Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1]INVESTIGAÇÃO DE PERDAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO EM OBRAS DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL

Investigation of wastes of the Toyota Production System in cast on-site concrete wall works

Luan da Conceição Ribeiro
Instituto Federal de Sergipe | Estância, Sergipe | luanconceicao.lr@gmail.com

Taiane Aparecida Santos Torres
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, Sergipe | taianeast@gmail.com

Herbert Melo Cruz
Instituto Federal de Sergipe | Estância, Sergipe | hmc_014@hotmail.com

RESUMO

As perdas desde muito tempo configuram-se como obstáculos à efetivação de melhorias nos canteiros de obras. Um dos sistemas que vem se destacando é o de paredes de concreto moldadas no local, por reduzir etapas construtivas, ter alta produtividade e necessitar de maior planejamento e controle, podendo levar à diminuição de perdas. Estudar a relação entre perdas e obras de paredes de concreto é importante para analisar se o processo de implantação deste sistema pelas construtoras vem ocorrendo de maneira eficiente. Dada a lacuna literária sobre esta relação, o trabalho objetivou investigar a ocorrência de perdas em algumas obras que o adotavam e classificá-las de acordo com o Sistema Toyota de Produção (STP). A metodologia empregada foi um estudo de casos múltiplos em três obras no estado de Sergipe, utilizando uma adaptação de ferramentas metodológicas de pesquisas anteriores sobre análise de perdas. Os principais resultados apontaram a identificação das sete perdas do STP, com maior recorrência para: “Superprodução”, “Produtos defeituosos”, “Espera” e “Estoque”. As atividades com maiores ocorrências de perdas foram “Paredes de concreto”, “Logística de canteiro” e “Revestimento cerâmico”. As principais causas de perdas foram “Materiais e componentes” e “Mão de obra”. Como contribuições ressalta-se ainda a validação da adaptação do método de identificação e análise de perdas.

Palavras-chave: Perdas; Sistema Toyota de Produção; Paredes de concreto.

ABSTRACT

Waste has long been recognized as obstacles to improvements in construction sites. One of the systems that has been gaining prominence is on-site cast-in-place concrete walls, as it reduces construction steps, has high productivity, and requires greater planning and control, which can lead to a reduction in waste. Studying the relationship between waste and cast-in-place concrete wall projects is important to analyze whether the implementation process of this system by construction companies is occurring efficiently. Given the literature gap regarding this relationship, the objective of this work was to investigate the occurrence of waste in some projects adopting this system and classify them according to the Toyota Production System (TPS). The methodology employed was a multiple case study in three projects in the state of Sergipe, using an adaptation of methodological tools from previous research on waste analysis. The main results identified the seven wastes of TPS, with the highest recurrence for: "Overproduction," "Defective products," "Waiting," and "Inventory." The activities with the highest occurrence of waste were "Cast-in-place concrete walls," "Construction site logistics," and "Ceramic cladding." The main causes of waste were "Materials and components" and "Labor." Additionally, the validation of the adapted method for waste identification and analysis is emphasized as a contribution.

Keywords: *Wastes. Concrete Walls System. Toyota Production System.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a indústria da construção civil vem adotando novos métodos construtivos que prezam por melhorar a produtividade e qualidade na execução, possibilitando uma redução de perdas e diminuição do tempo de entrega da obra. Um dos sistemas que vem se destacando neste contexto é o composto por paredes de concreto moldadas no local (PCML), com sua utilização principal em obras repetitivas e com curtos prazos de execução. Diversos autores apontam como característica positiva do sistema PCML a menor quantidade de etapas construtivas, o que possibilita um menor tempo de execução, qualidade e consequentemente, redução de custos e perdas. Além disso, destaca-se por necessitar de um maior planejamento e controle de suas etapas, o que contribui também para os ganhos de eficiência do sistema (ARÊAS, 2013; SILVEIRA, 2018; CRUZ, 2017; SANTOS, 2021).

[1]RIBEIRO, L. C.; TORRES, T. A. S.; CRUZ, H. M. Investigação de perdas do Sistema Toyota de Produção em obras de paredes de concreto moldadas no local. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

A eliminação das perdas é um pilar de grande relevância para o avanço em direção a modernização do setor construtivo (SPOHR; ISATTO, 2018). Aliado a isto, a competitividade que cerca o mercado da construção, tem levado empresas construtoras a criarem mecanismos em seus processos de produção para minimizar essas perdas a fim de diminuir custos (FONTENELE et al., 2020).

De acordo com Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção (STP) aponta para a eliminação de perdas no processo de produção. Segundo o autor, para que haja redução destas perdas, seguindo as etapas do STP, é preciso identificá-las, compreendendo suas causas para, assim, diminuir os custos e aumentar a produtividade.

Logo, a busca pela eliminação ou redução de perdas em obras do sistema PCML é fundamental para garantir que não ocorra comprometimento no orçamento, retrabalho, atraso na entrega final da obra e diminuição da qualidade da execução, contribuindo com a satisfação dos clientes internos e externos. O monitoramento da ocorrência de perdas torna-se essencial para diagnosticar como tem se dado o sucesso e evolução da implantação deste sistema pelas construtoras, algo ainda não explorado na literatura.

Sommer (2010) propôs em seu trabalho uma ferramenta de identificação de perdas por improvisação que as correlaciona com as condições prévias para execução de uma tarefa de Koskela (2000), além de trazer possíveis impactos na produção. Como discutido no tópico 2.2, outros autores também utilizaram o conceito de condições prévias para explicar causas de fenômenos como a ocorrências de variabilidade, além da perda por improvisação. Dada a lacuna da literatura, abriu-se uma oportunidade de adaptar a ferramenta de Sommer (2010) para o contexto da análise de perdas do STP, baseando as causas de ocorrência nestas condições prévias, podendo ser aplicada inclusive em obras de paredes de concreto.

Considerando os poucos trabalhos que investiguem a ocorrência de perdas neste tipo de sistema construtivo e dada a importância de compreender melhor esta relação, julgou-se pertinente desenvolver um estudo de caso em algumas obras que adotavam este sistema. Dessa forma, questionou-se quais perdas do Sistema Toyota de Produção poderiam ser encontradas nestas obras de PCML. Assim, o presente artigo teve como objetivo classificar as perdas levantadas nas obras de paredes de concreto objetos de estudo de acordo com os tipos de perdas do STP, além de identificar suas causas e impactos na produção.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Tipos de perda do Sistema Toyota de Produção

Segundo Shingo (1996), as operações são todas as atividades realizadas pelas máquinas e trabalhadores durante a transformação de uma matéria-prima em produto. Para ele, as perdas podem ser entendidas como quaisquer atividades que poderiam ser eliminadas durante as operações. As perdas que o STP busca eliminar são identificadas como: superprodução; transporte; perda no processamento; perda por fabricação de produtos defeituosos; perda por movimentação; perda por espera; perda por estoque. Estas estão definidas no Quadro 1.

Quadro 1: Perdas do sistema Toyota de Produção

TIPO DE PERDA	DEFINIÇÃO	AUTOR
Perda por superprodução	Acontece quando há uma produção maior do que a solicitada ou um produto é feito antes do tempo programado, ficando em estoque até ser processado em etapas seguintes.	Ohno (1997)
Perda por transporte	Pode ser entendida como sendo toda a movimentação, seja de material ou de informação que não agrega valor ao produto final, podendo ser eliminada do processo.	Lacerda e Fortes (2021)
Perda por processamento	Acontecem durante o processo em si, ou seja, são atividades que não são essenciais para que o produto seja fabricado com as qualidades exigidas podendo ser eliminadas do processo	Sommer (2010)
Perda por produtos defeituosos	Ocorre quando um produto é fabricado fora das especificações de qualidade e que por este motivo não pode ser aplicado ou usado	Ghinato (1996)
Perda por movimentação	Refere-se aos movimentos desnecessários dos trabalhadores durante a realização das operações.	Shingo (1996)
Perda por espera	Está relacionada com o período de tempo em que as máquinas ou os operadores estão parados, ou seja, nenhum processo é realizado. Para ela, existem dois tipos de perdas: quando se espera o trabalhador para a realização do processo e; a perda pela espera das máquinas ou matérias-primas.	Pérez (2015)
Perda por estoque	Ocorrem quando matérias-primas, material em processo ou produtos ficam aguardando algum tipo de processamento.	Shingo (1996)

Fonte: Os autores.

2.2 As condições prévias para realização de atividades e a ocorrência de perdas

Além das perdas identificadas no STP, um outro tipo de perda foi proposto por Koskela (2004), denominada como a oitava perda: o *making-do*. Para o autor, esse tipo de perda acontece quando uma atividade é iniciada ou continuada sem todas as suas entradas (insumos), podendo provocar falhas e, consequentemente, gerar outros tipos de perda, pois será necessário o retorno da mão de obra para terminar a atividade.

Esses pré-requisitos, podem ser reconhecidos no trabalho de Koskela (2000), como condições prévias necessárias à realização da tarefa de construção. Pré-requisitos que se baseiam no trabalho de Ronen (1992), pelo conceito do kit completo, quando o autor propõe que para iniciar uma atividade todos os recursos a serem utilizados devem estar dispostos. São sete as condições prévias apontadas por Koskela (2000) para a realização das atividades: projetos; materiais e componentes; mão de obra; equipamentos; espaço; serviços interdependentes; e condições externas.

Ronen (1992) comenta que começar uma atividade, com o kit incompleto, resulta em má qualidade, baixa produtividade, delonga no tempo de serviço e maior complexidade no processamento. Entende-se então que esta situação pode ser uma fonte de diversos tipos de perdas. Koskela (2004) reforça este pensamento pressupondo que a falta das pré-condições de trabalho, está intrinsecamente ligada à variabilidade construtiva, o que leva a perdas, dentre elas o *making-do*.

Sommer (2010) discutiu a necessidade de instrumentos para auxiliar no reconhecimento das peculiaridades construtivas. Ela relacionou o conceito de perdas por improvisação (*making-do*) com a gestão dos pré-requisitos necessários para uma tarefa (condições prévias). A autora propôs um método para identificar esse tipo de perda, buscando melhor direcionar a equipe de produção. Santos e Santos (2017), deram continuidade ao modelo desenvolvido pela autora citada inicialmente, fazendo a implementação das atividades facilitadoras para dar continuidade a um serviço, evitando assim, pode-se dizer, perdas.

Diversos autores utilizaram o conceito de Koskela (2000), sobre as condições prévias para realização das atividades, para explicar causas de fenômenos além do que foi apontado pelo autor inicialmente: a perda por *making do*.

Wambeke, Hsiang e Liu (2011) dividiram 50 causas de variabilidade de tempo em oito categorias: sete baseadas nas condições prévias de Koskela (2000) e uma denominada gestão, supervisão e fluxo de informações. Cruz, Mendes e Santos (2018) também utilizaram as condições prévias para agrupar causas de variabilidade. Nesta mesma linha, Silveira (2018) também utilizou uma categorização baseada nas condições prévias para analisar causas de variabilidade. O Quadro 2 apresenta uma síntese das categorizações dos autores supracitados.

Quadro 2: Síntese das categorizações baseadas nas condições prévias

CONDIÇÕES PRÉVIAS (KOSKELA, 2000)	SOMMER, 2010 (Causas de perdas por improvisação)	WAMBEKE; HSIANG; LIU, 2011; CRUZ; MENDES; SANTOS, 2018 (Causas da variabilidade)	SILVEIRA, 2018 (Causas da variabilidade)
Serviços interdependentes	Serviços interdependentes	Pré-requisitos para o trabalho	Pré-requisitos para o trabalho
Projetos	Informações	Detalhamento do projeto e método de trabalho	Detalhes de projeto e entendimento do serviço
Mão de obra	Mão de obra	Mão de obra	Mão de obra
Equipamentos	Ferramentas e equipamentos	Ferramentas e equipamentos	Ferramentas e equipamentos
Materiais e Componentes	Materiais e Componentes	Materiais e Componentes	Materiais e Componentes
Espaço	Condições de trabalho e do local de trabalho	Condições de trabalho e do local de trabalho	Condições de trabalho e do local de trabalho
Condições externas	Condições externas	Condições externas	Condições externas
-	-	Gestão, supervisão e fluxo de informações	Supervisão e planejamento
-	-	-	Segurança
-	Instalações	-	-

Fonte: Os autores.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia adotada para este trabalho foi o estudo de casos múltiplos focando na análise das perdas em diversas atividades das obras do sistema PCML que eram objetos de estudo.

Na primeira fase foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, em que as principais considerações foram apresentadas no tópico 2 deste trabalho. Já a segunda fase, foi dividida em três etapas. A primeira etapa consistiu na elaboração das ferramentas a serem utilizadas durante o estudo de caso (entrevistas semiestruturadas para equipe técnica e de produção, roteiro de observações e planilha de registros fotográficos), que estão disponíveis *online* em:

https://drive.google.com/file/d/19UDfbkng41F7uTGsG1qy1D5mBs_YxwVW/view?usp=sharing

A estruturação dessas ferramentas buscou levantar informações a respeito do cadastramento do empreendimento, tais como: número de equipe de produção e equipe técnica, número de apartamentos, número de torres, entre outras. O roteiro de entrevistas visava identificar a ocorrência das sete perdas, questionando-se a equipe técnica e de produção com linguagem adequada e por meio de exemplos. O roteiro de observações diretas, juntamente com a planilha de registro fotográfico auxiliou a identificação *in loco* das perdas pelo do pesquisador durante as visitas às obras.

A segunda etapa compreendeu a formação da base de dados através da aplicação das ferramentas elaboradas. Para isso, inicialmente foram definidas três obras para objeto de estudo, sendo dois empreendimentos verticais (apartamentos) e um horizontal (casas). Todas eram localizadas no estado de Sergipe, sendo duas no município de Aracaju e outra no de Lagarto. Optou-se por obras de médio e grande porte e em fase intermediária e final que adotavam o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, utilizando fôrmas de alumínio. Foram realizadas visitas às obras, sendo aplicadas entrevistas com a equipe técnica e a equipe operacional, seguidas de observações diretas com foco nas atividades que estavam sendo executadas e no *layout* do canteiro. Por conta das perdas ocorrerem não só durante a execução de atividades relativas aos pacotes de trabalho, mas também estarem ligadas a atividades de apoio logístico que ocorrem no canteiro, agrupou-se àquelas que tinham esta origem em um “pacote” nomeado Logística de Canteiro. Em média, foi utilizado um dia por obra para a coleta de dados. As características gerais das obras participantes do estudo de campo estão sintetizadas no Quadro 3.

Quadro 3: Características gerais das obras participantes do estudo de campo

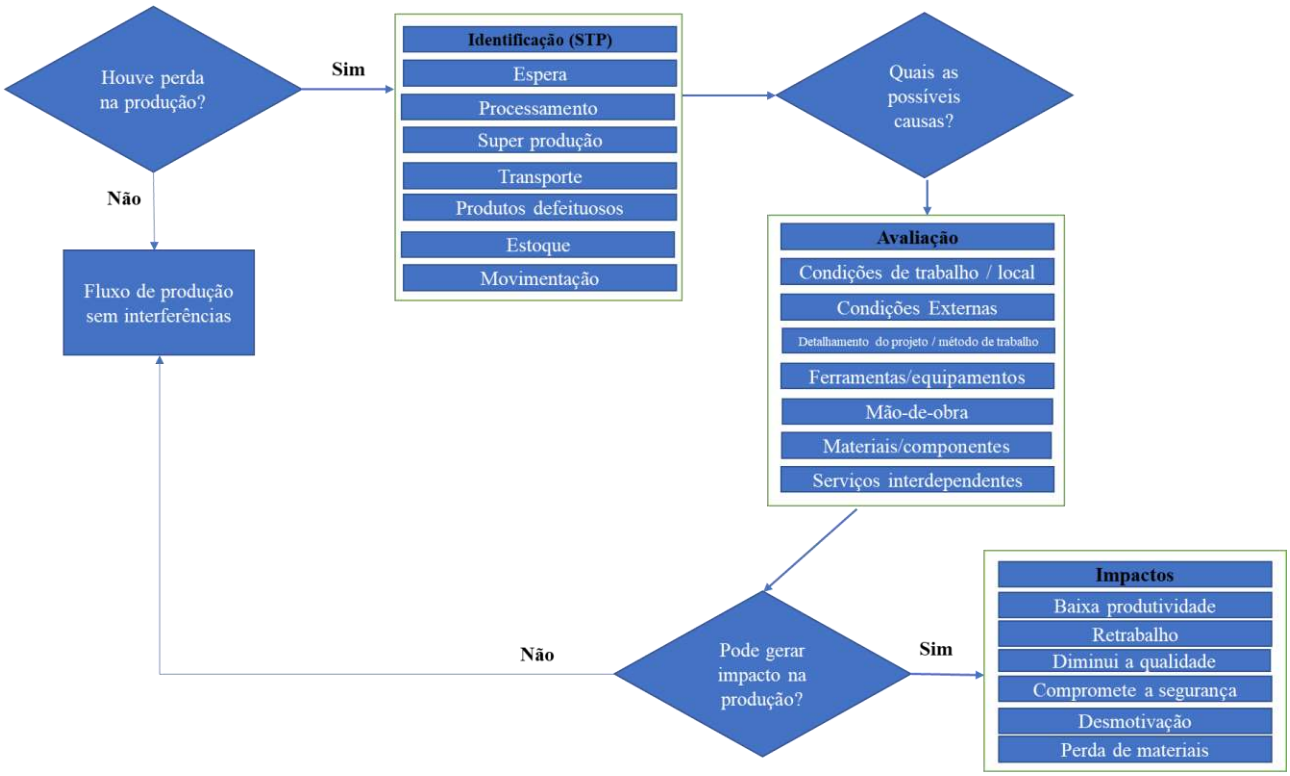
Obra	Localização	Composição	Qtd. de unidades	Pacotes analisados	Equipe técnica
A	Aracaju	2 torres 10 pavimentos	116 apartamentos	Paredes de concreto; revestimento cerâmico; instalações; impermeabilização; contrapiso; pintura; logística de canteiro	1 engenheiro de obra; 1 coordenador de campo; 4 líderes de pacotes.
B	Aracaju	4 torres 8 pavimentos	256 apartamentos	Contrapiso; pisos; revestimento cerâmico; esquadrias; paredes de concreto; logística de canteiro	1 gerente de obras; 1 engenheiro de campo; 4 estagiários; 1 auxiliar de engenharia.
C	Lagarto	4 quadras	91 casas	Instalações elétricas; paredes de concreto, impermeabilização; logística de canteiro	1 gerente de obra 1 engenheiro de campo 1 técnico em edificações 1 mestre

Fonte: Os autores.

A terceira etapa foi a análise da base de dados coletados que gerou a tabulação das perdas e gráficos apresentados nos resultados. Para a análise das perdas categorizadas foi realizada uma adaptação metodológica de pesquisas anteriores que visavam analisar perdas na produção (SOMMER, 2010; SANTOS; SANTOS, 2017). Foi possível, então, adaptar o fluxograma proposto por Sommer (2010) que objetivava identificar perdas por improvisação. Como explicitado no tópico 2.2 deste trabalho, vários autores utilizaram as condições prévias para investigar causas de perdas e variabilidades na produção com sucesso. Desta forma, a metodologia deste trabalho galgou-se nesta linha. O *insight* surgiu, atentando-se que há lacunas na literatura sobre a análise mais aprofundada sobre perdas, suas causas e consequências para a produção, exceto da perda por *making-do* que é bem abarcada por trabalhos anteriormente citados.

Para cada perda identificada, foi feita a análise seguindo as etapas do fluxograma (Figura 1), iniciando-se pela categorização de acordo com o STP, após isto, prosseguindo para a identificação das causas da perda (adaptação conforme o Quadro 2). Por último, foi avaliado então se a perda identificada impactou a produção (KOSKELA, 2000; KOSKELA, 2004; SOMMER, 2010). Todas estas análises foram possíveis através das informações e registros coletados durante as visitas.

Figura 1: Método de análise de perdas na produção



Fonte: Adaptado de Sommer (2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o estudo de campo foi possível identificar diversas perdas e levantar as informações necessárias para que com o uso do fluxograma de análise de perdas (Figura 1), fosse possível o preenchimento do quadro disponível no Apêndice A, sintetizando os resultados. As perdas, suas causas e os impactos foram ranqueados de acordo com as suas quantidades de ocorrências.

Durante o estudo de campo nas três obras, foram identificados 31 tipos diferentes de perdas. Com base na coleta registrada, foi possível identificar que o pacote “Paredes de concreto” (32%), seguido de “Logística do canteiro” (19%) e “Revestimento cerâmico” (16%), apresentaram os maiores números de ocorrências de perdas, conforme mostra a Figura 2a. Os pacotes “Vedações internas”, “Esquadrias”, “Fachadas”, “Platibanda”, “Impermeabilização” e “Instalações”, juntos corresponderam a somente 23% do total, sendo agrupados no gráfico em “Demais Pacotes”. Por conta da relevância do pacote “Paredes de concreto”, que abrange as atividades relativas à armação, fôrma e concretagem das paredes, pontos críticos do sistema, foi realizada uma análise em separado de suas perdas, sintetizada na Figura 3.

Com a categorização das perdas de acordo com o STP pôde-se observar através do gráfico da Figura 2b que as perdas por superprodução (31%), produtos defeituosos (23%) e espera (16%) corresponderam às maiores parcelas. Já a perda por movimentação teve apenas 1 (uma) ocorrência (3%).

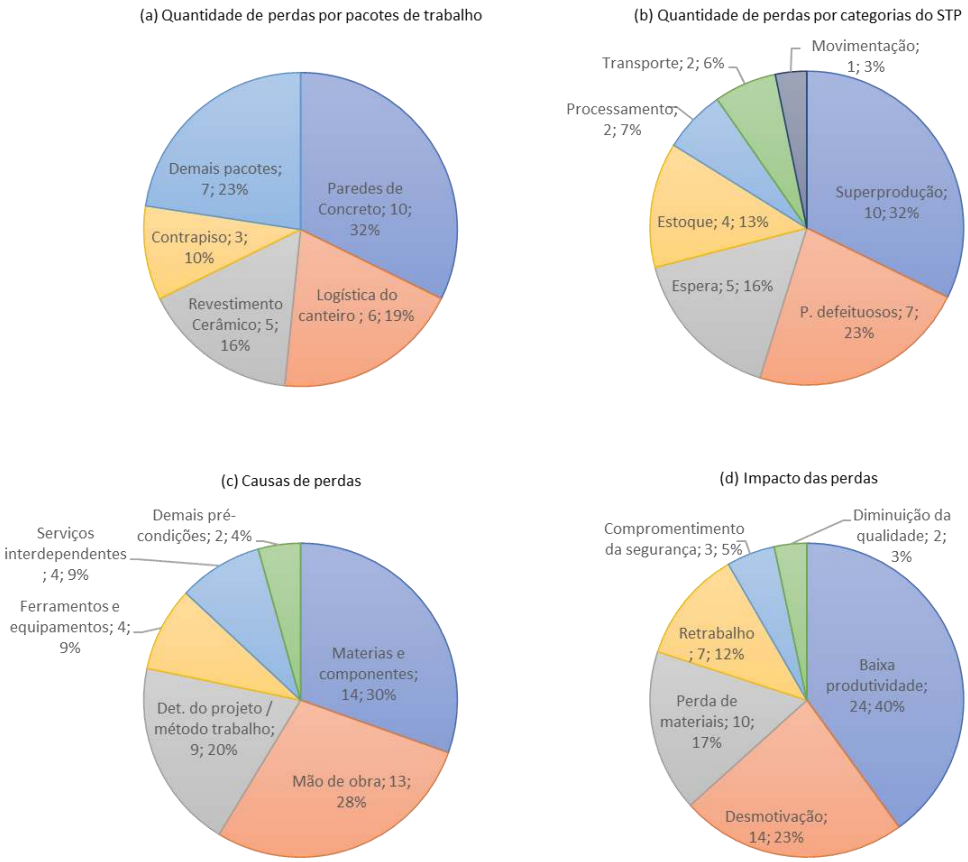
As perdas por superprodução podem estar relacionadas a variações do ritmo produtivo entre atividades interdependentes, por conta de atividades estarem iniciadas sem as devidas condições prévias ou falhas de controle da produção.

Em relação a análise das principais causas de perdas (Figura 2c), é válido ressaltar que uma perda podia ter mais de uma causa apontada. Nesta análise, destacaram-se as categorias “Materiais e componentes” (30%) e “Mão de obra” (28%) como causas para a maioria das perdas, seguidas de “Detalhamento do projeto e método do trabalho” (20%). As categorias "Espaço” e “Condições Externas” foram as que apresentaram menos ocorrências, sendo agrupadas no gráfico em “Demais pré-condições”. Estes resultados podem ser justificados pela falta de materiais durante a execução dos serviços, por falhas da mão de obra que podem estar relacionadas à falta de treinamento e por problemas de orientação da equipe técnica quanto a informações de projetos e gestão das equipes de produção.

Depois de analisadas as perdas quanto a suas possíveis causas, analisou-se os impactos gerados por elas. Ressalta-se que uma perda poderia gerar mais de um impacto.

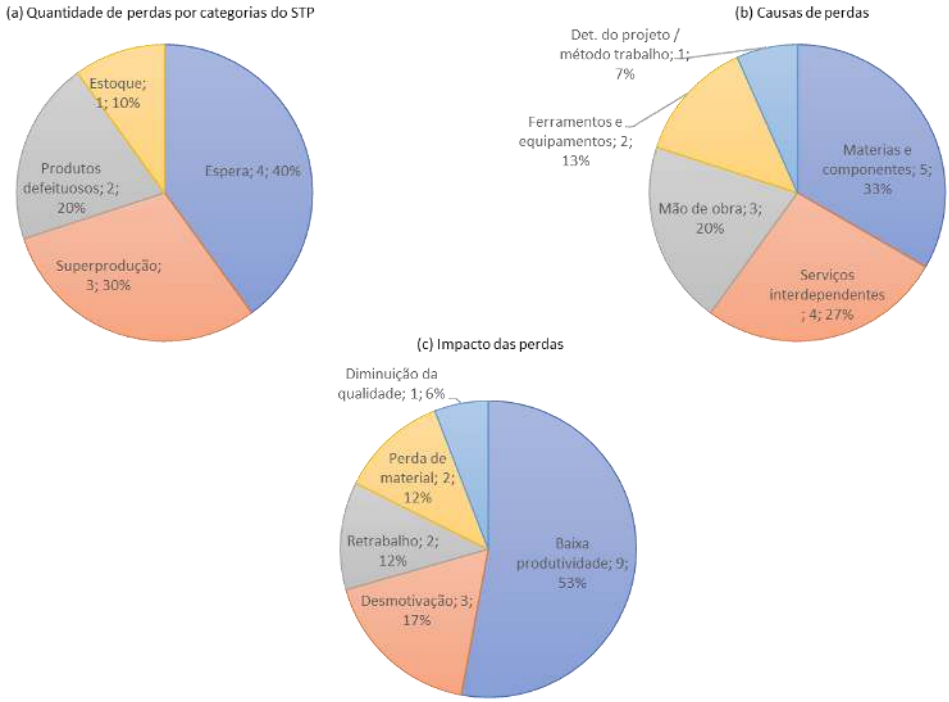
Analisando a Figura 2d, destacam-se as categorias “Baixa produtividade” (40%), “Desmotivação” (23%), “Perda de materiais” (17%) e “Retrabalho” (12%) com os maiores índices. Já as categorias “Comprometimento da segurança” (5%) e “Diminuição da qualidade” (3%), tiveram menos registros. Isto pode ter acontecido devido à falta de materiais disponíveis, bem como o retorno da mão de obra para a correção dos serviços que não atenderam ao padrão estabelecido, resultando em gastos desnecessários e prazos maiores para a entrega das obras.

Figura 2 – Gráficos com resultados do método de análise de perdas



Fonte: Os autores

Figura 3 – Gráfico com análise das perdas do pacote “Paredes de concreto”



Fonte: Os autores

A maior incidência de perdas na execução do pacote “Paredes de concreto” mostra que a gestão precisa melhorar a eficiência do acompanhamento e controle, já que uma das vantagens deste sistema, segundo a literatura, é justamente a diminuição de perdas. Analisando individualmente este pacote através da Figura 3, observa-se que 40% das perdas foram categorizadas como “Espera” e 30% como “Superprodução”, além destas, as categorias “Produtos defeituosos” (20%) e “Estoque” (10%) foram apontadas. Estes resultados podem sugerir dificuldades da gestão em relação a interdependência entre as atividades, ocorrendo falta de campo de trabalho por conta de falhas na programação ou de problemas de execução. As faltas de condições prévias para execução das atividades contribuem para a paralisação das atividades ou diminuição dos ritmos de execução, ocasionando as perdas por espera. Observou-se também a presença de perdas por fabricação de produtos defeituosos (20%) que estavam relacionadas a problemas na etapa de montagem de fôrmas e concretagem das paredes.

Segundo a Figura 3, foram relacionadas 15 causas com as dez ocorrências de perdas do pacote “Paredes de concreto”, sendo “Materiais e componentes” (33%), “Serviços interdependentes” (27%) e “Mão de obra” (20%) as mais apontadas. Isto corrobora com a discussão do parágrafo anterior, que apontou problemas de interdependência entre as atividades, possíveis variações no ritmo produtivo por falta de condições prévias como os materiais e componentes necessários, além de problemas de qualidade que podem estar ligados à capacitação da mão de obra.

Em relação ao impacto das perdas na produção do pacote “Paredes de concreto”, a Figura 3 mostra que 53% dos 17 impactos são relativos à baixa produtividade. Isto é uma situação preocupante, pois sugere que a ocorrência de perdas pode estar afetando o ritmo produtivo das principais atividades deste sistema construtivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, o estudo permitiu visualizar que a investigação da ocorrência de perdas no sistema PCML é de grande importância para monitorar se a gestão está garantindo a eficiência que o sistema pode oferecer em termos de produtividade, diminuição de custos e agilidade na execução.

Os resultados obtidos apontaram para a identificação das setes perdas do STP nas obras participantes da pesquisa. As perdas identificadas com maior recorrência no estudo foram “Superprodução”, “Produtos defeituosos”, “Espera” e “Estoque”. Já os pacotes que apresentaram maiores ocorrências de perdas foram os “Paredes de concreto”, “Logística do canteiro” e “Revestimento cerâmico”.

A análise em separado da situação das perdas no pacote “Paredes de concreto” sugeriu pontos preocupantes e que merecem atenção da gestão quanto ao planejamento e controle destas atividades. Os resultados supõem que a falta de gestão adequada e interdependência entre atividades pode levar a falhas na programação e execução, o que causa falta de campo de trabalho e perda de produtividade. Além disso, destaca que a falta de condições prévias para execução das atividades pode contribuir para a paralisação ou diminuição dos ritmos de execução, resultando em perdas por espera. A análise mostrou também que 53% dos impactos das perdas estavam relacionados com a baixa produtividade.

Ficou evidente por meio da pesquisa, que por mais que o sistema construtivo seja industrializado, a ocorrência de perdas existe e ocasiona impactos na produção, podendo gerar consequências negativas para a mesma. Por meio de trabalhos como este pode-se reconhecer etapas que necessitam de mais atenção, de forma a reduzir as perdas e contribuir por exemplo, com entrega de um empreendimento dentro do tempo estabelecido, com redução de retrabalho e custos.

Diante da análise dos resultados, comprovou-se que a adaptação da metodologia de análise de perdas deste trabalho, baseada na ferramenta de Sommer (2010), permitiu a investigação das causas e impactos das perdas do STP de forma satisfatória, tornando-a uma ferramenta útil para outras investigações em campo. Por sua fácil aplicação e interpretação, pode auxiliar a gestão no controle permanente de perdas durante a produção das obras. Sugere-se um refinamento dos critérios de avaliação e classificação de causas e impactos, podendo ser adicionados outros fatores relevantes, além disto, pode-se implementar a avaliação da ocorrência das perdas por *making-do*. É importante frisar que estes dados refletem as características das três obras objetos de estudos e para que as análises possam representar uma tendência geral do sistema construtivo de paredes de concreto, esta amostra precisaria ser ampliada consideravelmente.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055:** Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos. Primeira edição. Rio de Janeiro. 2022. 44 p.

ARÊAS, D. M. **Descrição do Processo Construtivo de Parede de Concreto para Obra de Baixo Padrão**. 2013. Projeto de Graduação – Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CRUZ, H. M. **Análise das causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

CRUZ, H. M.; SANTOS, D. de; MENDES, L. A. Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 49-65, jan./mar. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

FONTENELE, A.; SANTOS, É.; MACHADO, A.; AMARAL, T.; BARROS NETO, J. Perdas por making-do: Um estudo de caso em canteiros de obras de Fortaleza/CE. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996, 175p.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report n°**. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992, 87p.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Thesis (Doctor) – Technical Research Centre of Finland. Espoo, Finlândia: VTT. 2000.

KOSKELA, L. Making-do: the eight category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, 12th, Elsinore, Denmark. 2004. **Proceedings**... Denmark, 2004, 10p.

LACERDA, T; FORTES, R. M. B. **Análise das perdas do Sistema Toyota de Produção Identificadas em uma distribuidora de Aço.** 21° edição. 2021.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997. 149 p.

PÉREZ, C. T. **Proposta de um método para a identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte nos fluxos físicos em canteiros de obras.** 2015. 208p. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

RONEN, B. The complete kit concept. **The International Journal of Production Research**, v. 30, n. 10, p. 2457–2466, 1992.

SANTOS, V. A. **Sistema Construtivo em Paredes de Concreto Moldadas In Loco do Projeto ao Gerenciamento da Produção.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2021.

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.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 291p.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. 150p. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SPOHR, L. P; ISATTO, E. L. Investigando as associações entre causas e efeitos das perdas por making-do na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

WAMBEKE, B. W.; HSIANG, S. M.; LIU, M. Causes of Variation in Construction Project Task Starting Times and Duration. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 9, p. 663-677, 2011.

APÊNDICE A

Síntese dos resultados do método de análise de perdas

Categoria	Pacote de trabalho	Atividade	Descrição da perda	Possíveis causas	Possíveis impactos
Superprodução	Revestimento Cerâmico	Rejuntamento	Serviço foi produzido além da quantidade necessária (tempo de execução menor que o planejado)	Det. do projeto / método do trabalho; mão de obra	Baixa produtividade
	Revestimento Cerâmico	Assentamento	Serviço foi produzido muito rápido (tempo de execução menor que o planejado)	Det. do projeto / método do trabalho; mão de obra	Baixa produtividade
	Vedações internas	Parede *drywall*	Shafts aguardando o fechamento com *drywall*	Materiais/ componentes; mão de obra	Baixa produtividade
	Esquadrias	Assentamento de peitoril	Antecipação de peitoril em torres	Materias/componentes	Desmotivação; Baixa produtividade
	Paredes de Concreto	Concretagem das paredes	Paredes concretadas aguardando o serviço de drywall e contrapiso	Serviços interdependentes; materiais/componentes; mão de obra	Baixa produtividade
	Vedações internas	*Drywall*	*Shafts* não foram fechados pela falta de pex	Materiais/ componentes; mão de obra	Baixa produtividade
	Fachada	Reboco da platibanda	Houve sobra de argamassa	Materiais/ componentes; mão de obra	Perda de material
	Paredes de concreto	Regularização das paredes (lixamento)	O serviço de tamponamento de faquetas estava muito rápido e acompanhou o serviço de lixamento	Serviços interdependentes	Baixa produtividade
	Platibanda	Concretagem dos pilares da	Armação dos pilares pronta aguardando a etapa de concretagem	Mão de obra	Baixa produtividade
	Paredes de concreto	Passagem de eletrodutos	Armação concluída, aguardando a fixação dos eletrodutos	Serviços interdependentes	Baixa produtividade
Produtos defeituosos	Contrapiso	Execução de mestras/nivelamento	Contrapiso não estava nivelado	Materiais/componentes; mão de obra	Desmotivação; perda de materiais
	Revestimento cerâmico	Assentamento do piso	Pedras ocas	Mão de obra; materiais/componentes	Retrabalho; perda de motivação e perda de material
	Contrapiso	Execução do contrapiso	Contrapiso com fissuras	Condições externas; materiais/componentes	Baixa produtividade; perda de material; retrabalho; desmotivação
	Paredes de concreto	Etapa de concretagem	Vãos de janelas com rebarbas	Mão de obra; materiais/componentes	Baixa produtividade; desmotivação; retrabalho perda de material;
	Impermeabilização	Impermeabilização das varandas	Impermeabilização precisou ser refeita porque contrapiso o apresentou irregularidades	Mão de obra; materiais/componentes	Baixa produtividade;; perda de material; retrabalho; desmotivação
	Instalações	Execução dos pontos de água	Erro de locação dos pontos	Det. do projeto / método do trabalho	Perda de material; baixa produtividade; retrabalho; desmotivação
	Paredes de concreto	Concretagem das paredes	Paredes com rebarbas	Mão de obra; materiais/componentes	Retrabalho; baixa produtividade; desmotivação; perda de material
Espera	Contrapiso	Transporte de material	Espera pela argamssa	Materiais/componentes	Desmotivação
	Paredes de concreto	Regularizaçãoda parede	Espera pela estucagem das faquetas	Serviços interdependentes	Baixa produtividade
	Paredes de concreto	Armação das paredes	Paredes aguardando transporte da armação	Materiais/componentes; Ferramentas /equipamentos	Baixa produtividade
	Paredes de concreto	Montagem das formas	Espera de materia (problema no transporte das formas)	Materiais/componentes	Baixa produtividade; desmotivação
	Paredes de concreto	Lixamento das paredes	Equipamento quebrou e precisou parar o serviço	Ferramentas /equipamento	Baixa produtividade
Processamento	Revestimento Cerâmico	Corte de rodapé	Uma servente era responsável pelo corte de rodapé, sendo que o próprio pedreiro poderia fazer	Det. do projeto / método do trabalho	Baixa produtividade
	Revestimento Cerâmico	Assentamento de rodapé	Varanda concluída, mas faltava rodapé em alguns cantos da parede	Mão de obra; Det. do projeto / método do trabalho	Baixa produtividade; desmotiivação
Estoque	Logística do canteiro	Estoque de material	Cerâmicas sobrando após o assentamento de piso	Det. do projeto / método do trabalho	Perda de material
	Logística do canteiro	Telas para armação	Sobras de telas de armação	Det. do projeto / método do trabalho	Diminui a qualidade
	Paredes de Concreto	Formas para montagem	Placas de montagem sem utilização	Det. do projeto / método do trabalho	Diminui a qualidade
	Logística do canteiro	Montagem das formas	Formas de radier sem utilização	Det. do projeto / método do trabalho	Perda de material
Transporte	Logística do canteiro	Transporte de materiais	Argamassa sendo transportada manualmente	Ferramentas/equipamentos	Compromete a segurança; desmotivação; baixa produtividade
	Logística do canteiro	Transporte de material (argamassa)	Argamassa sendo transportada manualmente	Ferramentas/equipamentos	Compromete a segurança; desmotivação; baixa produtividade
Movimentação	Logística do canteiro	Transporte de materiais	Betoneira distante dos locais de serviço	Condições de trabalho / local	Baixa produtividade; desmotivação; compromete a segurança