

PERDAS DE MATERIAIS EM EMPREENDIMENTOS GOIANOS: UMA CONTRIBUIÇÃO TECNOLÓGICA

Material losses in goiana civil construction: a technological contribution

Yago A.V. Bravo¹, Matheus S. Couto¹, Andrielli Moraes de Oliveira², Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter², Cecile Ulhôa²



PALAVRAS CHAVE:

Perdas;
Materiais;
Gerenciamento na construção;
Construção civil.

KEYWORDS:

Losses;
Materials;
Construction management;
Civil construction.

RESUMO: Devido a competitividade entre as empresas, aumento da exigência dos clientes e aumento no preço dos materiais, o setor da construção civil necessitou ter maior controle sobre o planejamento físico-financeiro das construções e as empresas passaram a ter uma menor margem para erros e de perdas. Dessa, forma, é objetivo do artigo analisar de forma comparativa, dados de perdas de materiais de 2 empreendimentos goianos com padrão de acabamento e dimensões semelhantes, realizados por mesma equipe executiva entre 2015 e 2021. Os materiais associados a estas perdas foram concreto para estrutura, argamassa para contrapiso e argamassa para reboco interno. Estes itens foram escolhidos por serem um ponto em comum entre as edificações e por permitir medições *in loco* durante a execução. Como resultado, a comparação entre os empreendimentos indicou valores médios de perdas de 0,1%, 15,0% e 12,0% para o empreendimento A e de 0,5%, 1,6% e 15,0% para o empreendimento B para os respectivos materiais concreto, argamassa para contrapiso e argamassa para reboco. A conclusão obtida foi que as perdas em geral foram aproximadas entre os empreendimentos para o concreto e argamassa para reboco interno. Já para a argamassa de contrapiso, o *layout* do *hall* de pavimento “tipo” foi definitivo, sendo maior a perda para o empreendimento com acesso a mais apartamentos, isto é, o empreendimento A.

ABSTRACT: Due to the competitiveness between companies, increased customer demand and an increase in the price of materials, the civil construction sector needed to have greater control over the physical-financial planning of constructions and companies now have a smaller scale for errors and losses. The aim of this paper is to comparatively analyze material loss data from 2 buildings in Goiás with similar materials, dimensions and construction system, built between 2015 and 2021. The materials associated with these losses were concrete for the structure, mortar for plastering interior and mortar for subfloor. These items were chosen because they are a common point between the buildings and because they allow measurements *in loco* during execution. As a result, the comparison between the projects indicated average loss values of 0.10%, 15.0% and 12.0% for project A and 0.53%, 1.6% and 15.0% for project A. development B for concrete, subfloor mortar and plaster mortar. The conclusion obtained was that the overall losses were approximated between the projects for concrete and mortar for internal plastering. For the subfloor mortar, the layout of the floor-type hall was definitive, the loss being greater for the development with access to more apartments, that is, development A.

* Contato com os autores:

Publicado em 29 de dezembro de 2023

¹ e-mail: yagoalejandrod@discente.ufg.br (Y. V. Bravo)

Engenheiro civil, Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

² e-mail: matheus_sc_08@discente.ufg.br x reecmail.com (M. S. Couto)

Engenheiro civil, Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

³ e-mail: andriellimorais@ufg.br x reecmail.com (A. M. Oliveira)

Engenheira Civil, Doutora, Docente do Curso de Engenharia Civil e Ambiental (EECA) e do curso de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (PPG-GECON/UFG)

⁴ e-mail: maria_carolina_brandstetter@ufg.br (M. C. G. O. Brandstetter)

Engenheira Civil, Doutora, Docente do Curso de Engenharia Civil e Ambiental (EECA) e do curso de Pós-Graduação em Geotecnia,

Estruturas e Construção Civil da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (PPG-GECON/UFG)

⁴ e-mail: cecileulhoa@uol.com.br (C. Ulhôa)

Engenharia civil, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás (PPG-GECON/UFG)

1. INTRODUÇÃO

A competitividade, o crescente nível de exigência de consumidores, o aumento no preço dos materiais e juros na economia, fazem com que o setor da construção civil brasileiro tenha a exigência de maiores controles sobre o planejamento físico-financeiro das construções, dos indicadores de riscos, da gestão executiva de obra, da qualidade e produtividade em geral, do pós-obra e das perdas em materiais, fluxos e processos. Esse cenário exige maior comando de riscos e perdas inerentes a serviços e materiais na construção civil (SANTOS e SANTOS, 2017).

O crescimento da indústria da construção civil é de grande importância para a manutenção e sustentação da economia brasileira, sobretudo em tempos de pandemia pela COVID-19 e doenças virais como a *monkeypox*. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) relatam que o Produto Interno Bruto (PIB) da construção cresceu 9,7% no ano de 2021 e 6,9% em 2022, enquanto o crescimento do PIB do Brasil foi de 5% em 2021 e 2,9% em 2022. Ademais, o setor da construção civil foi responsável pela geração de 10% dos empregos formais em 2022.

No contexto mundial, a indústria da construção é um dos setores econômicos mais importantes em todo o mundo devido a sua influência socioeconômica (por exemplo, emprego) e contribuição para o produto interno bruto (PIB). De acordo com o Center for *Construction Research and Training*, nos Estados Unidos, a indústria da construção emprega 11 milhões de trabalhadores. Na maioria dos países do mundo, dependendo do estágio de desenvolvimento econômico, além da demanda por infraestrutura e habitação, a indústria da construção contribui com cerca de 9% a 15% do PIB (OESTERREICH e TEUTEBERG, 2016).

Ao mesmo tempo, esse crescimento no setor/mercado da construção civil também pode originar um aumento desordenado no volume de resíduos sólidos de construção e demolição (RCD) nos canteiros de obras. A exemplo disso, pode-se mencionar que os RCD, coletados pelos municípios, passaram de 33 milhões de toneladas no ano de 2010 para 44,5 milhões no ano de 2019 (ABRELPE/IBGE, 2020). Somente em 2020, foram coletadas cerca de 47 milhões de toneladas de RCD nos municípios brasileiros, cabendo ainda destacar que a região centro-oeste possui o maior índice de kg/habitante/ano no cenário nacional – a média brasileira é de 221,19 kg/hab/ano e a média do centro-oeste é de 319,38 kg/hab/ano (ABRELPE, 2023).

O conceito de perdas na construção civil é amplo e pode estar associado a dimensão do risco, ao nível de controle de processos, ao processo produtivo (NOGUEIRA; SÁFARO e GUADANHIM, 2018), ao trabalho inacabado com impacto no tempo de ciclo em processos construtivos (SANTOS e SANTOS, 2017), nas perdas financeiras, na redução e na previsão da geração de resíduos (CAETANO; FAGUNDES e GOMES; 2018; OLIVEIRA et al., 2020; MEDEIROS e PINTO, 2020), nos impactos ambientais (GRIGOLETTI e SATTLE; 2003; CALDAS; CARVALHO e TOLEDO FILHO, 2020), ao transporte (PÉREZ; COSTA e GONÇALVES, 2016), por falta de qualidade (BERR e FORMOSO, 2013) a ausência de melhorias (BRANDSTETTER; SANTOS e CARASEK, 2013), ao pós-obra (CUPPERTINO e BRANDSTETTER, 2015), a ergonomia na execução dos serviços (ANTWI-AFARI et al., 2023) e outros.

Nesse sentido, estudos sobre perdas e desperdício em geral nos processos construtivos e sua interface com o gerenciamento é relativamente recente no âmbito da literatura específica. Os primeiros estudos ocorreram por meio da *Building Research Establishment* (BRE), tendo-se início nos anos 70 com os trabalhos do autor Skoyles (SKOYLES, 1976) no Reino Unido, onde foram analisados mais de 180 canteiros com a finalidade de estabelecer índices de perdas e entender dados divergentes de canteiros de obras similares.

Já no Brasil, o tema é mais recente e o pioneiro em estudos foi Pinto (PINTO, 1989), na cidade de São Paulo em 1989, que analisou o edifício Flat Hotel (PALIARI, 1999). Picchi (1993) mencionou que o

desperdício de material e a geração de resíduos na construção civil brasileira pode chegar até 17% da massa final da edificação naqueles anos.

Da mesma forma, políticas de estado, como a do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Política Nacional do Meio Ambiente (PNRS), por meio da Resolução nº 307 de 2002 são fundamentais para um “olhar” mais atento e preocupado com questões ambientais, escassez de recursos naturais e minimização de impactos ambientais. Esta resolução conferiu responsabilidades compartilhadas aos geradores, transportadores e gestores municipais no que tange ao gerenciamento desses resíduos e tornaram-se imprescindíveis para um caminho de desenvolvimento mais sustentável (CONAMA, 2002).

Para uma parte das construtoras e incorporadoras, as perdas na construção civil, estão associadas apenas aos recursos financeiros e elas são tratadas de forma “inerente” e, até um certo nível, assume-se o risco por acreditar que as perdas são apenas uma margem aceitável no orçamento. Principalmente quando se trata das perdas incorporadas em excesso, que justamente pela sua natureza de se tornar parte da edificação, tende a passar por muitas vezes despercebido (MATTOS, 2006).

É de conhecimento que as, perdas em geral, podem afetar diversos fatores do desempenho organizacional, tais como: produtividade, lucratividade, competitividade ou mesmo parâmetros como eficiência. Assim, associações de perdas de valor e os impactos ambientais na indústria da construção são de interesse mundial visando um melhor desempenho ambiental e econômico da indústria da construção, simultaneamente (RÄGER e LETMATHE, 2022).

No entanto, acredita-se que a solução de questões ambientais, um olhar mais atento aos consumidores, um maior comprometimento social das construtoras e a preocupação com o desperdício, pode minimizar a geração de resíduos e o volume de perdas, em geral dessas empresas.

Neste contexto, justifica-se o tema e a condução do presente trabalho, enriquecendo os dados de perdas de materiais na construção civil brasileira para um maior conhecimento técnico-científico e tecnológico. Sabe-se também que há um número limitado de dados brasileiros publicados de forma mais recente sobre perdas.

Ao mesmo tempo, em um contexto internacional, é mais difícil comparações aos dados nacionais, visto que os processos construtivos em outros países podem ser mais racionalizados, com ferramentas e transportes mais otimizados e o uso de tecnologias mais presente nos canteiros de obras, além de mão de obra mais qualificada.

Neste sentido é de conhecimento a necessidade de obras e rápido desenvolvimento da infraestrutura em todo o mundo, contudo operações manuais e tradicionais têm sido uma preocupação que restringe a alta eficiência, a segurança, a qualidade do produto final e produtividade nos canteiros de obras, especificamente os brasileiros.

É objetivo fazer um comparativo de dados de perdas executadas de materiais (concreto da estrutura em concreto armado, argamassa para reboco interno e argamassa para contrapiso), em relação ao orçamento previsto, de dois diferentes empreendimentos de incorporação de uma mesma construtora, com padrão de acabamento e dimensões físicas semelhantes, executados com recorte temporal de 2016-2021 (6 anos).

2. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho foi desenvolvida em 4 etapas, conforme apresenta o fluxograma da Figura 1.

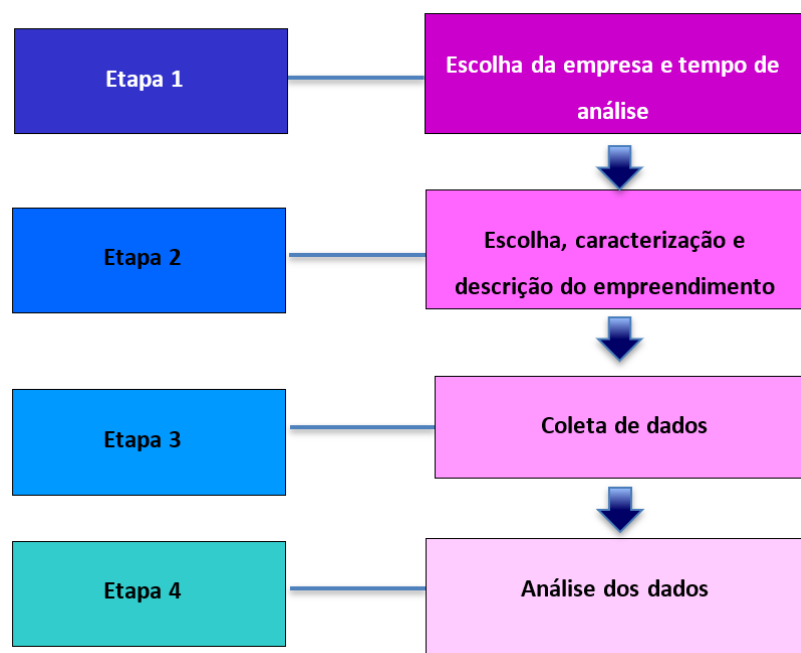


FIGURA 1: Etapas da metodologia empregada.

FONTE: Os autores.

Delimitou-se que o estudo interno de perdas de uma mesma construtora seria inicialmente importante para posteriormente ter-se a possibilidade de abrangência do estudo de perdas para outras construtoras e empreendimentos similares. Assim, optou-se por analisar e estudar primeiramente dados de uma única construtora.

2.1 CRITÉRIO PARA ESCOLHA DA EMPRESA CONSTRUTORA, CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS SELECIONADOS

A empresa construtora parceira foi escolhida pela possibilidade de acesso aos dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa, além da transparência e confiabilidade dos dados. Além disso, a empresa incentiva a produção científica, estando aberta às pesquisas e sendo parceira de vários estudos na área de construção civil.

O tempo de análise da pesquisa foi limitado pelos próprios dados da empresa, visto que as planilhas de controle de materiais começaram a ser utilizadas pela construtora somente nos últimos 6 anos (2015-2021), período de tempo em que ocorreu a execução de 10 empreendimentos.

O levantamento foi realizado em empreendimentos de uma mesma construtora de um banco de dados de 10 empreendimentos contidos inicialmente. No entanto, foram selecionados apenas dois empreendimentos por possuírem a mesma tipologia construtiva (execução de estruturas em concreto armado e vedações em blocos cerâmicos furados não estruturais), alto padrão de acabamento da edificação, quantidade aproximada de pavimentos, aproximadamente a mesma área de laje no pavimento tipo, mesma equipe executiva e de gestão (engenheiro, mestre de obra e encarregados) e mesmos fornecedores de materiais e serviços, além da semelhança no controle dos processos produtivos.

Um dos empreendimentos estudados foi iniciado no final do ano de 2019 e finalizado em dezembro de 2021. Ele possui uma área total construída de 29.300 m² com o total de 35 pavimentos, sendo 28 lajes de pavimentos de apartamentos (tipo) e 1 laje de *penthouses*, localizado no Setor Bueno em Goiânia-GO. A laje do pavimento de apartamentos possui área aproximada de 650 m² e é composta por 6 unidades habitacionais com 3 tipologias de plantas e tamanhos que variam entre 125 m², 62 m² e 86 m². Entre as unidades, um único hall dá acesso às 6 unidades habitacionais conforme pode ser visualizado na Figura 2.

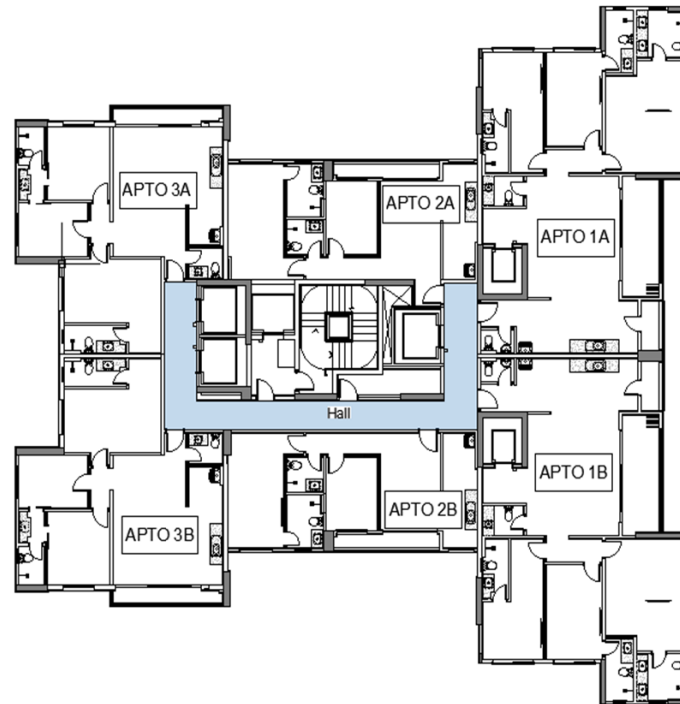


FIGURA 2: Planta do pavimento tipo do empreendimento A.
FONTE: Projeto arquitetônico empreendimento A (2023).

O empreendimento B foi iniciado no meio do ano de 2017 e finalizado em outubro de 2019 e possui área total de 27.170 m² aproximadamente, com 33 pavimentos, sendo 28 lajes de pavimento tipo e localizado no Setor Bueno em Goiânia-GO. A laje do tipo com área aproximada de 650 m² é composta por 6 unidades habitacionais na qual possuem 3 tipologias de plantas e tamanhos que variam entre 95 m², 92m² e 68 m², além de possuir 2 halls que dão acesso a 3 unidades habitacionais de forma independente, conforme mostrado na Figura 3.

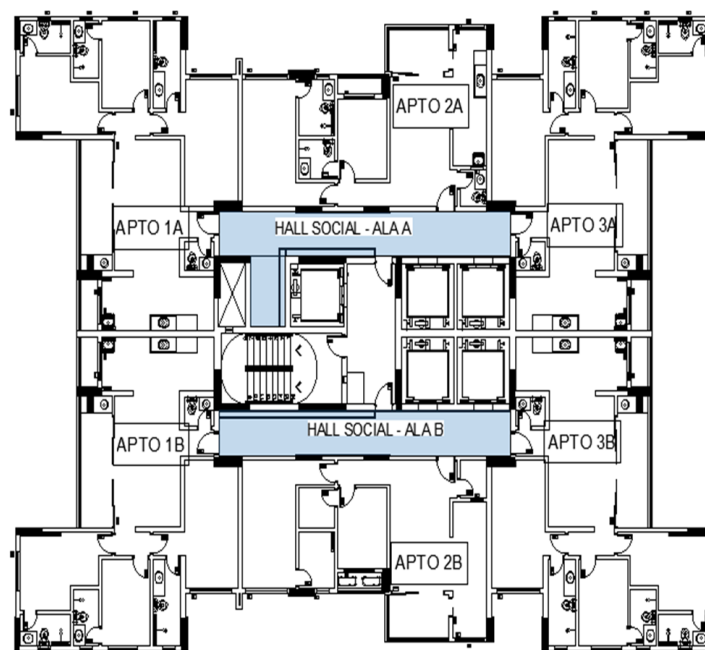


FIGURA 3: Planta do pavimento tipo do empreendimento B.
FONTE: Projeto arquitetônico empreendimento B (2023).

Nos dois empreendimentos foi utilizada a tipologia de estruturas em concreto armado nas lajes, vigas e pilares, blocos cerâmicos de tijolos furado não estruturais nas alvenarias de vedação externa e interna, alterando-se apenas as dimensões dos blocos de acordo com a finalidade da vedação.

Destaca-se que a mão de obra utilizada foi interna (da própria construtora) e externa (trabalhadores terceirizados). A equipe executiva dos dois empreendimentos, foi a mesma para os serviços de carpintaria, armação e taliscamento, visto que pelo fato da empresa possuir vários canteiros de obras em fases construtivas diferentes é possível manter a mesma equipe, fazendo a rotatividade pelas diversas obras. Para o serviço de concretagem, a mesma empresa terceirizada foi responsável pela execução nos dois empreendimentos.

2.2 COLETA DE DADOS E DELIMITAÇÃO DAS PERDAS NO CONTEXTO DOS SERVIÇOS REALIZADOS

A construtora registrou em planilhas internas o consumo de alguns materiais em todos os pavimentos do empreendimento, como medidas de taliscas de reboco interno e taliscas de contrapiso e quantidade de concreto que serão utilizadas neste trabalho, além de consumo de gesso, textura e revestimentos cerâmicos. Do empreendimento B os dados usados foram retirados diretamente da planilha e os autores não participaram da coleta dos mesmos, enquanto que para o empreendimento A uma parte da coleta dos dados teve participação de um dos autores deste trabalho.

A coleta de dados das taliscas de contrapiso foi feita com o auxílio de um paquímetro, no qual foram medidas 4 taliscas de cada ambiente e, para ambientes com grandes dimensões, essa quantidade de amostra poderia ser aumentada, a fim de melhor representar a realidade. Após a coleta das espessuras de talisca foi feita uma média ponderada entre as espessuras e áreas dos ambientes, chegando a um valor médio de espessura para o apartamento. Por fim, foi feita uma nova média ponderada entre o valor médio de espessura de cada apartamento e a área total de cada apartamento e foi encontrado um valor médio de espessura de contrapiso para o pavimento.

Para o controle do volume do concreto utilizado, a coleta dos dados foi restrita ao volume adquirido, por meio de notas fiscais, devido à complexidade de medição de volumes associados a perdas em produção, transporte e adensamento, além da bomba estacionária, caminhões betoneiras e jericas.

Além disso, alguns materiais possuíam maior relevância físico-financeira e controle na execução dos empreendimentos e estes foram determinados na curva ABC, quais sejam concreto estrutural, argamassa de contrapiso e argamassa de reboco interno. De acordo com o orçamento da empresa para as duas obras, estes materiais representam um percentual médio de aproximadamente 8,4% para o concreto estrutural, 2,8% para argamassa de reboco interno e 0,61% para argamassa de contrapiso em relação ao custo total do empreendimento.

Menciona-se que a concretagem estrutural dos dois empreendimentos foi executada pela mesma empresa terceirizada na qual o concreto usinado foi bombeado, por meio de um caminhão bomba.

Ao mesmo tempo, a argamassa de reboco interno foi do tipo industrializada, produzida em central dosadora, fornecida por uma mesma empresa e entregue por caminhões betoneiras diariamente. Esse procedimento foi igual para os dois empreendimentos estudados e as argamassas foram transportadas por elevador cremalheira até os pavimentos onde o revestimento foi executado manualmente.

Em paralelo, a argamassa de contrapiso foi produzida no canteiro de obras, por profissionais diferentes, mas executadas com mesma dosagem (por meio da tabela de traços presente no Sistema de Gestão da Qualidade da empresa), também transportada de forma vertical por elevador cremalheira e o contrapiso foi executado pela mesma equipe. Tanto as taliscas de reboco quanto de contrapiso dos dois empreendimentos foram executadas pelo mesmo profissional e sua equipe.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados obtidos por meio dos projetos executivos e das planilhas de controle da obra foram organizados e serão apresentados em forma de gráficos para melhor visualização.

3.1 CONCRETO ESTRUTURAL

Inicialmente, tem-se os dados de consumo real do volume de concreto nos pavimentos de apartamentos, representados pelas colunas em vermelho e o volume de projeto, representado pela linha verde. No gráfico da Figura 4 estão os dados do empreendimento A e no gráfico da Figura 5 estão os dados do empreendimento B, respectivamente.

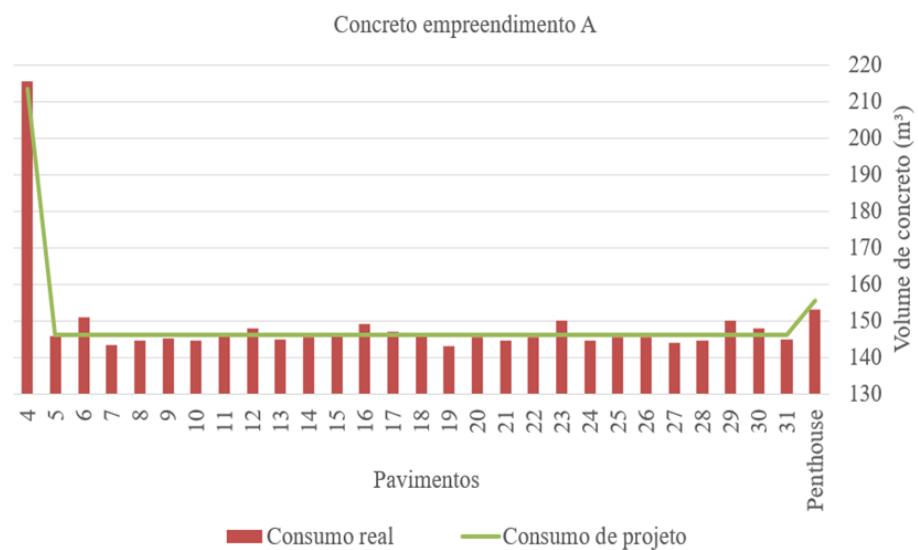


FIGURA 4: Dados de consumo real de concreto do empreendimento A.

FONTE: Os Autores.

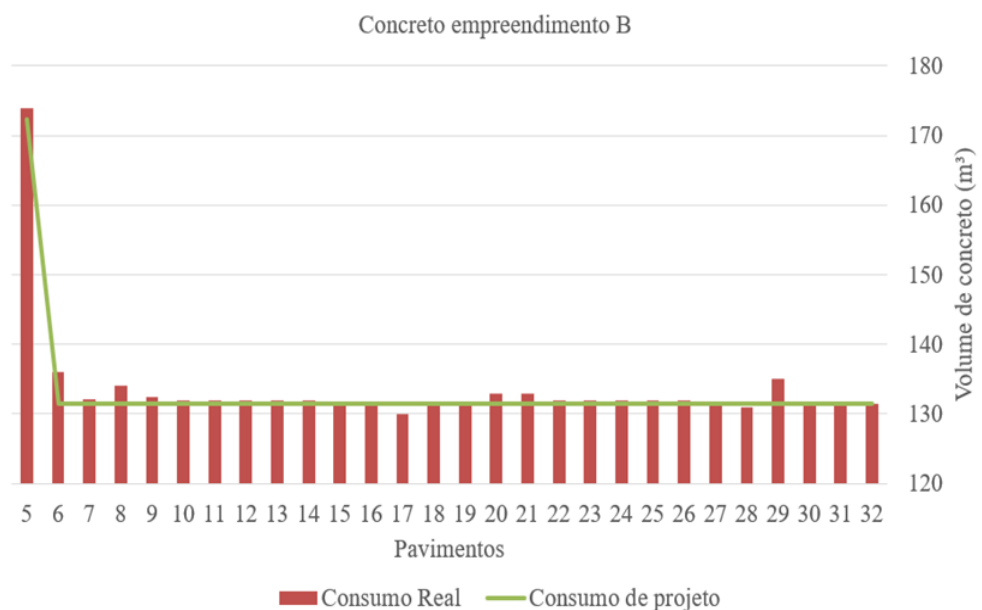


FIGURA 5: Dados de consumo real de concreto do empreendimento B.

FONTE: Os Autores.

A Figura 6 apresenta, por pavimento, o volume total de concreto que foi utilizado nos empreendimentos e a quantidade inicialmente prevista no projeto executivo. Com a diferença entre esses índices, têm-se o resultado da perda incorporada em excesso por pavimento e, conseqüentemente, a perda global.

Empreendimento A				Empreendimento B			
Pavimento	Consumo real (m ³)	Consumo projeto (m ³)	Perda incorporada (%)	Pavimento	Consumo real (m ³)	Consumo projeto (m ³)	Perda incorporada (%)
Penthouse	153,10	155,40	-1,48	32	131,50	131,50	0,00
31	145,00	146,20	-0,82	31	131,50	131,50	0,00
30	148,00	146,20	1,23	30	131,50	131,50	0,00
29	150,00	146,20	2,60	29	135,00	131,50	2,66
28	144,50	146,20	-1,16	28	131,00	131,50	-0,38
27	144,00	146,20	-1,50	27	131,50	131,50	0,00
26	145,50	146,20	-0,48	26	132,00	131,50	0,38
25	145,50	146,20	-0,48	25	132,00	131,50	0,38
24	144,50	146,20	-1,16	24	132,00	131,50	0,38
23	150,00	146,20	2,60	23	132,00	131,50	0,38
22	145,50	146,20	-0,48	22	132,00	131,50	0,38
21	144,50	146,20	-1,16	21	133,00	131,50	1,14
20	145,50	146,20	-0,48	20	133,00	131,50	1,14
19	143,00	146,20	-2,19	19	131,50	131,50	0,00
18	146,00	146,20	-0,14	18	131,50	131,50	0,00
17	147,00	146,20	0,55	17	130,00	131,50	-1,14
16	149,00	146,20	1,92	16	131,50	131,50	0,00
15	146,50	146,20	0,21	15	131,50	131,50	0,00
14	145,50	146,20	-0,48	14	132,00	131,50	0,38
13	145,00	146,20	-0,82	13	132,00	131,50	0,38
12	147,80	146,20	1,09	12	132,00	131,50	0,38
11	146,50	146,20	0,21	11	132,00	131,50	0,38
10	144,70	146,20	-1,03	10	132,00	131,50	0,38
9	145,20	146,20	-0,68	9	132,50	131,50	0,76
8	144,70	146,20	-1,03	8	134,00	131,50	1,90
7	143,20	146,20	-2,05	7	132,20	131,50	0,53
6	151,00	146,20	3,28	6	136,00	131,50	3,42
5	145,70	146,20	-0,34	5	174,00	172,30	0,99
4	215,50	213,30	1,03				
Lazer				Lazer			
G2				G3			
G1				G2			
Térreo				G1			
SS1				Térreo			
SS2							
	Perda Global				Perda Global		
	-0,10%				0,53%		

FIGURA 6: Perdas incorporada de concreto estrutural por pavimento: do empreendimento A e empreendimento.

FONTE: Os Autores.

A média de consumo real para os pavimentos tipo foi de 146,05 m³ com desvio padrão de 2,05 m³ e coeficiente de variação de 4% para o empreendimento A. Para o empreendimento B a média de consumo real dos pavimentos tipo foi de 132,17 m³ com desvio padrão de 1,2 m³ e coeficiente de variação 2,3%. A diferença entre a quantidade estimada entre a quantidade consumida de concreto foi de -0,10% e de 0,53% para os respectivos empreendimentos A e B. A média da perda do concreto do empreendimento A foi de -0,1% e desvio padrão de 0,4%. Para o empreendimento B, a perda foi de 0,53% e desvio padrão de 0,90%.

Um ponto interessante a considerar é que quantidade de concreto previsto (projeto) e o adquirido para os dois empreendimentos foram muito próximas com variações de menos de 1%. Como o material

concreto significa alto custo em relação ao valor de execução da obra, seu controle e nível de perdas obtido entre o orçado e o previsto pode ser considerado satisfatório. Outros insumos como formas e aço também podem expressar perdas em outros níveis.

Ademais, o fato do empreendimento A ter usado menos concreto do que o previsto em projeto pode ser explicado tanto pela imprecisão do volume real entregue na obra quanto por alguma falha na execução das fôrmas ou realização do serviço de concretagem, por exemplo sarrafeamento e espessura de concreto.

3.2 ARGAMASSA PARA CONTRAPISO

A Figura 7 apresenta os dados do empreendimento A e B, por pavimento e por espessura de argamassa para contrapiso.

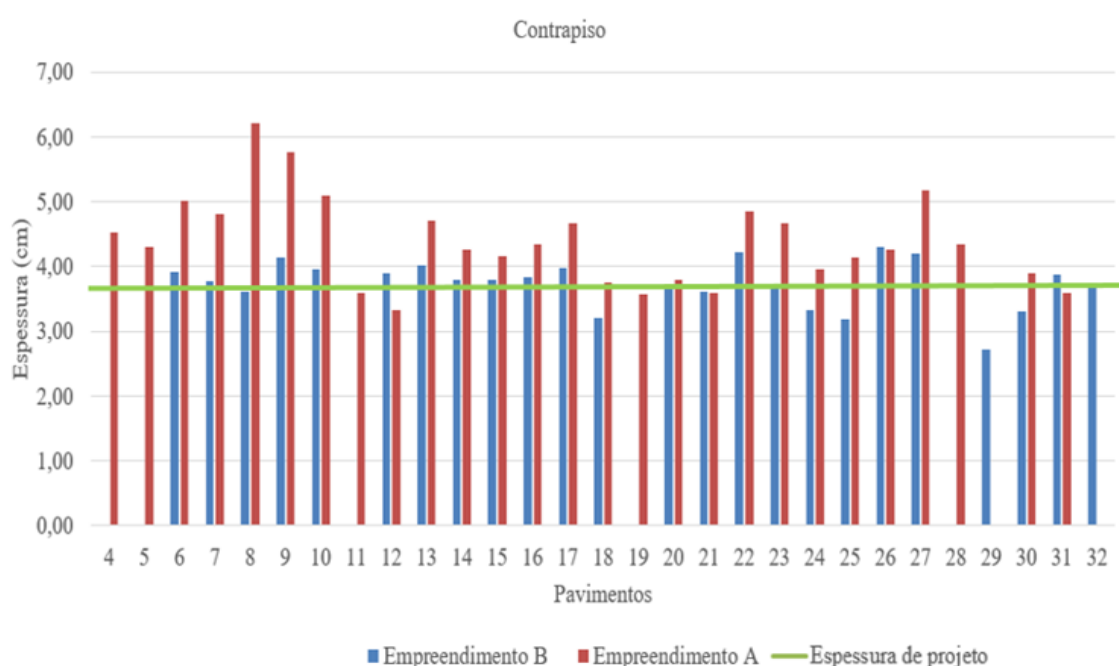


FIGURA 7: Dados de espessura de contrapiso dos empreendimentos A e B, por pavimento.

FONTE: Os Autores.

Alguns pavimentos não possuem a espessura expressa na Figura 7 para o contrapiso, devido à ausência destas informações no banco de dados da empresa parceira.

Percebe-se que a média da espessura de fato aplicada e executada nos pavimentos tipo foi de 4,4 cm com desvio padrão de 0,70 cm e coeficiente de variação de 13% para o empreendimento A. Para o empreendimento B, a média da espessura real dos pavimentos tipo foi de 3,7 cm com desvio padrão de 0,40 cm e coeficiente de variação de 8%.

Nota-se em geral valores de contrapisos abaixo de 6 cm e médias entre 4,4 cm e 3,7 cm para os empreendimentos A e B, respectivamente. O empreendimento A com hall que dá acesso a 6 apartamentos possuiu maior espessura de contrapiso (4,4 cm) e maior desvio padrão associado a ele (13%). O empreendimento B, provavelmente por possuir a modulação de halls que dão acesso a dois grupos de unidades, apresentou menor média e desvio padrão. Talvez essa divisão maior de empreendimentos possa ter influenciado nas perdas.

Além disso, o empreendimento A que foi realizado com menos concreto do que o projeto, exigiu mais argamassa de contrapiso para regularização, enquanto que o empreendimento B ocorreu o oposto, utilizou mais concreto e menos contrapiso que o previsto.

Na Figura 8, tem-se a média da espessura de argamassa de contrapiso que foi utilizada nos empreendimentos e a medida inicialmente prevista no projeto executivo. Da diferença entre elas se obteve o resultado da perda incorporada em excesso para cada pavimento e, consequentemente, a perda global.

empreendimento A				empreendimento B			
Pavimento	Espessura real (cm)	Espessura em projeto (cm)	Perda incorporada (%)	Pavimento	Espessura real (cm)	Espessura em projeto (cm)	Perda incorporada (%)
Penthouse				32			
31	3,58	3,80	-5,79	31	3,88	3,80	2,11
30	3,90	3,80	2,63	30	3,31	3,80	-12,89
29				29	2,71	3,80	-28,68
28	4,34	3,80	14,21	28			
27	5,17	3,80	36,05	27	4,20	3,80	10,53
26	4,26	3,80	12,11	26	4,30	3,80	13,16
25	4,13	3,80	8,68	25	3,18	3,80	-16,32
24	3,96	3,80	4,21	24	3,33	3,80	-12,37
23	4,66	3,80	22,63	23	3,68	3,80	-3,16
22	4,85	3,80	27,63	22	4,21	3,80	10,79
21	3,60	3,80	-5,26	21	3,62	3,80	-4,74
20	3,80	3,80	0,00	20	3,68	3,80	-3,16
19	3,57	3,80	-6,05	19			
18	3,76	3,80	-1,05	18	3,21	3,80	-15,53
17	4,66	3,80	22,63	17	3,97	3,80	4,47
16	4,34	3,80	14,21	16	3,84	3,80	1,05
15	4,15	3,80	9,21	15	3,80	3,80	0,00
14	4,25	3,80	11,84	14	3,79	3,80	-0,26
13	4,71	3,80	23,95	13	4,01	3,80	5,53
12	3,33	3,80	-12,37	12	3,90	3,80	2,63
11	3,60	3,80	-5,26	11			
10	5,10	3,80	34,21	10	3,96	3,80	4,21
9	5,76	3,80	51,58	9	4,14	3,80	8,95
8	6,20	3,80	63,16	8	3,61	3,80	-5,00
7	4,80	3,80	26,32	7	3,77	3,80	-0,79
6	5,02	3,80	32,11	6	3,92	3,80	3,16
5	4,30	3,80	13,16	5			
4	4,52	3,80	18,95	Lazer			
Lazer				G2			
G2				G1			
G1				Térreo			
Térreo							
SS1							
SS2							
Perda Global 15,32				Perda Global -1,59%			

FIGURA 8: Perda incorporada de argamassa para contrapiso por pavimento: do empreendimento A e empreendimento B.

FONTE: Os Autores.

O mesmo comportamento de perda associada ao empreendimento A, comparando-se o previsto e o realizado nas argamassas de contrapiso, se repetiu. Os valores de perda global para ambos empreendimentos (15,32% com desvio padrão de 18% e -1,59% e desvio padrão de 10%) foram bem distantes entre si. Esta tendência não foi plenamente esperada pela similaridade dos empreendimentos. Contudo, como mencionado anteriormente, o empreendimento A por possuir um único hall de acesso apresentou talisca de piso, sendo influenciada por 6 apartamentos na laje, enquanto que no empreendimento B, por possuir 2 halls, uma talisca influencia em apenas 3 apartamentos.

3.3 ARGAMASSA PARA REBOCO INTERNO

Na Figura 9 estão posicionados dados de espessura de reboco interno do empreendimento A, em vermelho, e do empreendimento B, em azul, por pavimento.

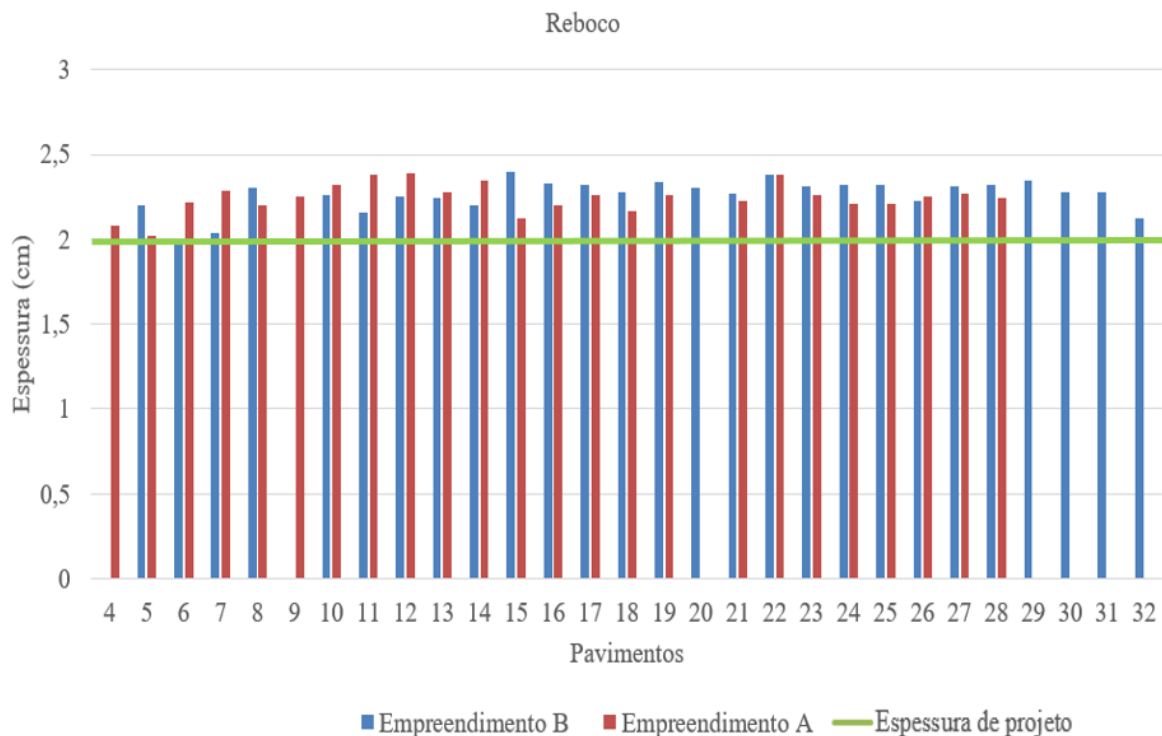


FIGURA 9: Dados de espessura de reboco interno dos empreendimentos A e B.

FONTE: Os Autores.

Em geral, o reboco interno apresentou espessuras menores que 2,5 cm. A NBR 7200 (ABNT, 1998) recomenda a espessura total do revestimento de argamassa incluindo o chapisco em 2,5 cm. Altas espessuras de reboco tendem a apresentar maior pré-disposição a deslocamentos do revestimento de argamassa.

Alguns pavimentos não possuem a espessura expressa na Figura 10 para o reboco interno, devido à ausência destas informações no banco de dados da empresa parceira.

A Figura 10 ilustra a média de espessura de argamassa de reboco interno, utilizada nos empreendimentos e a medida inicialmente prevista no projeto executivo. Com essa diferença chegou-se à perda incorporada em excesso para cada pavimento e ao valor da perda global

A média da espessura real para os pavimentos tipo foi de 2,24 cm com desvio padrão de 0,09 cm e coeficiente de variação de 2% para o empreendimento A. Para o empreendimento B a média da espessura real dos pavimentos tipo foi de 2,26 cm com desvio padrão de 0,10 cm e coeficiente de variação de 2%.

Os valores de perda geral média para os empreendimentos A e B foram de, respectivamente, 12,17% (desvio padrão de 4,5%) e 13,11% (desvio padrão de 4,9%), em comparação ao previsto e o executado. Esse valor foi considerado baixo, aceitável e condizente com a premissa de que empreendimentos de dimensões e padrões semelhantes teriam valores aproximados para as perdas incorporadas em excesso, sob o ponto de vista tecnológico.

3.4 DISCUSSÃO GLOBAL DOS RESULTADOS

Em geral, os dois empreendimentos tiveram valores próximos de materiais estudados entre o orçado e o executado. Entre si, os valores de perdas de argamassa de contrapiso, em virtude da modulação do layout do pavimento, foi definitivo nas diferenças obtidas entre as perdas dos empreendimentos.

Para as semelhanças entre os empreendimentos, a comparação entre os dois empreendimentos, permitiu criar os índices de perda global dos materiais e observar valores condizentes com a premissa de que empreendimentos semelhantes teriam perdas próximas.

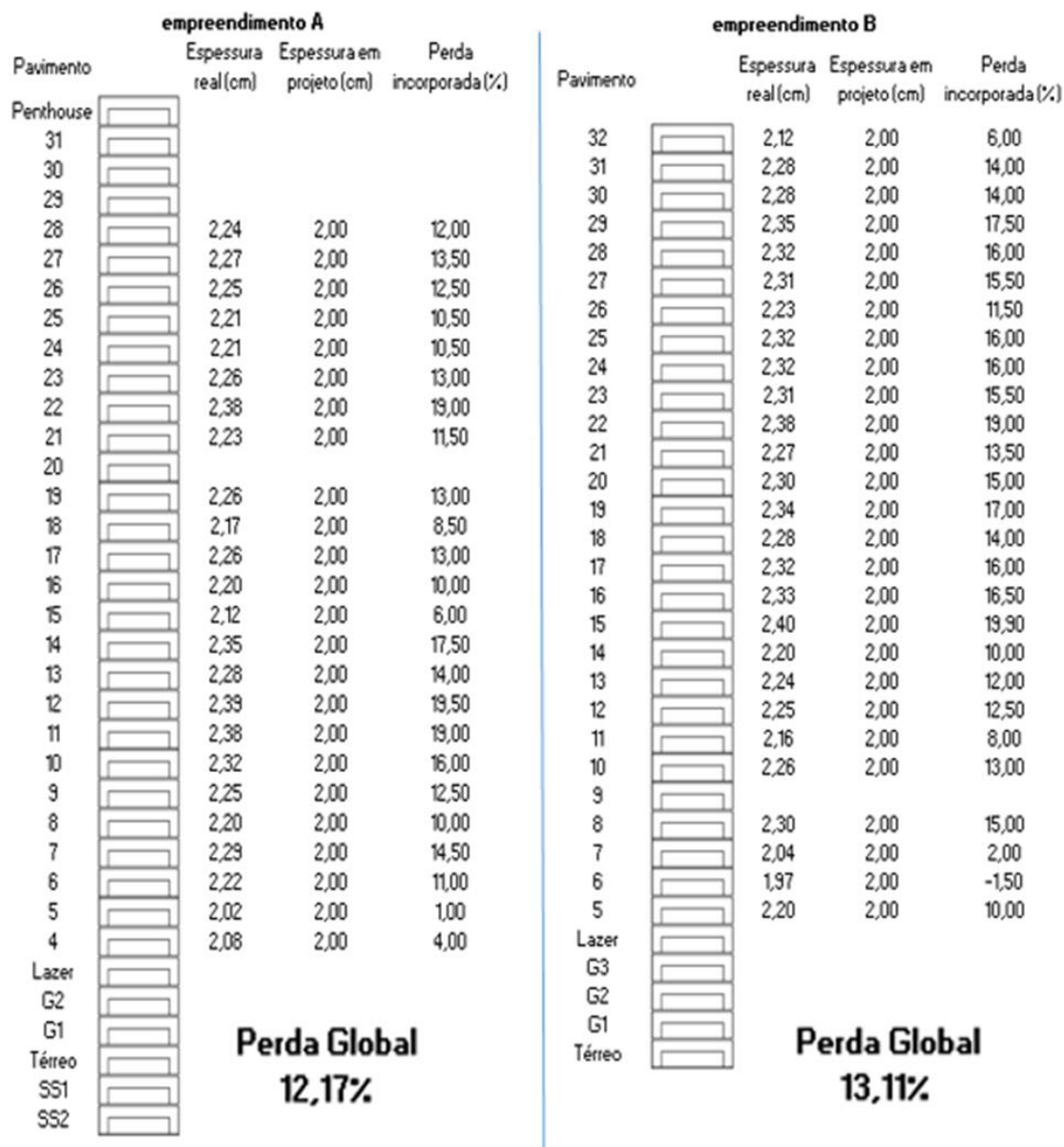


FIGURA 10: Perda incorporada de reboco interno dos empreendimentos: A e B.

FONTE: Os Autores.

Os valores de desvio padrão dos materiais apresentaram valores abaixo de 15% entre os pavimentos, indicando certa padronização.

Por fim, se faz necessário analisar outros empreendimentos com características similares ao do estudo para que se possa confrontar aos dados encontrados neste e também analisar outros empreendimentos com características diferentes para obter outros parâmetros em relação às perdas incorporadas, contribuindo assim para o enriquecimento do tema.

4. CONCLUSÕES

Pode-se traçar as seguintes conclusões do presente estudo:

- ✓ obteve-se índices de perda global semelhantes nos dois empreendimentos estudados para os materiais: concreto usinado e argamassa de reboco interno;
- ✓ os índices de perda para contrapiso foram divergentes, devido a uma diferença arquitetônica entre os empreendimentos, fato que ressaltou o quão sensível é o índice de perdas em relação a similaridades;
- ✓ os valores de perdas foram de 0,1%, 15% e 12% para o empreendimento A e 0,53%, 1,6% e 15% para o empreendimento B para concreto, argamassa de contrapiso e argamassa de reboco;
- ✓ para a argamassa de contrapiso, o layout do hall de pavimento tipo foi definitivo, sendo maior a perda para o empreendimento com acesso a mais apartamentos, isto é, empreendimento A e
- ✓ é sabido que apenas um comparativo é insuficiente para afirmar que existe uma relação direta entre as dimensões do empreendimento e as perdas e para tanto se fazem necessários mais estudos comparativos como este, mas os resultados obtidos com esse estudo são um indício de que essa relação possa existir.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTWI-AFARI, M. F et al., **A science mapping-based review of work-related musculoskeletal disorders among construction workers**. Journal of Safety Research, 2023, ISSN 0022-4375, <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.01.011>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS - **ABRELPE**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>, 2023.
- BERR, L. R.; FORMOSO, C. T. **Método para avaliação da qualidade de processos construtivos em empreendimentos habitacionais de interesse social**. Ambiente Construído, v. 12, p. 77-96, 2012.
- BRANDSTETTER, M. C. G. de O.; SANTOS, F. C. dos; CARASEK, H. **Avaliação das melhorias obtidas por meio da implantação do projeto de alvenaria de vedação**. Ambiente Construído, v. 13, n. 3, p. 79-98, 2013.
- CAETANO, M. O.; FAGUNDES, A. B.; GOMES, L. P. **Modelo de regressão linear para estimativa de geração de RCD em obras de alvenaria estrutural**. Ambiente Construído, v. 18, p. 309-324, 2018.
- CALDAS, L. R.; CARVALHO, M. T. M.; TOLEDO FILHO, R. D. **Avaliação de estratégias para a mitigação dos impactos ambientais de revestimentos argamassados no Brasil**. Ambiente Construído, v. 20, p. 343-362, 2020.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**. Disponível em: <http://cbcs.org.br/website/> Acesso em maio de 2023.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/> Acesso em maio de 2023.
- CUPERTINO, D.; BRANDSTETTER, M. C. G. de O. **Proposição de ferramenta de gestão pós-obra a partir dos registros de solicitação de assistência técnica**. Ambiente Construído, v. 15, p. 243-265, 2015.
- DRÄGER, P.; LETMATHE, P. **Value losses and environmental impacts in the construction industry—Tradeoffs or correlates?** Journal of Cleaner Production, v. 336, p. 130435, 2022.
- FERNANDES, M. da P. M.; SILVA, L. C. P. da. **Um modelo orientativo para a gestão municipal dos RCCs**. Ambiente Construído, v. 17, p. 21-38, 2017.
- GRIGOLETTI, G. de C.; SATTTLER, M. A. **Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul**. Ambiente construído, v. 3, p. 19-32, 2003.
- IBGE. Agência IBGE. Disponível em: <https://ibge.gov.br/>. Acesso em maio de 2023.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: PINI, 2006.

NOGUEIRA, C. F. B.; SAFFARO, F. A.; GUADANHIM, S. J. Diretrizes de projeto para a redução de perdas na produção de Habitações de Interesse Social customizadas com painéis pré-fabricados em sistemas de construção a seco. *Ambiente Construído*, v. 18, p. 67-89, 2018.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. **Understanding the implications of digitization and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry**, *Computers in Industry*, v. 83, p. 121-139, 2016.

OLIVEIRA, F. DE A., MAUÉS, L. M. F., ROSA, C. C. N., SANTOS, D. DE G., & MELO, R. DE S. **Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM**. *Ambiente Construído*, 20(4), 157–176, 2020. Recuperado de <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/100091>

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PÉREZ, C. T.; COSTA, D. B.; GONÇALVES, J. P. **Identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte em processos construtivos**. *Ambiente Construído*, v. 16, p. 243-263, 2016.

PICCHI, F. A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção**. 1993. 461p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PINTO, T. P. **Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 1989.

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

SKOYLES, E.R. **Materials wastage: a minuses of resources**. *Building Research and Practice*, p. 232-243, 1976.