

INVESTIGANDO AS ASSOCIAÇÕES ENTRE CAUSAS E EFEITOS DAS PERDAS POR MAKING-DO NA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

SPOHR, L. S., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, email: leonardospohr@gmail.com;

ISATTO, E. L., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, email: isatto@ufrgs.br

ABSTRACT

The elimination of waste is an important foundation for the modernization effort that the construction industry has been carrying out since the Eighties. Much of the construction waste is caused by making-do events, situations of starting an activity without all the needed resources being in place. This study aims to identify and analyze possible associations among causes and effects of making-do events in order to support managerial actions for their elimination. The study comprised the analysis of a number of making-do events in a construction site, from which their causes and effects were identified using Social Network Analysis (SNA), as well as the possible associations among them. The findings suggest that some causes and effects of making-do are more closely related, and that such characteristic is greatly affected by the particular construction process that is involved.

Keywords: Waste. Making-do. Social Network Analysis. SNA.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem experimentando um acentuado movimento de modernização desde a década de 80, caracterizado pela busca de maiores níveis de qualidade e de produtividade, e da redução de perdas (VILELLA, 2007).

Neste sentido, uma das estratégias adotadas consiste na migração do paradigma tradicional de produção em direção à produção enxuta (*lean production*) (WOMACK; JONES; ROSS, 1992). Porém, a aplicação da produção enxuta para a indústria da construção não é direta, mas demanda certo grau de abstração dos princípios e conceitos que a fundamentam, e sua adaptação a esse novo contexto (LILLRANK, 1995).

Em particular, o conceito das Sete Perdas adotado pelo Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997) – sobre o qual se apoia o princípio da contínua redução de perdas – foi complementado por Koskela (2004), o qual propôs uma oitava categoria de perda, a perda por *making-do*: a realização de uma tarefa sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis. Segundo Koskela (2004), a perda por *making-do* é extremamente relevante na construção, especialmente porque seus efeitos frequentemente não se restringem à mesma, mas podem resultar em diversas outras perdas.

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de melhor compreender o *making-do*, particularmente quanto ao seu impacto e à caracterização das

¹ 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.

suas causas e efeitos. No entanto, as associações entre suas causas e efeitos ainda são pouco conhecidas, embora tal conhecimento seja fundamental para viabilizar a efetiva redução das perdas nas obras a partir da identificação da ocorrência de eventos de *making-do*.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 As perdas por *making-do*

Segundo Koskela (2004), um evento de "*making-do*" consiste numa situação em que uma tarefa é iniciada sem que todos os recursos necessários estejam disponíveis, ou ainda a quando uma tarefa é continuada mesmo após a interrupção do fornecimento de algum recurso.

Como forma de combater as perdas por *making-do*, Sommer (2010) propôs um método para a identificação dessas perdas a partir de situações de improvisação, e a partir daí classificando possíveis ocorrências de *making-do* resultantes, com base nas suas causas e em seus efeitos em termos de produção.

No que se refere às causas, sua classificação toma por base o tipo de recurso ausente, o qual pode ser: informação, materiais e componentes, mão de obra, equipamentos e ferramentas, espaço, serviços interdependentes, condições externas e instalações (Quadro 1).

Já no que diz respeito aos efeitos de *making-do*, a classificação de Sommer (2010) se baseou naqueles originalmente propostos por Koskela (2004), sendo posteriormente ampliada por Fireman (2012):

- a) Diminuição da produtividade;
- b) Retrabalho;
- c) Diminuição da qualidade;
- d) Redução da segurança;
- e) Desmotivação;
- f) Perdas de materiais; e
- g) Falta de terminalidade (tarefa incorretamente dada como concluída).

Quadro 1 – Causas de *making-do*

Informação	Quando os documentos que fornecem a informação necessária para a execução dos pacotes de trabalho (projetos, planos, estudos e procedimentos) não estão disponíveis, não são claros, estão incompletos ou são desconhecidos.
Materiais e componentes	Quando estes não são previstos, estão disponíveis ou são inadequados à realização da atividade com a qualidade e na quantidade especificada.
Mão de obra	Quando esta não está disponível na quantidade ou nível de qualificação exigidos para a realização da tarefa.
Equipamentos ou ferramentas	Quando estes não se encontram disponíveis, ou quando não funcionam ou são inadequados à realização das tarefas.
Espaço	Quando não este não é adequado à realização trabalho, circulação ou armazenamento de materiais, ou quando existem dificuldades de acesso para a realização dessas atividades.
Serviços interdependentes	Quando atividades precedentes comprometem a execução da tarefa.
Condições externas	Quando da ocorrência de vento, chuva ou temperaturas extremas que tornam inviável a execução da tarefa dentro dos padrões esperados.
Instalações	Quando as instalações provisórias de água e energia elétrica não atendem às necessidades para execução das tarefas.

Fonte: Sommer (2010)

As evidências obtidas em pesquisas envolvendo a análise de ocorrências de *making-do* desenvolvidas por Sommer (2010) e outros pesquisadores (FIREMAN, 2012; ROCHA, 2015; LEÃO; ISATTO; FORMOSO, 2016) confirmam que os efeitos de *making-do* de distribuem de maneira bastante desigual, sendo alguns efeitos bem mais frequentes que outros.

Dada esta constatação, é razoável se supor que a redução dessas perdas deva principiar pelos efeitos de maior ocorrência, a partir da identificação das causas a eles associadas. Porém, tal estratégia para a redução das perdas por *making-do* tem sido dificultada pelo desconhecimento da forma como suas causas e efeitos se relacionam.

A partir dessa lacuna, esta pesquisa tem por objetivo identificar e analisar as possíveis associações entre causas e efeitos de *making-do*, buscando responder, ainda que em caráter exploratório, as seguintes questões:

- Dado um determinado efeito de *making-do*, que causas estão mais estreitamente associadas ao mesmo?
- Que efeitos decorrentes de *making-do* pode se esperar a partir da ocorrência de uma determinada causa?
- As associações entre causas e efeitos de *making-do* são influenciadas pelo serviço de construção executado?

2.2 As associações entre causas e efeitos de *making-do* sob a perspectiva da *Social Network Analysis*

Segundo Otte e Rousseau (2012), a Análise de Redes Sociais (do inglês *Social Network Analysis*, SNA) se constitui em um método particularmente adequado para representar as relações entre distintos atores e sua forma de interação. A SNA alia o uso de sociogramas – um conceito introduzido por Moreno (1934) com o intuito de se analisar escolha e preferências em um determinado grupo – à teoria de redes e grafos, visando à análise de dados associados com a rede. Desta forma, a SNA permite a criação modelos que representam as mais diversas formas de interação entre atores (CHERVEN, 2013).

Devido a estas características, a SNA foi escolhida neste estudo para representar e analisar as relações entre as causas e os efeitos de eventos de *making-do*.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa adotou uma estratégia de estudo de caso, realizado em uma obra de ampliação de um hospital compreendendo cerca de 100.000 m² de construção, a partir de situações de *making-do* identificadas pelo pesquisador com base em registros de ocorrências de problemas de qualidade registrados pela fiscalização da obra. A modelagem e análise da rede foram realizadas com apoio do software Gephi (<https://www.gephi.org>).

As fontes de evidência utilizadas foram registros de ocorrência de problemas de qualidade registrados pela equipe de fiscalização da obra, coletados entre junho/2016 a julho/2017. Tais registros consistiam em relatórios de ocorrência com a descrição do problema identificado e fotos. No período citado foram registrados 361 registros de problemas de qualidade, dentre os quais foram identificados 182 eventos de *making-do*. Para cada um desses eventos foram estabelecidas suas prováveis causas e efeitos, dentre aqueles propostos por Sommer (2010) e Firemann (2012).

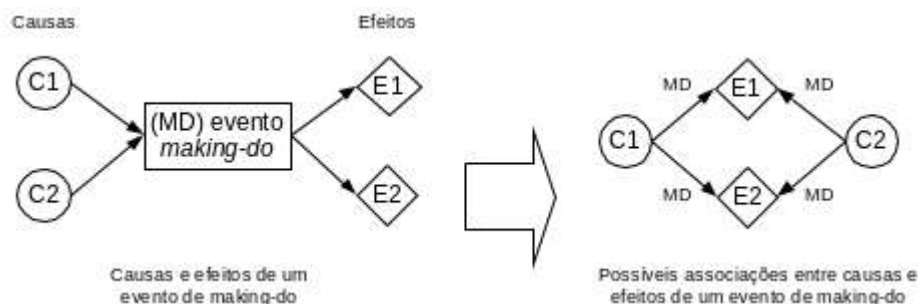
Para cada um dos eventos de *making-do* identificadas também foi registrado o serviço de construção envolvido. O Quadro 2 apresenta a relação de serviços de construção envolvidos com os eventos de *making-do* identificados, bem como uma descrição do seu escopo.

A rede foi construída a partir das possíveis associações entre causas e efeitos, modeladas como mostrado na Figura 1. As associações foram estabelecidas a partir da premissa de que todo evento de *making-do* representa uma possibilidade de associação entre as causas que o geraram, e os efeitos dele resultantes. Nessa rede, as causas e os efeitos são representados como nós, ao passo que os eventos são representados como arestas direcionadas ligando as causas aos efeitos neles envolvidos.

Quadro 2 – Serviços de construção considerados e seu escopo

Serviço de construção	Escopo
Instalações prediais	Instalações elétricas, hidrossanitárias e de PPCI, da execução da infraestrutura em lajes e paredes e passagens de cabeamento à colocação de dispositivos, louças e metais.
Estrutura de concreto	Execução da superestrutura de concreto, incluindo lajes, vigas e pilares.
Vedações	Execução das paredes de alvenaria e gesso acartonado, bem como a instalação de forro de gesso.
Revestimento	Execução de revestimentos internos, sendo considerados tanto revestimentos de paredes como reboco de argamassa, massa corrida, pintura, revestimento cerâmico, quanto revestimentos de pisos, como contrapiso, porcelanato e piso elevado.
Segurança do trabalho	Atividades relacionadas à segurança dos trabalhadores da obra, sendo compreendidos: uso de EPI, andaimes de fachadas, guarda-corpos, linhas de vida, proteção de poços de elevadores, bandejas de proteção.
Armazenamento de materiais	Procedimentos relacionados ao estoque e transporte de materiais no canteiro de obras.

Fonte: Os autores

Figura 1 – Modelagem das associações entre causas e efeitos a partir dos eventos de *making-do*

Fonte: os autores

Os pesos das associações entre uma causa e um efeito foram estabelecidos a partir do número de ocorrências, ou seja, o número de eventos de *making-do* que resultaram em uma associação entre aquela causa e aquele efeito em particular. Na representação da rede, tais pesos estão associados com a espessura da linha que representa a aresta direcionada.

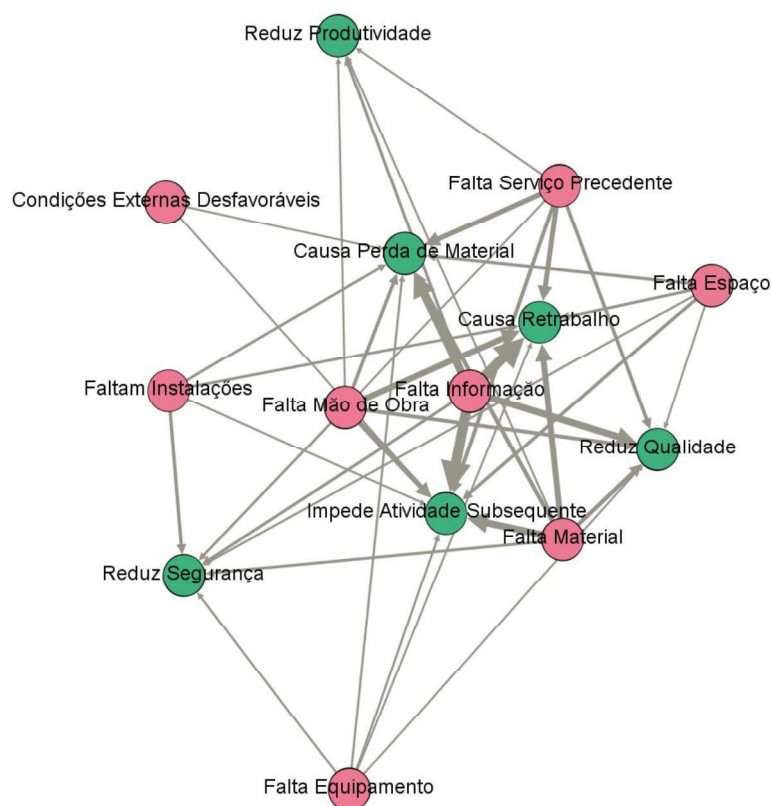
Pelas limitações de espaço, apenas uma parte dos serviços do Quadro 2 será apresentado neste artigo. Uma discussão mais completa poderá ser encontrada em Spohr (2017).

4 RESULTADOS

4.1 Associações entre causas e efeitos de *making-do*

A Figura 2 mostra a rede de associações entre causas e efeitos, construída a partir dos eventos de *making-do* observados. Como a figura indica, foram verificados causas e efeitos mais centrais, com associações mais expressivas entre si, destacando-se dentre as causas a “Falta Mão de Obra”, “Falta Informação” e “Falta Material”, e os efeitos “Causa Retrabalho”, “Causa Perda de Material” e “Impede Atividade Subsequente”. Outras causas e efeitos se mostraram mais periféricos, com associações mais fracas com os demais, como, por exemplo, a causa “Falta de Equipamentos”, e os efeitos “Reduz Segurança” e “Reduz Produtividade”.

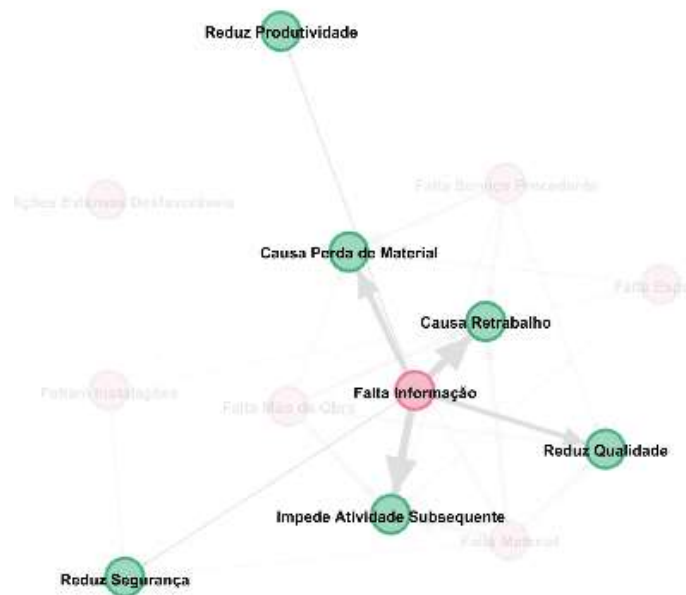
Figura 2 – Associações entre causas e efeitos do *making-do*



Fonte: Os autores

Outra análise realizada foi a identificação, para cada uma das causas, dos efeitos mais intimamente a ela associados. A título de exemplo, a Figura 3 mostra que a causa “Falta de Informação” está fortemente associada com o retrabalho, a qualidade, a perda de materiais e o atraso da atividade subsequente, e em menor grau a redução de produtividade e segurança.

Figura 3 – Efeitos decorrentes da causa “Falta de informação”

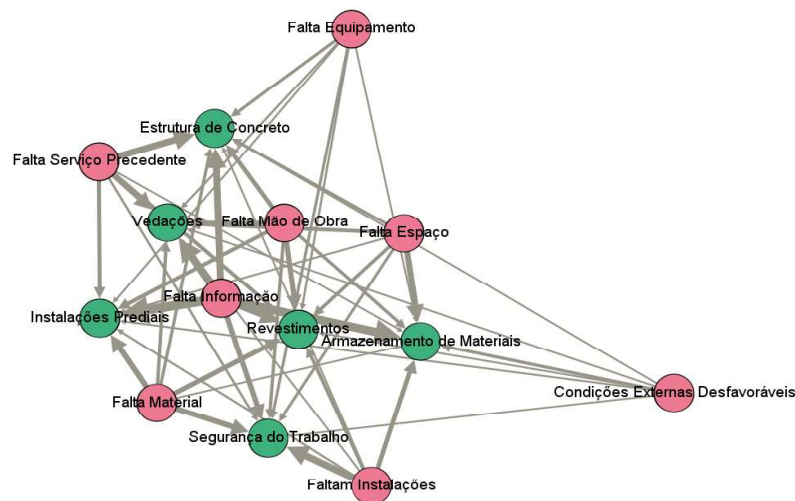


Fonte: Os autores

4.2 Associações entre os serviços realizados e as causas e efeitos de *making-do*

A Figura 4 mostra as associações verificadas entre os serviços de construção e as causas do *making-do*.

Figura 4 – Associações entre causas de *making-do* e serviço executado



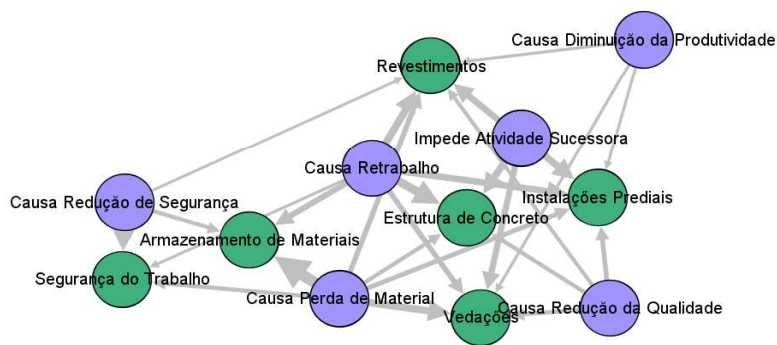
Fonte: Os autores

Como pode ser observado na figura, algumas causas de *making-do* afetam de maneira mais direta alguns tipos de serviço, como mostra a associação

entre a causa “Falta de Informação” com os serviços de “Revestimento” e “Vedações”.

Já a Figura 5 mostra associações verificadas entre os serviços de construção e os efeitos do *making-do*. A figura indica que existem associações mais íntimas entre alguns serviços de construção e efeitos de *making-do*, como, por exemplo, o serviço “Revestimento” e o efeito “Impedir a atividade sucessora”.

Figura 5 – Associações entre efeitos do *making-do* e o serviço executado



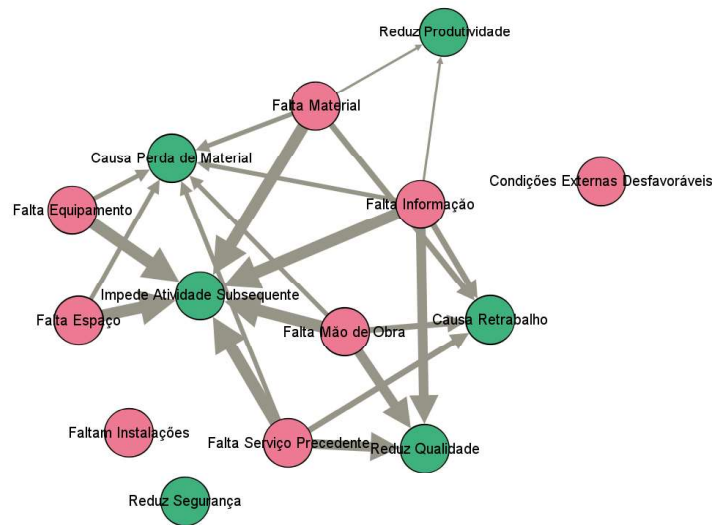
Fonte: Os autores

4.3 Associações entre causas e efeitos de *making-do* segundo o serviço de construção

Também foram analisadas as associações entre causas e efeitos estratificando os eventos de *making-do* segundo o serviço de construção envolvido, como exemplificado na Figura 6, onde são indicadas as associações entre causas e efeitos considerando somente o serviço de “Revestimento”.

Como pode ser observado, as associações entre causas e efeitos mostradas na Figura 2 são expressivamente influenciadas pelo serviço considerado. No caso do serviço de “Revestimento” em particular, o efeito “Impede a Atividade Subsequente” passou a assumir um papel muito mais central que aquele observado na Figura 2. Também se pode observar que no contexto particular de um determinado serviço algumas das causas (“Faltam instalações” e “Condições externas desfavoráveis”) e efeitos (“Reduz segurança”) podem se mostrar irrelevantes.

Figura 6 – Associações entre causas e efeitos de *making-do* para o serviço “Revestimento”



Fonte: Os autores

5 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados mostram que, em seu conjunto, as associações entre causas e efeitos do *making-do* são bastante diversas, sendo algumas muito próximas e centrais, ao passo que outras são bastante fracas e periféricas. Isto sugere que a atenção gerencial visando a redução das perdas por *making-do* deva se concentrar em um conjunto mais central de efeitos (no caso analisado, perda de material, retrabalho e impedir a atividade subsequente), e que a ação gerencial sobre um conjunto mais central de causas (no caso analisado, a falta de informação, material e mão de obra) tem maior potencial de uma redução mais expressiva nos efeitos de *making-do*.

Quando se analisando individualmente cada uma das causas, as evidências observadas indicam que uma determinada causa específica de *making-do* afeta de forma desigual os efeitos, sugerindo que a escolha da causa sobre a qual atuar possa ser decorrente de um efeito que se deseje evitar.

O estudo também sugere que o tipo de serviço afeta substancialmente a forma como tais associações se desenvolvem. Como resultado, ações de melhoria que visem determinado serviço em particular deverão considerar as associações causa-efeito que ocorrem naquele contexto específico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui descrita teve como objetivo identificar e analisar as possíveis associações entre as causas e efeitos de *making-do*. Para tanto, foi empregada a técnica da Análise de Redes Sociais, o que permitiu avaliar as associações entre causas e efeitos de *making-do* sob uma perspectiva global, na forma de redes de associações.

Os resultados encontrados mostram que cada tipo de causa de *making-do* está mais intimamente associada a alguns tipos de efeito de *making-do*, e vice-versa. Mostram também que tais associações são bastante influenciadas pelo tipo de serviço de construção considerado.

Devido ao reduzido número de casos estudados, os resultados obtidos não permitem uma generalização mais ampla, no sentido de identificar as associações entre cada uma das causas e efeitos individualmente considerados, ou os mecanismos que governam tais relações em particular, o que se sugere seja realizado em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

CHERVEN, K. **Network Graph Analysis and Visualization with Gephi**. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2013.

FIREMAN, M.; **Proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade com mensuração de perdas por *making-do* e pacotes informais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

KOSKELA, L. *Making-do: the eighth category of waste*. In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION ANNUAL CONFERENCE, 12. Elsinore, 2004. **Proceedings...** Elsinore, 2004.

LILLRANK, P. *The transfer of management innovations from Japan*. **Organization Studies**, v. 16, n. 6, p. 971-989, 1995.

LEAO, C. F. ; ISATTO, E. L. ; FORMOSO, CARLOS T. *Proposta de modelo para controle integrado da produção e da qualidade com apoio da computação móvel*. **Ambiente Construído (Online)**, v. 16, p. 109-124, 2016.

MORENO, J. L. **Who shall survive: A new approach to the problem of human interrelations**. Nervous and Mental Disease Publishing Co., 1934.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Bookman, Porto Alegre, 1997.

OTTE, E; ROUSSEAU, R. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. **MORENO, J. L. Who shall survive: A new approach to the problem of human interrelations**. Nervous and Mental Disease Publishing Co., 1934. of Information Science, n. 28, p 441-453. 2012.

ROCHA, G. S. **Proposta de refinamento de modelo de controle integrado da produção e qualidade com o uso de dispositivos móveis**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil., 2015.

SOMMER, L.; **Contribuições para um Método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil).

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SPOHR, L. P. **Controle de perdas na construção civil: Análise de causas e consequências das perdas por *making-do***. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre, RS, 2017.

VILLELA, F. F. **Indústria da construção civil e reestruturação produtiva: novas metodologias e modos de socialização construindo o intelecto coletivo (“General Intellect”)**. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.