram de base para a realização do estudo foram: baixa produtividade; retrabalho; diminuição da qualidade; redução da segurança; desmotivação; perda de materiais e falta de terminalidade.

Ademais, foi aplicado o conceito da matriz de avaliação de risco (figura 3) desenvolvida por Fireman (2012) com o objetivo de caracterizar as perdas a partir de parâmetros subjetivos de severidade e probabilidade. O parâmetro severidade foi avaliado de acordo com os impactos gerados pela perda, sendo que se fosse considerado maior do que os impactos das demais perdas observadas, esse receberia classe de severidade “Muito Alta”. Por sua vez, o parâmetro probabilidade foi avaliado de acordo com a comparação da recorrência das perdas, ou seja, se uma perda fosse mais recorrente do que as outras, sua probabilidade era considerada como

“Frequente”. Assim, com os parâmetros de severidade e probabilidade definidos, obteve-se a classe de risco da perda analisada.

5.3.3 Elaboração do banco de dados

Para a composição do banco de dados foi utilizado o software *Microsoft Excel*. A planilha eletrônica desenvolvida para o registro (figura 7) é composta por colunas que solicitam a data da ocorrência, registro fotográfico, descrição da perda, seguida pelas causas, categoria e impactos e, por fim, classe de severidade, probabilidade e risco da perda. Vale salientar que as causas e impactos observados em cada perda foram limitados a até três elementos. A alimentação da planilha ocorreu cotidianamente, sendo os episódios de perda registrados em campo através de fotografias e anotações e transmitidos à planilha no final do expediente.

Figura 7 – Banco de dados desenvolvido

DATA	FOTO	DESCRIÇÃO	INOVAÇÃO	RECORRÊNCIA	ORIGEM DA PERDA	ORIGEM DA PERDA2	ORIGEM DA PERDA3	CATEGORIA DA PERDA	IMPACTOS DA PERDA	IMPACTOS DA PERDA2	IMPACTOS DA PERDA3	MOTIVAÇÃO DA PERDA	Classe de severidade	Probabilidade	Risco da perda
06/5et		Falta chapisco para iniciar contrapiso da cerâmica		5	Serviços interdependentes	Espaço	Mão de obra	Sequenciamento	Baixa Produtividade	Desmotivação		Não conclusão do serviço anterior no prazo (falha de eletivo) causou o atraso da execução do revestimento cerâmico	Moderada	Remota	Alto
26/5et		Peças da parede do shalft desalinhadas as placas de drywall		6	Serviços interdependentes	Mão de obra	Materiais e componentes	Ajuste de componentes	Retrabalho	Desmotivação	Perda de material	A parede de drywall estava fora de prumo, porém por conta da superprodução o revestimento cerâmico foi executado, caracterizando uma condição não satisfatória	Muito alta	Remota	Alto
06/1jan		Encontro cerâmico/carenagem com recortes e juntas imprezisas e largas		13	Equipamentos ou ferramentas	Mão de obra		Ajuste de componentes	Perda de material	Retrabalho			Alta	Provável	Alto
12/5et		Utilização de lanterna do celular como refletor		1	Instalações	Equipamentos ou ferramentas		Instalações Provisórias	Baixa Produtividade	Diminuição da qualidade	Redução da segurança	Eticolagem (por recursos a partir dos materiais disponíveis para resolução de problemas imediatos). Decidido no momento de armazenar o refletor acabou resultando na sua perda e para que a produção não fosse pausada realizou-se o trabalho com o uso da lanterna. Não reavaliação do rodapé, pois poderia acontecer retrabalhos para ajustar encontro com o revestimento da carenagem - ERF. O acidente era inócuo a cerâmico e com o revestimento da carenagem finalizado.	Alta	Improvável	Alto
14/5et		Não realização do rodapé por falta do revestimento da carenagem		33	Serviços interdependentes	Mão de obra		Sequenciamento	Não terminalidade	Aumento do trabalho em progresso			Moderada	Frequente	Alto

(fonte: elaborado pela autora)

5.4 ETAPA DE ANÁLISE

A partir do acompanhamento integral das atividades de revestimento cerâmico, a pesquisadora presenciava uma improvisação que caracterizava perdas por *making-do* e imediatamente fazia o registro fotográfico para posterior documentação na planilha eletrônica. Com os dados obtidos, partiu-se para a setorização e análise de dados que serão expostas em seguida.

5.4.1 Organização e setorização dos dados

A execução de revestimento cerâmico na obra analisada iniciou pelo 2º pavimento, após foi realizado o 3º pavimento e assim sucessivamente até o 9º pavimento, último tipo. Os dados de ocorrência de perdas por *making-do* foram colhidos desde o princípio da execução e tiveram suas datas e respectivos pavimentos registrados. Sendo assim, as informações foram dispostas na planilha eletrônica – descrita no item 5.3.3 – inicialmente por ordem cronológica. Após a finalização da coleta de dados, fez-se uma reorganização na planilha de forma que as perdas fossem agrupadas de acordo com sua respectiva categoria. Ademais, dentro do agrupamento de cada categoria construiu-se um *ranking* entre as perdas, elencando aquelas que possuíam risco mais elevado, seguindo classificação de Fireman (2012), para posterior estudo acerca de uma proposta de intervenção no controle de qualidade e produção.

5.4.2 Análise dos dados

Com os dados organizados e setorizados, realizou-se a análise das perdas coletadas. Inicialmente foi analisada a categoria com maior percentual de registros, observando as origens e impactos mais recorrentes e sua respectiva classificação na matriz de avaliação de riscos proposta por Fireman (2012), em especial àquelas que obtiveram farol vermelho.

Buscou-se uma relação macro entre as categorias de perdas, suas origens e impactos identificando, através de percentuais e gráficos, aquelas que possuíam maior índice de ocorrência. Ainda, entre as categorias de perdas mais incidentes, foram elencadas aquelas que possuíam maior índice de risco e sua respectiva natureza mais observada. Dessa forma, tem-se um *ranking* das categorias de perdas mais recorrentes e de maior risco juntamente com sua origem, possibilitando a classificação quanto à prioridade, a depender da probabilidade de ocorrência.

Estudou-se um pacote de trabalho em especial que causou diversas perdas, buscando a solução e eliminação das improvisações através de sucessivos episódios de aprendizagem em relação à sequência executiva do processo. Após, analisou-se os registros de perdas que obtiveram farol vermelho na matriz de avaliação de riscos e, por fim, as ocorrências de desenvolvimento de engenharia de resiliência observadas na obra.

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os principais resultados obtidos nas duas etapas de investigação. A primeira etapa refere-se à descrição do sistema de gestão e à metodologia de desenvolvimento do processo de execução do revestimento cerâmico, com ênfase no planejamento e controle aplicados pela empresa. A segunda etapa, por sua vez, apresenta os resultados da aplicação do método de identificação de perdas por *making-do* desenvolvido por Sommer (2010), com a descrição da coleta de dados e análise dos resultados.

6.1 SISTEMA DE GESTÃO ADOTADO PELA EMPRESA

A construtora do empreendimento em estudo apresenta um sistema de gestão consolidado, aplicando metodologias do sistema *Last Planner*. A esfera da construção civil da empresa tem sua estrutura organizacional composta pelo diretor de engenharia, três gerentes que administram em torno de cinco obras cada um e, por fim, no mínimo um engenheiro de obras em tempo integral no canteiro. Ainda, no canteiro de obras constituem o efetivo da empresa: mestre de obras, estagiários e assistentes, técnico de segurança, assistente administrativo, almoxarife, pedreiros e serventes.

Para organização e efetivação das obras, a empresa possui um setor dedicado apenas ao Planejamento e Orçamento das obras (OEP), sendo responsável pelo planejamento de longo prazo e auxílio no âmbito de reorçamentos e contratações. Ainda, a equipe do setor de OEP, é também responsável pela elaboração da estratégia da obra e pela geração e medição da curva do percentual físico-financeiro do empreendimento. Para formulação do cronograma da obra é utilizado o software *MSPProject*. O engenheiro da obra é responsável por atualizar semanalmente o *MSPProject* de acordo com o andamento da obra para que ao final de cada mês seja possível avaliar a porcentagem de obra concluída, através do índice de desvio de prazo (IDP) que representa a razão entre o avanço físico acumulado da obra e o percentual previsto acumulado.

Por sua vez, o planejamento de médio prazo é produzido através de reuniões mensais entre o engenheiro da obra e seu respectivo gerente de obras. Filtra-se no cronograma de obras, através do *MSPProject*, os pacotes de trabalho que serão realizados nos próximos três meses. Dessa forma, são avaliadas as próximas restrições que devem ser eliminadas e o construído o plano

de ataque que define datas limites para efetivação de cada atividade. Além disso, a equipe de engenharia atua nos pedidos de materiais e na contratação dos empreiteiros desses serviços.













Por sua vez, o engenheiro da obra é responsável por elaborar o planejamento de curto prazo. Para definir as metas de cada semana, é extraído no início de cada mês um relatório do *MSPProject* que apresenta todas as metas do mês para que assim possa ser elaborado o plano de atividades de cada empreiteiro. A rotina de planejamento semanal se inicia na segunda-feira com a reunião de planejamento de curto prazo. Na obra em análise, a reunião é realizada às 13:30 e tem duração média de 45 minutos. Anteriormente à reunião semanal são debatidas com a equipe de estagiárias as metas que foram concluídas ao longo da semana para que possa ser calculado o índice PPC a fim de avaliar o grau de confiabilidade do planejamento. Desse modo, no período da reunião, o engenheiro reúne-se com o mestre, estagiárias e encarregados responsáveis pelas atividades para avaliar como foram as metas da semana e, se for o caso, para debater a razão pela qual alguma dessas metas não pôde ser atingida a fim de solucionar o problema e conseguir executar o pacote de trabalho nas próximas semanas. Na sequência, são propostos e negociados os pacotes de trabalho da semana seguinte. É de extrema importância a presença dos responsáveis de todos os serviços, pois assim caso haja alguma pequena restrição pendente, a solução é solicitada e programada no momento da reunião.

A empresa atende aos requisitos da NBR ISO 9001 e também ao Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviço e Obras da Construção Civil (SiAC) do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). Os processos de execução são todos terceirizados, porém todos os colaboradores envolvidos são treinados e qualificados de acordo com os procedimentos internos tal como o Sistema de Gestão Integrada (SGI) que padronizam a execução dos processos produtivos. As principais atividades da obra, como por exemplo a execução de revestimento cerâmico, possuem um SGI que descreve os responsáveis pelas atividades, resultados esperados, materiais e pré-requisitos, processo de execução, itens que serão inspecionados e impactos ao meio ambiente e segurança.

O controle da qualidade dos pacotes de trabalho executados fica a cargo da equipe de estagiárias que são responsáveis por receber os serviços. Para possibilitar padronização na conferência, a construtora tem estabelecidas as Fichas de Verificação dos Serviços (FVS) que são a fonte de inspeção dos serviços, pois é o local em que estão fundamentados quais são os pontos a serem conferidos, além de uma breve descrição acerca da maneira de como realizar a respectiva

conferência, abordando as margens de tolerância e ferramentas para realizar a inspeção (figura 8). Ademais, a FVS separa os itens de inspeção em condições de início, execução do serviço e resultados. Os itens de condições de início remetem ao kit completo proposto por Ronen (1992) sendo esses essenciais para que não ocorram perdas por *making-do* (Koskela, 2004).

Figura 8 – FVS para acompanhamento da execução de cerâmica de piso

SERVIÇO: Colocação de Cerâmica de Piso		Procedimento: PE.RVI-1	Início: ___/___/___				
CATEGORIA: Cerâmica de Piso		TORRE / PAV. / UNIDADE:	EMPREITEIRO:				
ITENS DE INSPEÇÃO		COMO CONFERIR?	TOLERÂNCIA	Equipamento	APROVAÇÃO		
					R	A	
CONDICÃO DE INÍCIO	1	Abastecimento de materiais conforme kanban	Visual - 1 vez ao dia	-	-		
	2	Limpeza da base	Visual - Amostra 100% - Não deve haver partículas soltas, poeira, óleos ou graxas	-	-		
	3	Impermeabilização concluída e protegida	Visual - Amostra 100% - Proteção executada com chapisco rolado e contrapiso com 1cm de espessura	-	-		
	4	Paginação marcada no piso	Visual - Amostra 100% - Verificar se em todos os ambientes os pontos de marcação do início da paginação está demarcada com spray	-	-		
	5	Verificar o preparo da argamassa colante	Visual - 1 vez - Verificar no início do serviço - Quantidade de água utilizada deve estar de acordo com o fabricante sendo utilizado um dosador	-	-		
	6	Verificar o preparo da argamassa colante	Visual - 1 vez - Verificar em novo evento no andamento do serviço - Quantidade de água utilizada deve estar de acordo com o fabricante sendo utilizado um dosador	-	-		

(fonte: documento técnico da Empresa)

Como método de avaliação do cumprimento dos procedimentos e FVS, todas as obras são auditadas uma vez ao mês pelo setor da qualidade da empresa. Na Auditoria de Qualidade (ADQ), são vistoriados os seguintes itens:

- Passeio e vias públicas;
- Identificação e Organização;
- Recebimento, Controle de Material e Almoxarifado;
- Realização, Acompanhamento e Validação dos Serviços;

- Terminalidade dos Serviços;
- Avaliação dos processos de gestão;
- Controle Tecnológico;
- Sistema de Gestão da Qualidade.

O item “Realização, Acompanhamento e Validação dos Serviços” tem maior porcentagem na nota final da avaliação, seguido pelo item “Terminalidade dos Serviços”. Esse último representa um quesito bastante controlado pela empresa, pois exige-se que não existam pendências de um respectivo serviço sequencial da torre por mais de dois pavimentos abaixo daquele em que o serviço está em execução, evitando o acúmulo de trabalho em progresso e a ocorrência de falta de terminalidade. A meta estabelecida pela empresa é de que as obras obtenham aproveitamento de pelo menos 80% de todos os itens que são auditados.

Para controlar o trabalho em progresso, a empresa utiliza uma planilha denominada de “Escadinha” (figura 9). Nela estão descritas as principais atividades que são caracterizadas por ciclos e que compõem a execução da torre e suas respectivas datas previstas de término em cada pavimento. No momento em que a atividade é concluída em um pavimento anota-se a data de término realizada e a célula é colorida com a cor especificada para atividades finalizadas. Logo, a utilização desse recurso visual possibilita rápido acesso ao ritmo de execução da obra e permite a visualização de possíveis atrasos ainda em tempo de propor estratégias para impedi-los.

Figura 9 – Escadinha

		Atividades												
Início linha de base >>	26/11/2019	03/12/2019		10/12/2019		13/01/2020	03/02/2020		17/02/2020		17/03/2020		27/03/2020	
Término Linha de base >>	04/02/2020	11/02/2020		18/02/2020		16/03/2020	06/04/2020		22/04/2020		08/05/2020		02/06/2020	
Pavimento: Serviços >>	FRAMES	ELÉTRICA	HIDRÁULICA	COMPARTIMENTAÇÃO	PLACAS	FITAMENTO	FORRO	IMPERMEABILIZAÇÃO	PROTEÇÃO MECÂNICA	AZULEJO	REJUNTE AZULEJO	CERÂMICA	REJUNTE CERÂMICA	
Cobertura	Previsto	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	
	Eexecutado													
11º PAV	Previsto	10/02/2020	11/02/2020	27/03/2020	31/03/2020	06/04/2020	07/04/2020	14/05/2020	15/05/2020	26/05/2020	29/05/2020	26/05/2020	26/05/2020	
	Eexecutado	28/02/2020	28/02/2020											
10º PAV	Previsto	03/02/2020	04/02/2020	20/03/2020	24/03/2020	11/04/2020	10/04/2020	07/05/2020	08/05/2020	19/05/2020	22/05/2020	19/05/2020	22/05/2020	
	Eexecutado	03/02/2020	05/02/2020											
9º PAV	Previsto	17/01/2020	24/01/2020	13/03/2020	17/03/2020	23/03/2020	23/03/2020	23/03/2020	23/03/2020	11/05/2020	14/05/2020	11/05/2020	14/05/2020	
	Eexecutado	23/01/2020	24/01/2020											
8º PAV	Previsto	10/01/2020	17/01/2020	06/03/2020	10/03/2020	25/03/2020	27/03/2020	04/05/2020	04/05/2020	04/05/2020	07/05/2020	04/05/2020	07/05/2020	
	Eexecutado	17/01/2020	21/01/2020											
7º PAV	Previsto	03/01/2020	10/01/2020	28/02/2020	03/03/2020	16/03/2020	20/03/2020	03/05/2020	03/05/2020	03/05/2020	03/05/2020	03/05/2020	03/05/2020	
	Eexecutado	09/01/2020	16/01/2020	02/03/2020										
6º PAV	Previsto	23/12/2019	03/01/2020	29/01/2020	28/02/2020	11/03/2020	13/03/2020	30/03/2020	09/05/2020	09/05/2020	09/05/2020	09/05/2020	09/05/2020	
	Eexecutado	03/01/2020	07/01/2020	07/02/2020	28/02/2020									
5º PAV	Previsto	18/12/2019	23/12/2019	03/01/2020	29/01/2020	04/03/2020	06/03/2020	24/03/2020	03/05/2020	03/05/2020	03/05/2020	03/05/2020	03/05/2020	
	Eexecutado	18/12/2019	27/12/2019	29/01/2020	07/02/2020									
4º PAV	Previsto	09/12/2019	16/12/2019	23/12/2019	23/12/2019	12/02/2020	13/02/2020	18/03/2020	26/03/2020	27/03/2020	06/05/2020	06/05/2020	06/05/2020	
	Eexecutado	09/12/2019	16/12/2019	15/01/2020	28/01/2020	12/02/2020	13/02/2020							
3º PAV	Previsto	02/12/2019	09/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	05/02/2020	06/02/2020	12/03/2020	19/03/2020	20/03/2020	27/03/2020	30/03/2020	27/03/2020	
	Eexecutado	03/12/2019	09/12/2019	27/12/2019	16/01/2020	05/02/2020	07/02/2020							
2º PAV	Previsto							07/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	26/05/2020	21/05/2020	02/06/2020	
	Eexecutado												04/06/2020	
CICLOS POR PAVTO		5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	1	5	
QUANT. COLABORADORES		2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	1	3	

(fonte: documento técnico da Empresa)

Ainda, é importante salientar que a empresa utiliza outros importantes recursos de gestão visual: prototipagem e *kanban*. Essas práticas servem para padronizar e controlar os principais processos construtivos. Para o revestimento cerâmico interno é realizado, em torno de dois meses antes do início do serviço, o protótipo de um apartamento de cada tipologia do empreendimento e também da circulação. Dessa forma, são sanados os problemas de incompatibilidade entre projetos, especificação de materiais, boas práticas de execução e definido o padrão de qualidade do pacote de trabalho. Com o protótipo aprovado, é liberada a execução do serviço. Para que não ocorra consumo demasiado de materiais, cada tipologia possui seu *kanban* de sacos de argamassa colante e de caixas de peças cerâmicas, desenvolvido pela estagiária da obra e controlado pelo almoxarife e operador do elevador cremalheira. Por consequência, o executor do serviço utiliza dos recursos com mais cautela e atenção para evitar desperdícios e a gerência da obra tem maior controle do uso e estoque dos materiais, evitando possíveis perdas por *making-do* causadas pela falta de materiais (KOSKELA, 2000).

6.2 PROCESSO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

A execução de revestimento cerâmico interno, processo construtivo analisado no presente estudo, está fundamentado no procedimento executivo da empresa denominado de PE.RVI.01 - Execução de Revestimento Cerâmico interno (Piso e Azulejo). Neste documento estão descritas todas as informações a respeito de produtividade, materiais, ferramentas e equipamentos, além de todo o processo construtivo, seus resultados esperados e itens que serão inspecionados.

Ademais, para melhor compreensão do padrão de execução é realizado um treinamento ministrado pelo engenheiro da obra para todos os funcionários responsáveis pela execução do serviço, a fim de elucidar os resultados esperados e os itens que serão fortemente vistoriados. Ressalta-se que a primeira conferência é realizada pelo engenheiro da obra acompanhado pela estagiária responsável pela vistoria do serviço com o propósito de explicar como deve ser inspecionado cada item e definir padrões de execução e qualidade.

6.3 PERDAS POR *MAKING-DO* NA OBRA DE ESTUDO

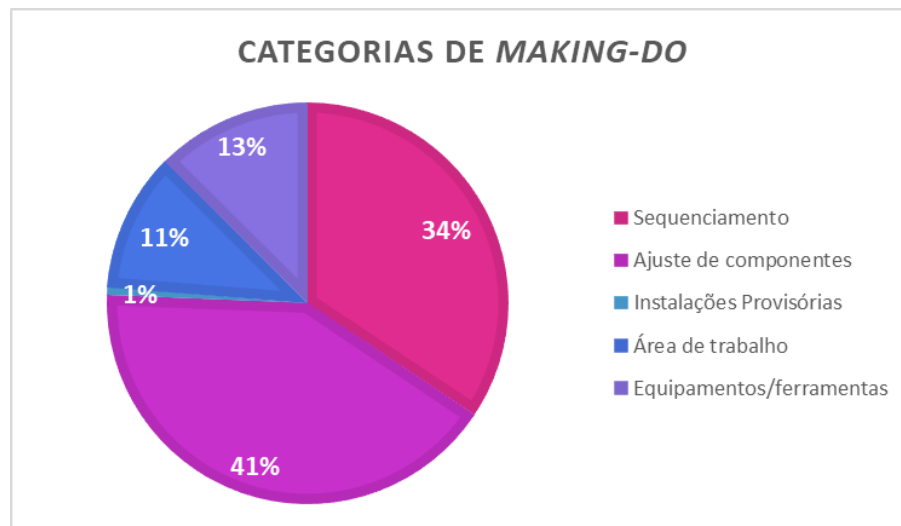
A partir do método proposto por Sommer (2010), foram registradas e catalogadas 160 (cento e sessenta) ocorrências de improvisação na obra de análise (apêndice A).

Com a estruturação da planilha do banco de dados, foram construídos gráficos e tabelas auxiliares através do *software Microsoft Excel*. Buscou-se analisar a categoria com mais recorrências, assim como origens e impactos. Além disso, estudou-se perdas específicas e também improvisações que não resultaram em perdas e foram resultados do desenvolvimento da engenharia de resiliência.

6.3.1 Categoria de *making-do* mais recorrente

Através da análise das categorias de perdas por improvisação, constatou-se que a categoria mais recorrente foi referente à “Ajuste de componentes” seguida pela categoria de “Sequenciamento”, conforme figura 10.

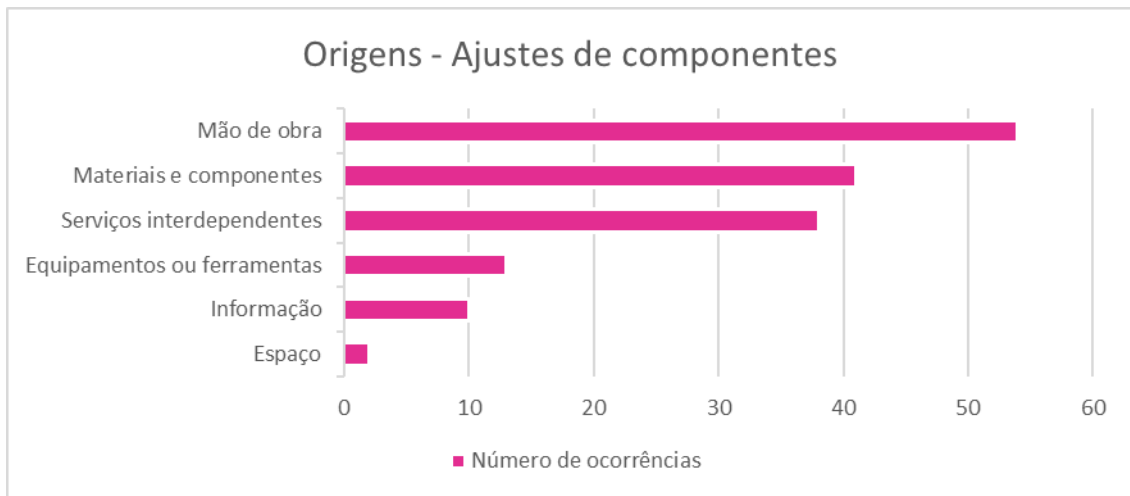
Figura 10 – Categorias de *Making-do*



(fonte: elaborado pela autora)

Constatada que a categoria de perdas mais recorrente foi “Ajuste de componentes”, investigou-se quais foram as principais causas responsáveis, resultando em cinquenta e quatro ocorrências relacionadas a “Mão de obra”, quarenta e uma ocorrências relacionadas a “Materiais e componentes” e outras trinta e oito como “Serviços interdependentes” (figura 11).

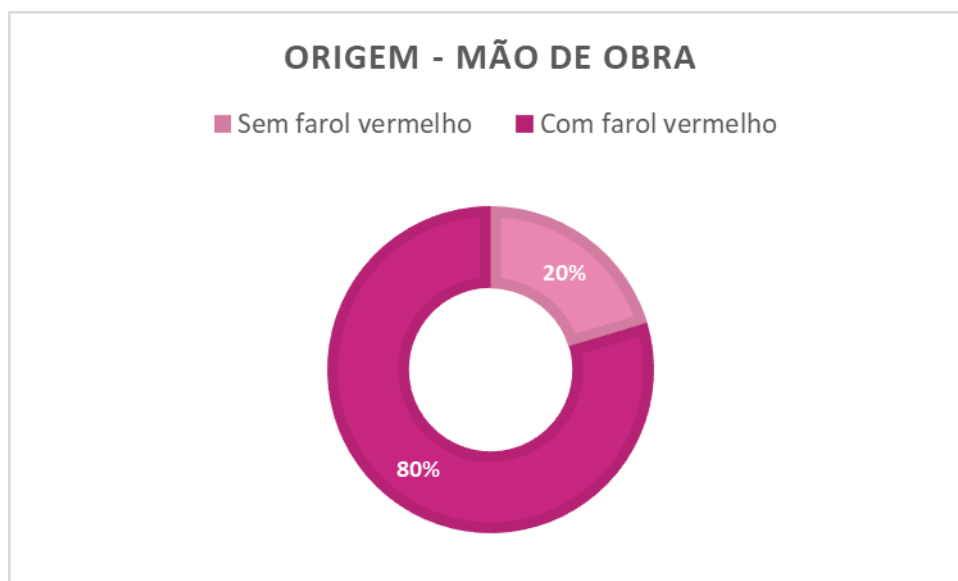
Figura 11 – Origens da categoria “Ajuste de componentes”



(fonte: elaborado pela autora)

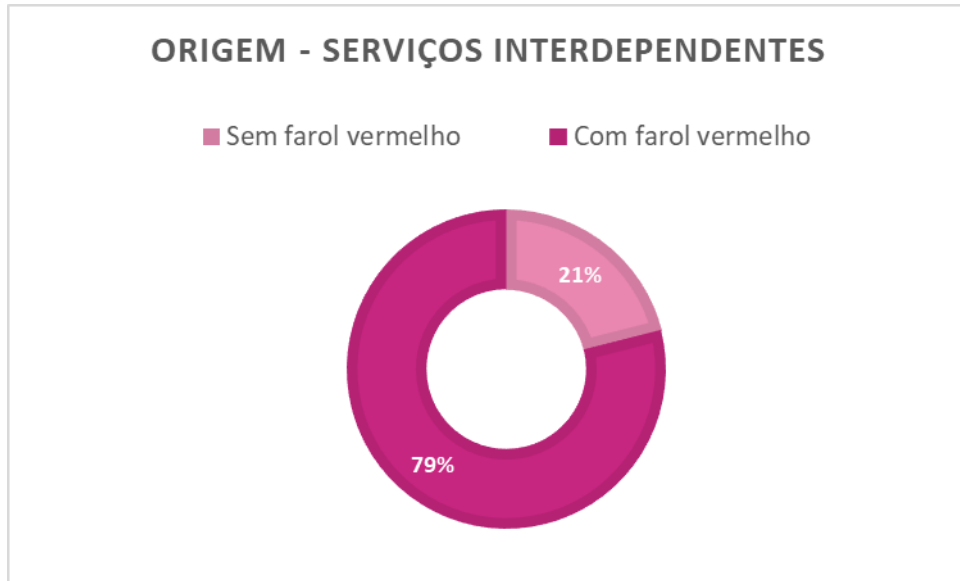
Para classificar o grau de severidade dessas origens, foi realizada a análise acerca do número de vezes em que essas origens foram classificadas com farol vermelho através da aplicação da matriz de avaliação de riscos proposta por Fireman (2012), dessa forma, pode-se concluir que a grande maioria das perdas classificadas com as origens de “Mão de obra” e/ou de “Serviços interdependentes” são de alto risco, conforme figuras 12 e 13.

Figura 12 – Perdas classificadas como “Ajuste de componentes” com origem em “Mão de obra”



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 13 – Perdas classificadas como “Ajuste de componentes” com origem em “Serviços interdependentes”

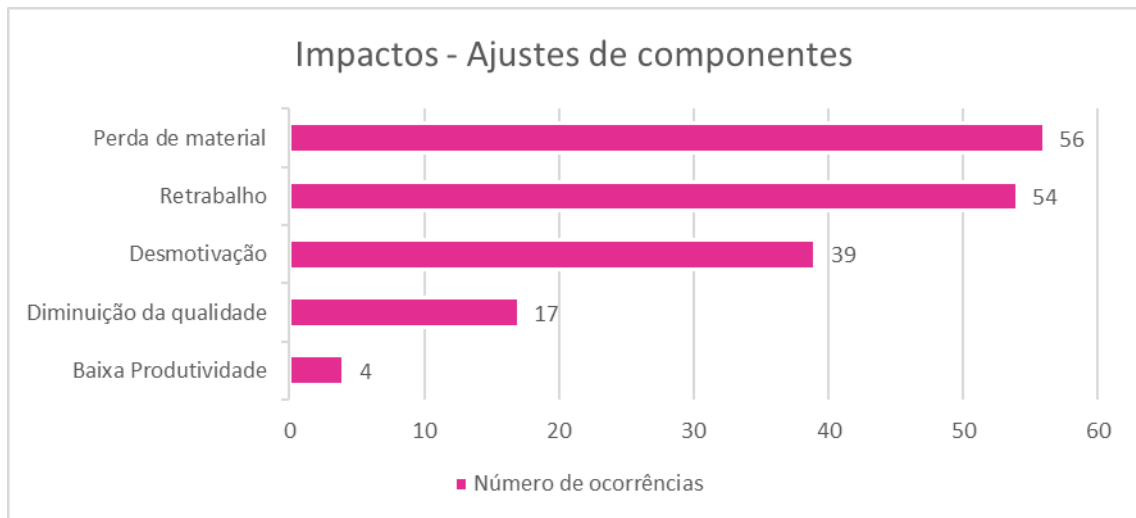


(fonte: elaborado pela autora)

Essa condição levanta a hipótese de que as improvisações com o objetivo de ajustar os componentes e materiais estejam fortemente ligadas à capacitação da mão de obra, seja através de qualificação profissional externa ou por parte dos treinamentos padrões aplicados pela empresa, e também ao recebimento dos serviços anteriores em condições adequadas para a realização do próximo pacote de trabalho, sugerindo que possam existir falhas nesta “passagem de bastão” e na capacitação dos profissionais terceirizados que executarão os serviços.

Da mesma forma, identificou-se os principais impactos que as perdas ocorridas por “Ajuste de componentes” causaram, constatando cinquenta e seis impactos em “Perda de material”, sendo quarenta e três deles classificados com farol vermelho, e cinquenta e quatro impactos em “Retrabalho”, quarenta e três deles com farol vermelho (figura 14).

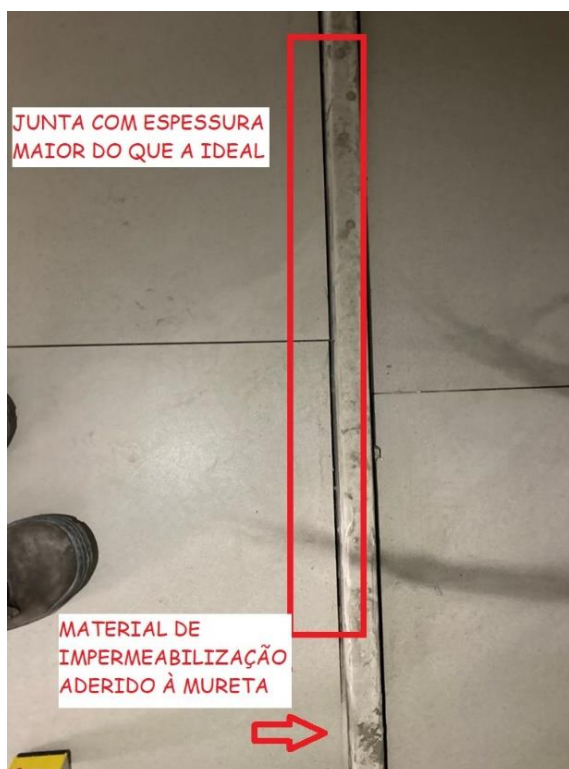
Figura 14 – Impactos da categoria “Ajuste de componentes”



(fonte: elaborado pela autora)

A perda mais recorrente na categoria supracitada tem relação com o corte e assentamento das peças cerâmicas de encontro com a mureta de granito utilizado para acabamento da região do box dos banheiros. O problema tem sua origem relacionada com o serviço anterior de impermeabilização, visto que foram deixados restos de material utilizado para impermeabilização aderidos à mureta, fazendo com que os ceramistas tivessem que ajustar o corte da cerâmica de maneira que a mesma ficasse mais distante da pedra de granito, conforme demonstrado na figura 15.

Figura 15 – Registro da perda por “Ajuste de componentes”



(fonte: elaborado pela autora)

A perda supracitada foi classificada com origens de “Serviços interdependentes”, “Mão de obra” e “Materiais e componentes”, dado que os profissionais de impermeabilização não possuíam os materiais adequados para realizar a limpeza das muretas após finalização do seu serviço e que os ceramistas tiveram que adaptar a execução do seu trabalho para suprir a falha anterior. Os impactos observados foram “Perda de material”, “Retrabalho” e “Desmotivação”, sendo a improvisação classificada através da matriz de avaliação de riscos proposta por Fireman (2012) como frequente e com classe de severidade muito alta, uma vez que quando sinalizada a ocorrência era necessário remover as peças cerâmicas assentadas, executar a limpeza da mureta e assentar novas peças com o recorte correto, elevando consideravelmente a perda de materiais e o índice de retrabalhos.

6.3.2 Relação entre categorias, origens e impactos

Analisando a relação “categoria x origem”, é possível constatar através da figura 16 que as categorias de “Instalações provisórias”, “Área de trabalho” e “Equipamentos/ferramentas” tem

suas origens bem definidas, visto que são poucos os tipos de improvisações registradas e com baixos índices de recorrência.

Figura 16 – Categoria x origem

CATEGORIA x ORIGEM	Serviços interdependentes	Materiais e componentes	Informação	Mão de obra	Equipamentos ou ferramentas	Espaço	Instalações
Sequenciamento	100%	0%	0%	95%	15%	13%	0%
Ajuste de componentes	58%	62%	15%	82%	20%	3%	0%
Instalações Provisórias	0%	0%	0%	0%	100%	0%	100%
Área de trabalho	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
Equipamentos/ferramentas	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%

(fonte: elaborado pela autora)

Exemplificando, a perda por *making-do* em “Instalações provisórias” refere-se ao episódio em que um ceramista estava executando o revestimento apenas com o auxílio da lanterna do seu celular, pois não dispunha do adequado refletor para uso (figura 17).

Figura 17 – Perda por *making-do* registrada na categoria “Instalações provisórias”



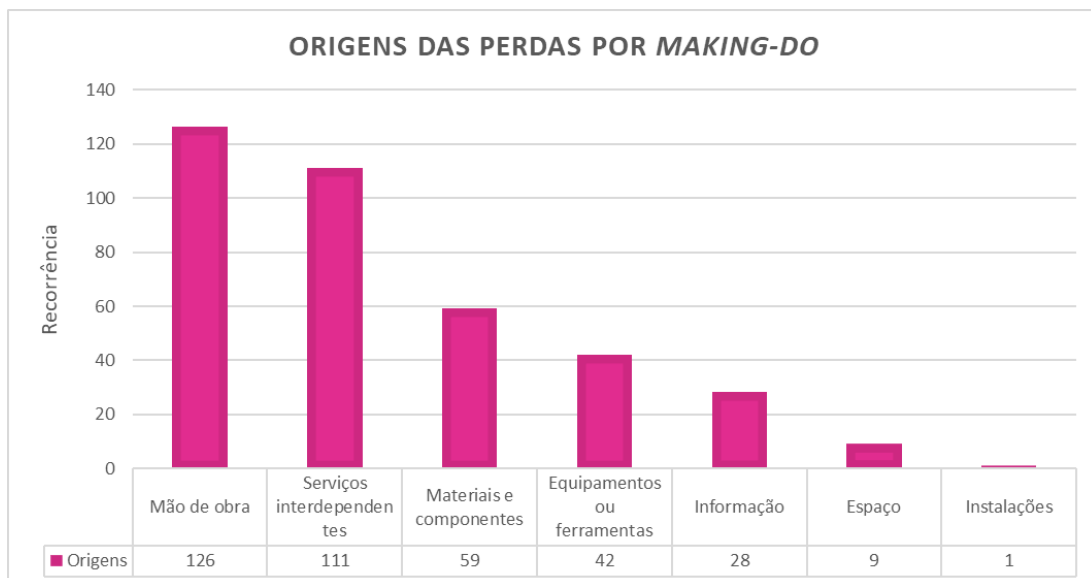
(fonte: elaborado pela autora)

As improvisações em “Área de trabalho” tiveram dezoito ocorrências distribuídas em dois tipos de perdas e aconteceram porque a laje da área de trabalho do revestimento cerâmico não estava em condições ideais de execução. Por fim, ocorreram vinte episódios com perdas na categoria “Equipamentos/ferramentas” distribuídos em três tipos de perdas que aconteceram devido à falta dos equipamentos como nível laser e cortador de piso.

Ainda na figura 16, também é possível concluir que a ausência do pré-requisito “Mão de obra” foi um fator importante nas improvisações das categorias “Ajuste de componentes” e “Sequenciamento”. Corroborando com os dados já demonstrados no presente estudo, a causa “Serviços interdependentes” também é um dos principais fatores para a ocorrência das perdas por *making-do*.

Entre todos os pré-requisitos identificados como causas das perdas por *making-do*, foram registrados cento e vinte e seis incidências de “Mão de obra”, resultando em 34% das perdas, e cento e onze incidências de “Serviços interdependentes”, totalizando 30%, conforme demonstrado na figura 18.

Figura 18 – Origem das perdas por *making-do*

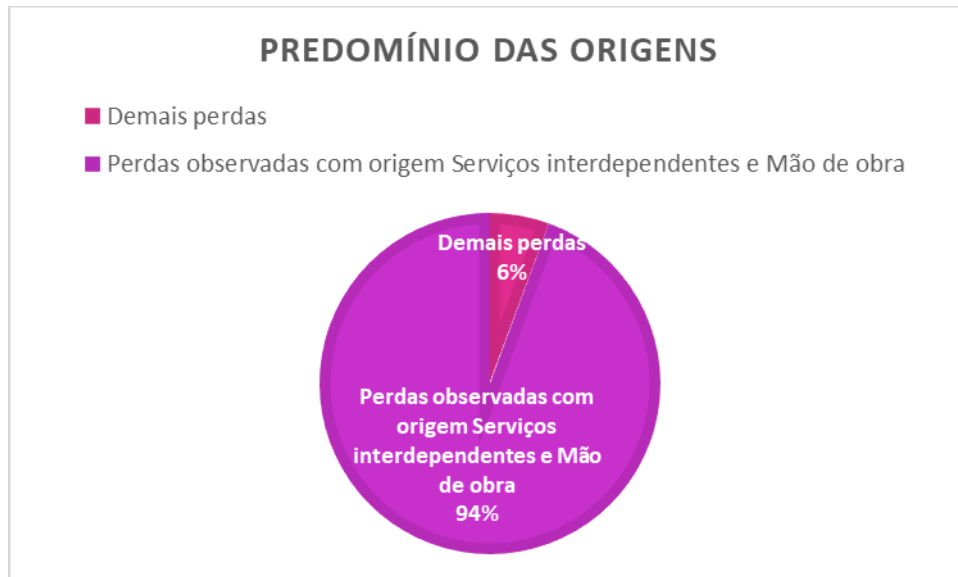


(fonte: elaborado pela autora)

Ademais, foram registradas apenas nove incidências de improvisações, divididas em dois registros de perdas diferentes, que não tiveram como uma de suas causas a “Mão de obra” ou

“Serviços interdependentes”, constatando que cento e cinquenta e uma, ou seja, 94% das ocorrências de *making-do* tiveram sua origem atrelada a esses dois pré-requisitos (figura 19).

Figura 19 – Predomínio das origens



(fonte: elaborado pela autora)

Esse é um ponto importante de alerta e serve como indicativo de que as atividades de planejamento e controle precisam ser aprimoradas ou melhor aplicadas. Através de um planejamento mais real e coerente pode-se obter sucesso na relação dos serviços que se sucedem a fim de que, com alto nível de controle por parte da equipe de engenharia, possam ser finalizados dentro do prazo e com qualidade, tornando a próxima atividade livre de impeditivos. Além disso, mostra-se evidente que a mão de obra precisa receber mais qualificação e treinamento para que em momentos propícios de improvisação, a atitude seja ponderada mais vezes e a perda não ocorra. O acompanhamento contínuo da execução dos pacotes de trabalho e controle da efetiva conformidade com o procedimento pode tornar as perdas com causas originadas de mão de obra menos recorrentes, pois, dessa forma, será possibilitada a intervenção quando existir a tendência de *making-do*.

No estudo de “categoria x impactos” (figura 20), chega-se a uma conclusão semelhante à obtida acerca das origens para as categorias “Instalações provisórias”, “Área de trabalho” e “Equipamentos/ferramentas”. Na improvisação referente ao uso da lanterna do celular, foram constatados impactos de “Baixa produtividade”, “Diminuição da qualidade” e “Redução da

segurança”, visto que em um ambiente mais escuro o trabalho é dificultado e o risco de acidentes é elevado consideravelmente. Para “Equipamentos/ferramentas”, os impactos foram “Perda de material” e “Retrabalho”, visto que utilizando as ferramentas inapropriadas a qualidade do serviço é diretamente afetada e torna-se necessária uma nova execução. Já para a “Área de trabalho” a ausência do pré-requisito referente a laje em condições de execução do revestimento causou, além da “Perda de material” e “Retrabalho”, “Desmotivação” na equipe executora.

Figura 20 – Categoria x impacto

CATEGORIA x IMPACTO	Baixa Produtividade	Retrabalho	Perda de material	Diminuição da qualidade	Desmotivação	Aumento do trabalho em progresso	Redução da segurança	Não terminalidade
Sequenciamento	9%	7%	7%	11%	9%	71%	0%	73%
Ajuste de componentes	6%	82%	85%	26%	59%	0%	0%	0%
Instalações Provisórias	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%
Área de trabalho	0%	100%	100%	0%	100%	0%	0%	0%
Equipamentos/ferramentas	0%	100%	100%	5%	0%	0%	0%	0%

(fonte: elaborado pela autora)

Conforme já debatido, a categoria “Ajuste de componentes” impacta diretamente na “Perda de material” e “Retrabalho”, já que é preciso refazer todo o serviço que foi prejudicado. Entretanto, quando se trata da improvisação de “Sequenciamento”, os principais impactos gerados pelas perdas são “Não terminalidade” e “Aumento do trabalho em progresso”, visto que quando existem problemas de sequenciamento, o trabalho não pode ser finalizado e muitas vezes permanece inativo por bastante tempo, até que se consiga cumprir com a atividade antecessora. Em resumo, a perda por trabalho em progresso ocorre devido à falta de terminalidade dos pacotes de trabalho, ocasionando estoques ao longo da linha de produção (ALVES, 2000).

6.3.3 Improvisações e aprendizagem

Na obra de estudo, as instalações hidráulicas de água fria e água quente das unidades privativas foram executadas com o uso de tubulações PEX. De acordo com a fabricante Astra, trata-se de uma tubulação flexível executada em polietileno reticulado que pode ser aplicada em instalações de água fria e quente, gás GLP, gás natural e ar condicionado. Para realizar o

acabamento das instalações hidráulicas dos banheiros e cozinhas, utilizou-se uma carenagem pré-fabricada em metal que receberia revestimento por placas de *drywall* após sua instalação nas unidades privativas (figura 21).

Figura 21 – Carenagem com e sem revestimento



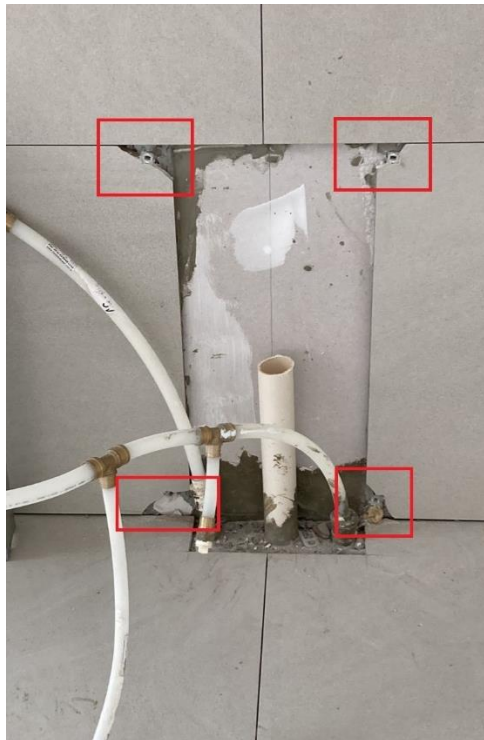
(fonte: elaborado pela autora)

Definiu-se que as carenagens seriam instaladas e revestidas anteriormente à execução do revestimento cerâmico. Entretanto, por problemas burocráticos e de disponibilidade de mão de obra, a empreiteira contratada para instalação não cumpriu com os prazos e a execução da cerâmica iniciou sem as carenagens instaladas. Dessa forma, não foi possível assentar os rodapés cerâmicos, pois sem o revestimento da carenagem não seria obtido um bom acabamento da peça do rodapé no encontro com a futura placa de *drywall*. Essa foi uma perda por *making-do* classificada como “Sequenciamento”, com origens em “Serviços interdependentes” e “Mão de obra” causando impactos de “Não terminalidade” e “Aumento do trabalho em progresso”, pois o serviço ficou mais de trinta dias em aberto. Como essa situação ocorreu em dois pavimentos, obteve-se um índice de ocorrências bastante elevado e recebeu farol vermelho na matriz de avaliação de riscos (FIREMAN, 2012). A sugestão de não realizar o rodapé sem o revestimento da carenagem partiu dos ceramistas que, baseados em suas experiências, destacaram que o acabamento poderia não ficar totalmente satisfatório. Segundo Costella et al. (2009), essa é uma característica de desenvolvimento da engenharia de resiliência, já que houve

a intervenção dos operadores por meio de propostas diferentes daquelas adotadas pelo sistema, sendo esses capazes e autônomos para tomar decisões importantes sem esperar por instruções dos gerentes.

Ainda na categoria de “Sequenciamento”, foi registrada mais um tipo de perda por improvisação na instalação das carenagens em duas cozinhas. A ocorrência trata-se da fixação da carenagem na parede que ocorreu após a execução do azulejo, causando sua quebra (figura 22). Dessa forma, por conta de falhas nos pré-requisitos de “Serviços interdependentes”, “Mão de obra” e “Equipamentos e ferramentas”, já que a carenagem não foi instalada anteriormente por falta de efetivo e o revestimento cerâmico executado sem todos os pré-requisitos disponíveis. Ademais, houve perda de materiais e retrabalhos em serviços de impermeabilização e execução de revestimento cerâmico, sendo a perda classificada com classe de severidade “Muito alta”. Pode-se atribuir a responsabilidade dessa perda à falta de controle no planejamento da produção, já que não foi cumprida a ordem de execução dos pacotes de trabalho e ainda assim o serviço de cerâmica nesses apartamentos foi liberado.

Figura 22 – Peças cerâmicas danificadas na instalação da carenagem



(fonte: elaborado pela autora)

A partir do quarto pavimento foi possível iniciar a execução do revestimento cerâmico já com a carenagem instalada e revestida. Entretanto, nesse momento identificou-se uma perda por *making-do* caracterizada como “Ajuste de componentes”. No recebimento do pacote de trabalho, foi verificado que o encontro entre cerâmica e carenagem estava, em alguns casos, com recortes imprecisos e juntas muito largas, apresentando um acabamento insatisfatório (figura 23). Ainda, em determinadas unidades, a paginação da cerâmica neste encontro exigia filetes muito estreitos dificultando sua execução, visto que os trabalhadores não possuíam as ferramentas adequadas e, em alguns casos, a mão de obra não era especializada para tanto (figura 24). Além disso, nas situações em que era possível a execução, os ceramistas precisavam ajustar o recorte das peças cerâmicas para aperfeiçoar o acabamento, causando constantemente quebra de peças até obter um resultado satisfatório. Essa situação causou alto índice de perda de materiais e retrabalhos, já que quando identificado o erro era necessário retirar as peças de rodapés e realizar cortes em novas peças cerâmicas.

Figura 23 – Encontro cerâmica com carenagem com junta muito larga e imprecisa, diferenciando do encontro do rodapé



(fonte: elaborado pela autora)

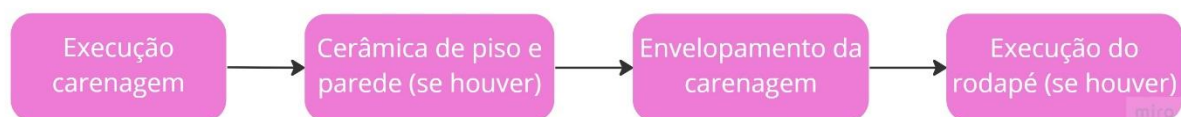
Figura 24 – Exigência de filete muito estreito



(fonte: elaborado pela autora)

Após essa observação, analisou-se a situação por completo e concluiu-se que a melhor solução para reduzir as perdas referentes a esse acabamento seria alterar a ordem de execução, adotando a sequência apresentada na figura 25:

Figura 25 – Sequência de execução do pacote de trabalho



(fonte: elaborado pela autora)

Dessa maneira, a qualidade do serviço seria significativamente aumentada, pois a cerâmica de piso avançaria até o encontro da superfície do metal da carenagem, recebendo posteriormente a placa de *drywall* por cima, cobrindo o encontro do piso com o metal, não apresentando juntas irregulares e proporcionando acabamento de qualidade. Após o revestimento em gesso, liberaria para a execução do rodapé cerâmico. Entretanto, para que esse cronograma aconteça

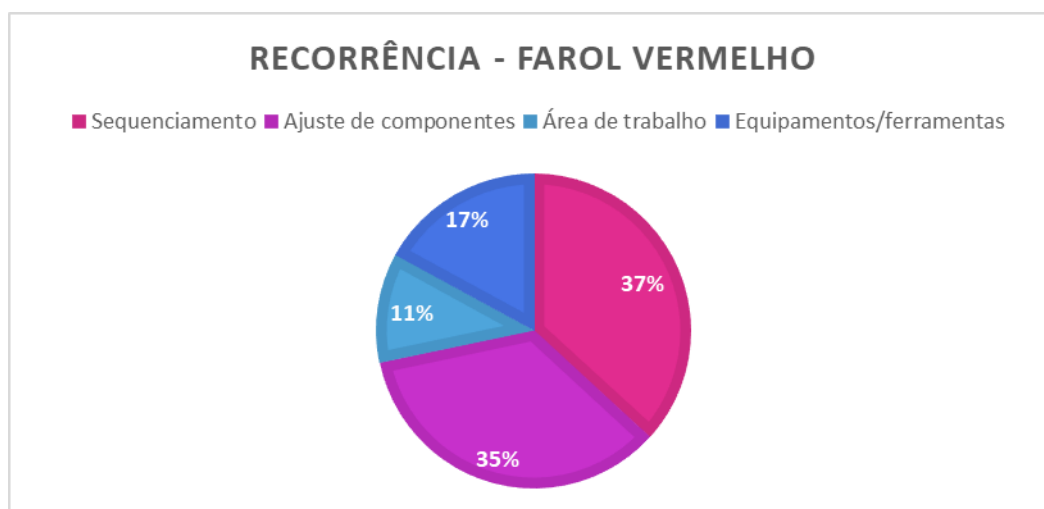
corretamente, é necessário muito planejamento juntamente com os empreiteiros e encarregados e controle por parte da equipe de engenharia. Os prazos para cada etapa devem ser descritos no PPC da semana e exaltada a importância do seu cumprimento na reunião de curto prazo. O controle deve ser contínuo e assíduo para que não ocorram deslizamentos nos prazos. Dessa forma, é possível obter uma sincronização das atividades e bom desempenho no quesito qualidade e aproveitamento de materiais, reduzindo perdas, retrabalho e desmotivação dos trabalhadores.

6.3.4 Perdas classificadas com farol vermelho na Matriz de Avaliação de Riscos proposta por Fireman

Para contribuir com o estudo e entendimento das perdas por *making-do*, Fireman (2012) propôs uma matriz de avaliação de riscos (figura 3 – item 3.5). Foram definidos parâmetros de probabilidade e severidade e combinados em três zonas: vermelha (alta prioridade); amarela (prioridade intermediária) e verde (menor prioridade). Ao aplicar a matriz, torna-se mais simples identificar quais perdas têm prioridade de ações corretivas (FIREMAN, 2012).

No estudo realizado, foram identificados seis tipos de perdas por *making-do* classificadas com farol vermelho por conta da sua severidade e/ou probabilidade. De todas as cento e sessenta recorrências registradas, foram cento e seis perdas com farol vermelho. Entre elas, as categorias registradas e suas porcentagens estão descritas na figura 26.

Figura 26 – Categorias de perdas com farol vermelho de acordo com o índice de recorrência

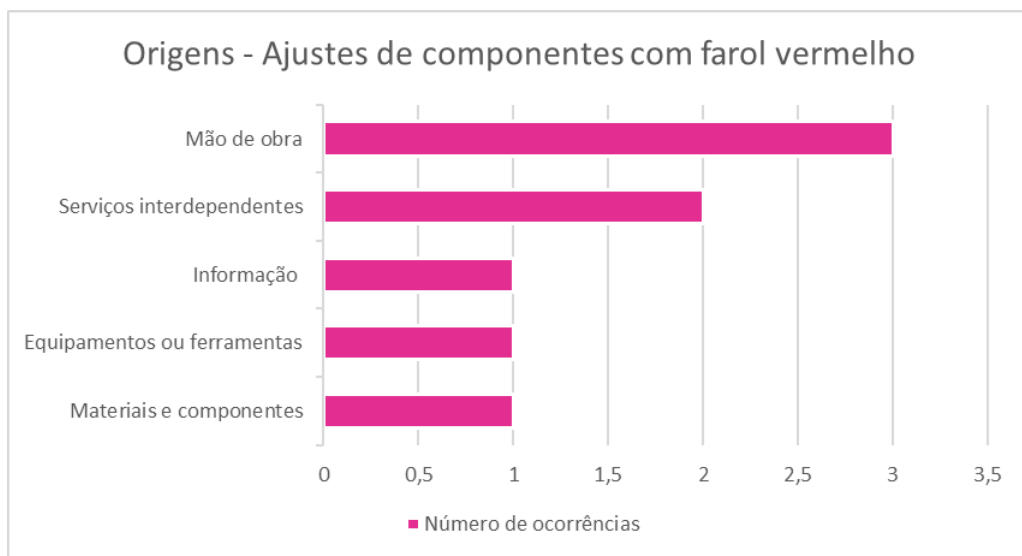


(fonte: elaborado pela autora)

Nota-se que a categoria com mais registros é “Sequenciamento”, totalizando trinta e nove casos, que referem-se a apenas um tipo de perda que é “Não execução do rodapé por falta do revestimento em *drywall* da carenagem”, registro já citado no presente trabalho. Essa improvisação tem suas origens em “Serviços interdependentes” e “Mão de obra”, já que foi a indisponibilidade da mão de obra de serviços anteriores que a causou. A grande quantidade de ocorrências desse caso, causou altos índices de falta de terminalidade e aumento do trabalho em progresso e deve-se ao mal planejamento da sequência das atividades oriundo da falta de experiência dos gestores com essa tipologia de execução.

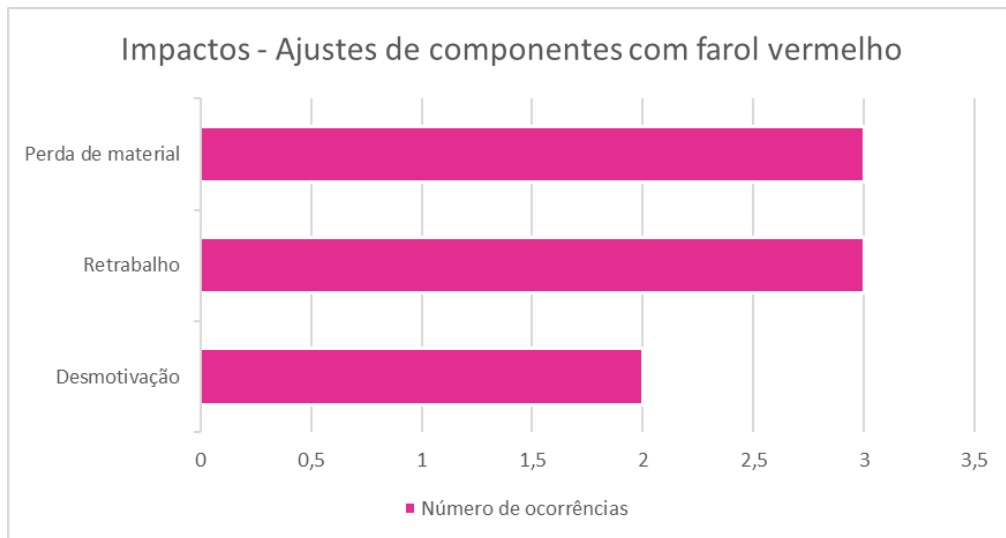
A segunda categoria de *making-do* mais registrada e que recebeu farol vermelho de acordo com a matriz proposta por Fireman foi “Ajuste de componentes” com trinta e sete casos distribuídos em três tipos de perdas. Entre elas, a origem que mais causou essa grave classe de perda foi “Mão de obra” seguido por “Serviços interdependentes”, conforme demonstrado na figura 27 e a maioria de seus impactos registrados foram “Perda de material” e “Retrabalho” (figura 28).

Figura 27 – Origens das perdas por “Ajuste de componentes” com farol vermelho



(fonte: elaborado pela autora)

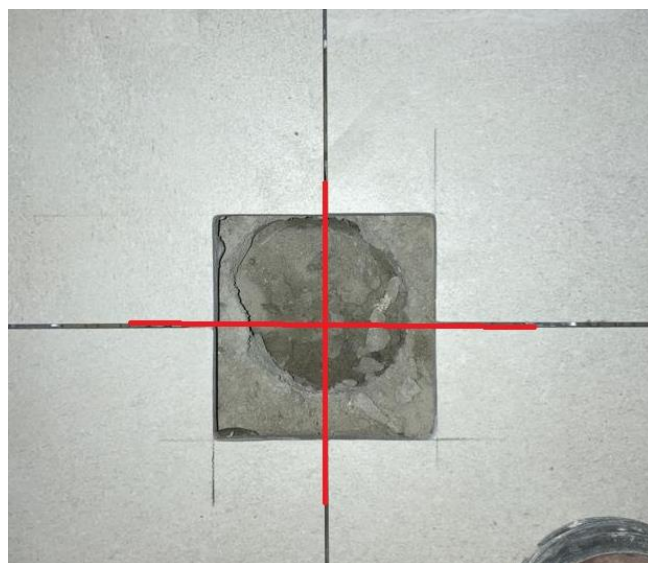
Figura 28 – Impactos das perdas por “Ajuste de componentes” com farol vermelho



(fonte: elaborado pela autora)

Todos os problemas com mão de obra e com serviços anteriores causaram perdas de material e retrabalho, seguidos por desmotivação dos trabalhadores. Duas dessas perdas receberam classe de severidade “Muito alta” e referem-se à execução do encontro da cerâmica com a mureta de granito com junta muito maior do que a solicitada (figura 15 – item 6.3.1) e à paginação da cerâmica realizada sem a centralização dos ralos dos boxes de banho, como é possível observar na figura 29.

Figura 29 – Canalização do ralo não ficou centralizado no recorte da cerâmica

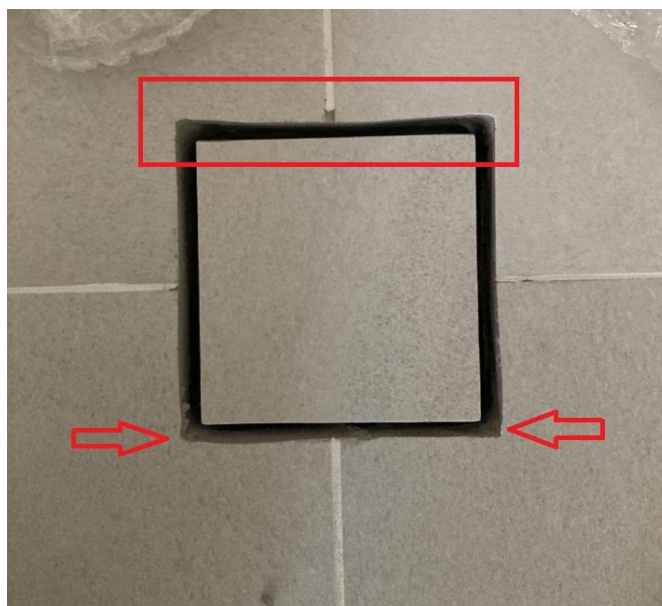


(fonte: elaborado pela autora)

A terceira tipologia de perda tem relação com o encontro impreciso da cerâmica com o revestimento da carenagem e recebeu classe de severidade “Alta” (figuras 23 e 24). Foram problemas de falhas na compreensão do que era solicitado e que poderiam ser amenizados com treinamento mais especializado por parte da equipe de engenharia, mão de obra mais qualificada e também com acompanhamento mais assíduo para permitir um controle eficaz da produção, evitando perdas de material e retrabalhos, retratando custos não previstos e possíveis atrasos na conclusão da obra.

Na categoria “Equipamentos/ferramentas” obteve-se farol vermelho através da perda referente ao recorte impreciso de ralos contando com dezoito recorrências (figura 30). Esse recorte foi improvisado com o uso de ferramentas inapropriadas, retratando recortes com falhas e sem qualidade. Essa perda por *making-do* trouxe perdas de material e retrabalhos, pois foi necessário corrigir os recortes e, algumas vezes, trocar todas as peças cerâmicas do entorno do ralo.

Figura 30 – Recorte impreciso dos ralos



(fonte: elaborado pela autora)

A última categoria que registrou farol vermelho na matriz de avaliação de riscos com severidade “Muito alta” e probabilidade “Provável” foi a perda por improvisação do piso cerâmico executado sobre contrapiso de argamassa cavo. Como solicita o procedimento executivo da impermeabilização proposto pela empresa, este contrapiso é executado na área do box do banheiro sob o chapisco que protege a impermeabilização e que após recebe a cerâmica,

entretanto no momento da conferência do piso cerâmico registrou-se som cavo num total de doze boxes de banheiros. Comprovou-se que foi realizada corretamente a dupla colagem da peça cerâmica e que o som cavo era oriundo do contrapiso executado pela equipe de impermeabilização que, por sua vez, não utilizou os materiais adequados. Essa perda tem classe de severidade muito alta, visto que é necessário refazer a impermeabilização do box e também o revestimento cerâmico que possui paginação com quatro peças, causando alta taxa de perda de material, retrabalho e desmotivação.

Essa perda ocorreu por conta da área de trabalho que não estava adequada para a realização do pacote de trabalho e poderia ser evitada através do ajuste na informação a respeito dos serviços. Em reunião entre a equipe da obra e o setor de qualidade definiu-se que deve ser acrescida no procedimento executivo da impermeabilização a obrigatoriedade da verificação da qualidade e prazo de validade dos materiais e da conferência da ausência de som cavo, prática que passou a ser realizada nas demais áreas de trabalho do revestimento cerâmico antes de inicia-lo, construindo um mapeamento dos problemas, conforme figura 31.

Figura 31 – Mapeamento das regiões que apresentam som cavo



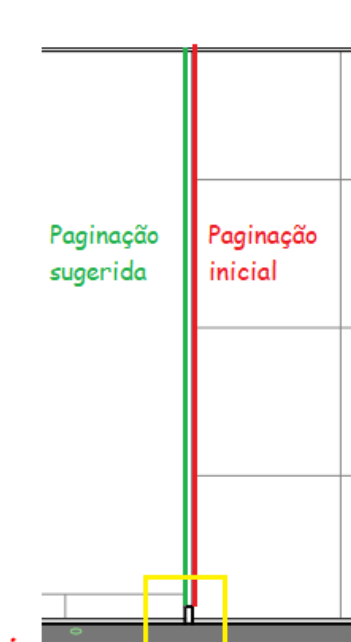
(fonte: elaborado pela autora)

6.3.5 Desenvolvimento da Engenharia de Resiliência

Na obra de estudo foram identificadas duas situações em que perdas por improvisação foram evitadas devido a intervenção dos operadores por meio de propostas diferentes daquelas adotadas pelo sistema.

A primeira ocorreu na execução do apartamento protótipo. No projeto de paginação do revestimento cerâmico da parede, a peça era cortada antes de ultrapassar a lateral da mureta, de modo que a instalação do futuro perfil da porta do box seria fixada diretamente na placa de *drywall* e não na cerâmica, diferente do que aconteceria na outra lateral da porta, já que deste lado a cerâmica tinha sua paginação até a lateral externa da mureta. No momento da realização do apartamento protótipo, o ceramista acionou a equipe de engenharia da obra sugerindo que o revestimento fosse realizado de maneira diferente do projeto, pois de acordo com sua experiência traria mais qualidade e melhor acabamento. A equipe de engenharia juntamente com a equipe da qualidade entendeu os motivos e concordou com o ajuste, sendo assim, já no protótipo, foi apresentada uma nova alternativa e solicitada a alteração em projeto (figura 32), reduzindo futuras perdas de materiais e retrabalhos que seriam registrados caso a equipe prosseguisse com a execução através do uso dos projetos não adequados, registrando mais uma perda por *making-do*.

Figura 32 – Paginação inicial e paginação sugerida e adotada



(fonte: elaborado pela autora)

A segunda ocorrência de intervenção dos ceramistas foi relativa à paginação do apartamento final 12. De acordo com o projeto, o ralo do box do banheiro deveria estar localizado no encontro de quatro peças, porém, dessa forma, a cerâmica da parede apresentaria um filete no lado esquerdo da janela com menos de dois centímetros, dificultando sua execução e com alta probabilidade de perdas de material no momento do recorte, ocasionando retrabalhos. Sendo assim, sugeriu-se alterar o projeto para proporcionar um acabamento mais qualificado e uma execução mais facilitada. O ralo foi executado em duas peças cerâmicas, e não mais em quatro peças, eliminando o pequeno filete de cerâmica (figura 33).

Figura 33 – Banheiro final 12 com nova paginação, indicação no canto esquerdo superior do local onde seria registrado o filete caso fosse seguida a paginação de projeto



(fonte: elaborado pela autora)

Segundo Costella et al. (2009), um dos princípios que fomentam a ER é a aprendizagem, que sugere que deve ser realizado um monitoramento dos procedimentos para que se possa entender o trabalho dos operadores em comparação com o que a gerência sugere. Além disso, o outro princípio possibilita que haja flexibilidade para permitir que o operacional possa sugerir novas decisões com base em suas experiências. Por consequência do desenvolvimento da engenharia

de resiliência, foram evitadas perdas por improvisação através da não execução dos pacotes de trabalho sem a adequada informação de projetos e permitiu que a equipe operacional desfrutasse de confiança para sugerir novas ideias com base em suas experiências, resultando em melhores resultados e rápida execução.

7 CONCLUSÃO

Fundamentado na revisão bibliográfica a respeito das perdas por *making-do* na produção observou-se a relevância desse tópico no controle e qualidade da produção e verificou-se o interesse da realização de estudos nessa temática. Desse modo, foi conduzido o presente trabalho com o objetivo principal de reconhecer e analisar as perdas por *making-do* na execução do revestimento cerâmico interno em uma obra residencial. Para tanto, foi realizada uma coleta de dados em campo para posterior classificação e caracterização das perdas, buscando metodologias para redução da sua incidência.

Como objetivo secundário, teve-se a classificação das perdas segundo as categorias propostas por Sommer (2010). Para que fosse possível a correta identificação das perdas, foi necessário analisar os sistemas de gestão da empresa, assim como os procedimentos padrão de execução do revestimento cerâmico. Esse processo teve extrema importância no estudo, pois possibilitou uma imersão nas perdas registradas, buscando o melhor entendimento das ocorrências com o objetivo de elenca-las de acordo com suas categorias e causas. Os conhecimentos adquiridos orientaram a coleta de dados e permitiram o reconhecimento das perdas por *making-do*. Dessa maneira, constatou-se que a categoria mais registrada foi “Ajuste de componentes” com suas principais causas relacionadas à falta de mão de obra qualificada e disponível para a realização da atividade e à interferência de serviços interdependentes. O principal impacto causado pelas perdas dessa categoria foi o alto índice de perda de material e de retrabalhos, elevando o custo da produção e o prazo de execução. Com as mesmas origens, a segunda categoria com mais registros é “Sequenciamento” que causou altos índices de falta de terminalidade e aumento do trabalho em progresso. Ambas categorias também foram as que mais obtiveram registros de farol vermelho na matriz de avaliação de riscos utilizada.

Ademais, o trabalho permitiu uma importante consideração a respeito de um processo construtivo novo na empresa: a utilização da carenagem revestida com placas de *drywall*. Através de erros e acertos e de registro de perdas por *making-do* classificadas como “Sequenciamento” e “Ajuste de componentes” desenvolveu-se a sequência mais apropriada para execução do serviço, ressaltando a importância do planejamento na construção e do controle contínuo e assíduo das atividades, garantindo um desempenho satisfatório no quesito

qualidade e aproveitamento de materiais, reduzindo perdas, retrabalhos e desmotivação dos trabalhadores.

Foi observada a intervenção dos trabalhadores por meio do desenvolvimento da engenharia de resiliência através de propostas diferentes daquelas adotadas pelos documentos que possibilitaram uma melhora na execução e resultado final do serviço, além de mais confiança para sugerir novas ideias com base em suas experiências, resultando em redução de registros de perdas e rápida execução.

Torna-se importante salientar que grande parte das perdas registradas poderiam ter sido evitadas através do cumprimento das exigências solicitadas nos procedimentos padrão de execução e do controle assíduo de qualidade e mão de obra, de maneira que a atividade seguinte obtivesse liberação apenas após a conformidade de todos os serviços anteriores e com a presença de todos os pré-requisitos requeridos. Por conseguinte, o índice de necessidade de ajuste de componentes e de interferência na sequência das atividades diminuiria, assim como o nível de perda de materiais, retrabalhos, trabalhos em progresso e desmotivação dos trabalhadores. À vista disso, o patamar de qualidade do serviço seria elevado, os prazos tenderiam a serem cumpridos com sucesso e não seriam registradas numerosas perdas por *making-do*. Vale citar que o uso da gestão visual por meio da escadinha, prototipagem e *kanban* amenizou a ocorrência de perdas por improvisação, embora essa taxa pudesse ter sido ainda mais reduzida através da comunicação mais direta entre os trabalhadores e a gestão da obra, relatando assim que identificada a ausência de algum pré-requisito da tarefa, dificultando a ocorrência de improvisações e, conseqüentemente, de perdas por *making-do*.

Assim sendo, é possível concluir que o presente estudo cumpriu com os objetivos propostos e possibilitou um maior conhecimento acerca das perdas por *making-do*, assim como de suas causas e impactos, possibilitando uma reflexão quanto a possíveis metodologias de controle da qualidade e produção que possam diminuir a recorrência dessas perdas, como o uso de procedimentos executivos e o controle contínuo da sequência de processos que antecedem uma atividade, garantindo todos os seus pré-requisitos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T.C.L. **Diretrizes para gestão dos fluxos físicos em canteiros de obra: proposta baseada em estudo de caso.** Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- ARENTSEN, A. L.; TIEMERSMA, J.; KALS, J. The integration of quality control and shop floor control. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 9, n. 2, p. 113–130, 1996.
- ASTRA. Tubo Pex Monocamada em Barra. Disponível em: <https://www.astra-sa.com/produto.asp?id_produtoWebVarejo=725>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.
- BALLARD, G.; HAMMOND, J.; NICKERSON, R. Production Control Principles. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION ANNUAL CONFERENCE, 17. Taipei, 2009. **Proceedings...** Taipei, 2009.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11–17, jan. 1998.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Update on Last Planner. In: Conference of the International Group for Lean Construction, 11. Blacksburg, 2003. **Proceedings...** Blacksburg, 2003.
- BALLARD, G. Improving work flow reliability. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, California, USA. **Proceedings...** Berkeley, 1999.
- BALLARD, G. Lookahead Planning: The missing Link in Production Control. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION ANNUAL CONFERENCE, 5. Gold Coast, 1997. **Proceedings...** Gold Coast, 1997.
- BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control.** Thesis (Ph.D) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- BONESI, F. M. **Avaliação do impacto provocado pelos processos construtivos racionalizados nas perdas por *making-do*.** 2014. 110f. Trabalho de Conclusão de Graduação em Engenharia Civil – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- BORTOLAZZA, R.C.; COSTA, D.B.; FORMOSO, C.T. Avaliação quantitativa da implementação do last planner no Brasil. In: **IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, Porto Alegre, 2005.
- COSTELLA, M.; SAURIN, T. A.; GUIMARÃES, L. B. M. A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. **Safety Science**, v. 47, n. 8, p. 1056-1067, 2009. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.11.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.11.006).

CROSSAN, M.; SORRENTI, M. Making Sense of Improvisation. In: WALSH, J. P., HUFF, A. S. **Advances in Strategic Management**, v.14, p.155-180. 1997.

CUNHA, J; CUNHA, M.P. Improvisation in Organisation. In BARRY, Daved; HANSEN, Hans. **The Sage Handbook of New Approaches in Management and Organization**. Los Angeles, Califórnia: Sage, 2008.

CUNHA, M. P. Bricolage in Organizations. **Instituto Nova Fórum**. Universidade Nova de Lisboa, 2004.

CUNHA, M. P., CUNHA, J. V., KAMOCHE, K. Organizational improvisation: What, when, how and why. **International Journal of Management Reviews**, v. 1, p. 299- 241, 1999. DOI:10.1111/1468-2370.00017.

CUNHA, M.P.; REGO, A. Complexity*Simplicity*Simplexity. **FEUL Working Paper Series**, n. 534. 2008. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1356703>.

FIREMAN, M. C. T. **Proposta de método de controle integrado produção e qualidade, com ênfase na medição de perdas por *making-do* e retrabalho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M.; MENESCAL, L.; DE OLIVEIRA, K. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

FORMOSO, C.T.; (M. ASCE), S. L.; DE CESARE, C.; ISATTO, E.L. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. **Journal of Construction Engineering and Management.**, ASCE, v.128 n.4, pp.316-325, 2002.

FORMOSO, C.T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E.L. An exploratory study on the measurement and analysis of *making-do* in construction sites.In: Conference of the International Group for Lean Construction, 19, 2011, Lima. **Proceedings...Peru**. 2011.

FORMOSO, C. T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. The identification and analysis of *making-do* waste: insights from two Brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 183-197, jul./set. 2017.

GEORGETTI, A. D. **Implementação de Manufatura Enxuta em um Ambiente com diversidade de componentes e kits de entrega**. 2004, 113p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. Rethinking Lookahead Planning to Optimize Construction Workflow. **Lean Construction Journal**, p.15-34, 2012.

HAMZEH, F. R. et al. Is Improvisation compatible with lookahead planning? An exploratory study. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 20, 2012, San Diego... **Proceedings...** San Diego: IGLC, 2012.

HOLLNAGEL, E., Resilience – the challenge of the unstable. In: Hollnagel E.; Woods D. D.; Leveson N. (Eds.), Resilience engineering. Concepts and precepts. Aldershot: Ashgate, 2006.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M. DE; HIROTA, E. H.; ALVES, T. da C.L. **A. Lean Construction: Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.** Porto Alegre: Sebrae, 2000. Série Construção Civil n.5.

KNIBERG, H.; SKARIN, M. (2010). **Kanban and Scrum: Making the most out of both.** C4Media.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** Espoo, Finlândia: VTT, 2000. (VTT Publication, 408)

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical Report n°72, Stanford, CIFE, 1992.

KOSKELA, L. *Making-do* – The Eighth Category of Waste. In: Conference of the International Group for Lean Construction 12, 2004, Dinamarca, **Proceedings...** Dinamarca, 2004.

MACHADO, R.L. **O planejamento de antecipações: uma proposta de melhoria do planejamento da produção de sistemas produtivos da construção civil.** Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MARCHESAN, P. R. C. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MAROSSZEKY, M.; THOMAS, R.; KARIM, K.; DAVIS, S.; MCGEORGE, D. Quality management tools for lean production-moving from enforcement to empowerment. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10, Gramado, 2002. **Proceedings...** Gramado: IGLC, 2002. Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers>>. Acesso: 10 de dezembro de 2022.

MOORMAN, C.; MINER, A.S.; Organizational improvisation and organizational memory. **Academy of Management Review**, v. 23, n.4 p.698-723, oct. 1998.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Bookman, 1997.

RABBANI, M.; LAYEGH, J.; EBRAHIM, R. M. (2009). Determination of number of kanbans in a supply chain system via Memetic algorithm. **Advances in Engineering Software**, 40(6), 431-437.

RIGHI, M. D. M.; ISATTO, E. L. Sistema De Controle Da Qualidade E Planejamento De Curto Prazo Na Construção Civil: Integração E Compartilhamento De Informações. 7º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. **Anais...**Belém: 2011.

RONEN, B. The complete kit concept. **International Journal of Production.** Taylor & Francis, v. 30, n° 10, p. 2457 – 2466, London, 1992.

SAFFARO, F.; **Uso da Prototipagem para Gestão do Processo de Produção da Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2007.

SANTOS, D.G. **Modelo de Gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras**. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 39-52, abr./jun. 2017.

SCARAMUSSA, T. R.; ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. Análise das causas e da relação causal entre *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 10... 2017, **Anais...** Fortaleza, 2017.

SHINGO, S. **A study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint**. Productivity Press, Revised Edition, 1989.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. Bookman, Porto Alegre, 1996.

SOILBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

SOMMER, L.; **Contribuições para um Método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SUKSTER, R. **A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. Lookahead Planning: screening and pulling. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo, 1997.

VELOSO, C. O.; BULHÕES, I. R. **Perdas por improvisação em obras e sua relação com o planejamento de médio prazo**. In: Inovação, Produtividade e Empreendedorismo na Engenharia Civil: Melhores de 2013. 1ed. São Paulo: D'lemos Publish Design, 2014.

APÊNDICE A – Ocorrências de *making-do* na obra analisada

DATA	FOTO	DESCRIÇÃO	INOVAÇÃO?	RECORRÊNCIA	ORIGEM DA PERDA	ORIGEM DA PERDA 2	ORIGEM DA PERDA 3	CATEGORIA DA PERDA	IMPACTOS DA PERDA	IMPACTOS DA PERDA 2	IMPACTOS DA PERDA 3	MOTIVAÇÃO DA PERDA	Classe de severidade	Probabilidade	Risco da perda	
06/set		Falta chapisco para iniciar contrapiso da cerâmica		5	Serviços interdependentes	Espaço	Mão de obra	Sequenciamento	Baixa Produtividade	Desmotivação		Não conclusão do serviço anterior no prazo (falta de efetivo) causou o atraso da execução do revestimento cerâmico	Moderada	Remota		
26/set		Peças da parede do shaft desalinhadas às placas de drywall		6	Serviços interdependentes	Mão de obra	Materiais e componentes	Ajuste de componentes	Retrabalho	Desmotivação	Perda de material	A parede de drywall estava fora de prumo, porém por conta da superprodução o revestimento cerâmico foi executado, caracterizando uma condição não satisfatória	Muito alta	Remota		
06/jan		Encontro cerâmica/careragem com recortes e juntas impressas e largas		13	Equipamentos ou ferramentas	Mão de obra		Ajuste de componentes	Perda de material	Retrabalho			Alta	Provável		
12/set		Utilização de lanterna do celular como refletor		1	Instalações	Equipamentos ou ferramentas		Instalações Provisórias	Baixa Produtividade	Diminuição da qualidade	Redução da segurança	Bricolagem (criar recursos a partir dos materiais disponíveis para resolução de problemas imediatos). Descuido no momento de armazenar o refletor acabou resultando na sua perda e para que a produção não fosse paralisada realizou-se o trabalho com o uso da lanterna do celular	Alta	Improvável		
14/set		Não realização do rodapé por falta do revestimento da careragem		39	Serviços interdependentes	Mão de obra		Sequenciamento	Não terminalidade	Aumento do trabalho em progresso		Não execução do rodapé, pois poderia acontecer retrabalhos para ajustar encontro com o revestimento da careragem - ER. O acordado era iniciar a cerâmica com o revestimento da careragem finalizado.	Moderada	Frequente		
29/set		Peças cerâmicas muito afastadas do tento com juntas aproximadamente de 7 mm		15	Serviços interdependentes	Mão de obra	Materiais e componentes	Ajuste de componentes	Perda de material	Retrabalho	Desmotivação	O tento ainda não estava totalmente limpo e contava com resquícios de impermeabilização, impedindo que as peças cerâmicas chegassem perfeitamente ao seu encontro. Motivados pela superprodução, executou-se o serviço com qualidade insatisfatória, sem o correto uso das ferramentas e com a presença de componentes não ideais	Muito alta	Frequente		
07/out		Paginação da cerâmica executada sem a centralização dos ralos		9	Mão de obra	Informação	Serviços interdependentes	Ajuste de componentes	Retrabalho	Desmotivação	Perda de material	Na execução da laje, o ralo não ficou perfeitamente centralizado no box. O projeto representa o ralo centralizado e as quatro peças cerâmicas chegando ao seu encontro. Foi acordado que a paginação do box seria de acordo com a execução de ralo e não conforme projeto.	Muito alta	Provável		
04/out		Careragem instalada após o revestimento acrílico causar sua quebra		2	Serviços interdependentes	Mão de obra	Equipamentos ou ferramentas	Sequenciamento	Perda de material	Retrabalho		A careragem deveria ter sido instalada antes da execução do revestimento da parede. A cerâmica foi executada sem considerar a posterior instalação da careragem.	Muito alta	Extremamente remota		
08/set		Cozinha realizada conforme projeto, porém paginação ficou insatisfatória		1	Informação	Mão de obra	Serviços interdependentes	Ajuste de componentes	Retrabalho	Desmotivação	Perda de material	Superprodução acarretou que a caixa elétrica fosse recortada na peça cerâmica de maneira não satisfatória, porém conforme projeto. Deveria ter sido consultada a engenharia ou desenvolvida eng de resiliência	Muito alta	Improvável		
03/nov		Peças cerâmicas quebradas na instalação de pedreiros de basalto de janela		2	Serviços interdependentes	Espaço		Sequenciamento	Retrabalho	Perda de material		O pedreiro deveria ter sido instalado anteriormente à cerâmica, dessa forma não ocorreria o deslocamento das peças	Muito alta	Extremamente remota		
10/nov		Revestimento cerâmico fora de prumo devido ao recorte incorreto realizado na peça		1	Equipamentos ou ferramentas	Mão de obra		Equipamentos/ferramentas	Diminuição da qualidade	Perda de material	Retrabalho	O ceramista não possuía nível laser e realizou o corte das peças de maneira insatisfatória, resultando na parede fora de prumo	Muito alta	Improvável		
03/jan		Ralos com recortes impressos		18	Mão de obra	Equipamentos ou ferramentas		Equipamentos/ferramentas	Perda de material	Retrabalho		Recorte de abertura dos ralos realizado com ferramentas inapropriadas e por mão de obra não especializada	Muito alta	Frequente		
08/set		Improvisado para fixação das peças		2	Serviços interdependentes	Materiais e componentes		Ajuste de componentes	Baixa Produtividade	Diminuição da qualidade		Como o piso não estava em nível e o forro sim, para que ocorresse o perfeito encontro das peças no forro foi necessário improvisar cunhas na peça junto ao piso para garantir o nivelamento das fiadas	Baixa	Extremamente remota		
02/out		Circulação com garrote e juntas irregulares por conta de falha das peças		8	Materiais e componentes			Ajuste de componentes	Diminuição da qualidade	Desmotivação		Peças cerâmicas com defeitos de fabricação resultaram em um acabamento não satisfatório	Moderada	Provável		
11/out		Junta de movimentação da circulação deslevelada, pois não foram utilizados os materiais corretos para seu nivelamento		7	Materiais e componentes	Mão de obra		Ajuste de componentes	Diminuição da qualidade	Perda de material	Retrabalho	Não haviam bons componentes para a realização do nivelamento da junta, resultando em condições não satisfatórias	Moderada	Remota		
18/out		Abaulamento no piso		1	Mão de obra	Equipamentos ou ferramentas		Equipamentos/ferramentas	Retrabalho	Perda de material		Não foi executada a dupla colagem de maneira satisfatória, pois o banheiro ficou com uma região do piso abaulada	Moderada	Improvável		
19/out		Nível elevado de AC II para cumprir com o nível do piso definitivo		2	Espaço	Serviços interdependentes		Ajuste de componentes	Perda de material	Baixa produtividade		A área da circulação não recebe contrapiso para execução da cerâmica, sendo esta realizada sobre a laje zero, apresentando desníveis	Baixa	Extremamente remota		
03/nov		Peças cerâmicas do piso do box com som cavo por conta do contrapiso cavo		12	Informação	Serviços interdependentes	Materiais e componentes	Área de trabalho	Retrabalho	Desmotivação	Perda de material	O contrapiso realizado pela equipe de impermeabilização estava cavo, pois não foi realizado conforme procedimento e também sem os materiais adequados, ocasionando a propagação do som pela cerâmica	Muito alta	Provável		
14/nov		Peça cerâmica recortada torta, pois careragem estava torta		3	Serviços interdependentes	Mão de obra	Materiais e componentes	Ajuste de componentes	Retrabalho	Perda de material		O serviço anterior não estava correto e seguiu-se no erro, ajustando o recorte da cerâmica conforme a careragem. Deveria ter sido realizado o corte corretamente para que fosse corrigida apenas a careragem	Moderada	Extremamente remota		
08/dez		Vão entre careragem e piso cerâmico		6	Serviços interdependentes	Equipamentos ou ferramentas	Mão de obra	Sequenciamento	Diminuição da qualidade			A posição da careragem impossibilitou um recorte preciso da cerâmica, pois a mão de obra não era qualificada para tanto e não possuía as ferramentas ideais	Alta	Remota		
15/dez		Parede do box não foi finalizada, pois serviço anterior de instalação da caixa polar não havia sido finalizado e parede contava com uma abertura		1	Serviços interdependentes			Sequenciamento	Não terminalidade			Como o serviço da caixa polar do ar condicionado não havia sido finalizado, a parede em drywall ainda possuía uma abertura impossibilitando a finalização da cerâmica	Baixa	Improvável		
		Peças apresentaram som cavo devido ao contrapiso cavo executado nos shafts de instalações		6	Serviços interdependentes	Informação	Materiais e componentes	Área de trabalho	Perda de material	Retrabalho	Desmotivação	Contrapiso do serviço anterior não foi executado de acordo com procedimento e sem os materiais corretos, resultando em som cavo nas peças cerâmicas	Alta	Remota		
		Mudança paginação apto final 12	Sim									Paginação do banheiro 12 iria causar muitas perdas e dificuldades de execução, visto que seriam necessários fiadas de 2,5 m ao lado da janela. Dessa forma, sugeriu-se mudar a paginação, deixando o ralo em apenas 2 peças e não mais 4 peças e eliminando o filete extremamente fino que seria muito difícil de executar sem exageradas perdas e que não ficariam tão bom visualmente			Paginação do apto final 12	
		Mudança paginação do apto protótipo	Sim													Paginação do apto protótipo