

ANÁLISE DO CONSUMO E DESPERDÍCIO DE MATERIAIS EM UMA OBRA DE ALVENARIA CONVENCIONAL NA CIDADE DE DOURADOS/MS.

Larissa Blanco Fávoro; Liliane Rodrigues Congro da Rocha;
larissafavaro09@hotmail.com; lilianerocha@ufgd.edu.br

RESUMO

O trabalho consiste em uma análise do consumo e do desperdício de três materiais: tijolos cerâmicos de oito furos, cimento para argamassa de assentamento de alvenaria e concreto usinado, utilizados em uma obra de alvenaria convencional na cidade de Dourados/MS. No mês de outubro de 2021, por meio dos projetos arquitetônico e estrutural realizou-se o cálculo dos quantitativos e em seguida os orçamentos dos insumos. Ademais, verificou-se e contabilizou-se as compras e os estoques desses materiais até o final das etapas definidas. A partir desses dados, tornou-se possível obter um estudo das perdas, e conseqüentemente o custo dos desperdícios em relação ao valor total da obra e sugerir propostas a fim de evitar estes problemas. Embora ocorreram desperdícios de todos os insumos, o cimento apresentou o maior percentual de perda (66,67%), em seguida o concreto (14,35%) e por último os tijolos cerâmicos (8,75%). A porcentagem do custo dessas perdas em relação ao total da obra é de 1,49%. A fim de diminuir esse prejuízo, destacam-se a especialização da mão de obra, as aplicações de ferramentas de qualidade e o planejamento como medidas imprescindíveis nos canteiros de obras.

Palavras-chave: construção civil; resíduos; custos; gestão.

ABSTRACT

The work consists of an analysis of the consumption and waste of three materials: eight holes ceramic bricks, cement for laying mortar of masonry and ready-mixed concrete, used in conventional masonry work in the Dourados City, Mato Grosso do Sul State. In October 2021, through the architectural and structural projects, the quantitative calculation was carried out and then the budgets of the insums. In addition, the purchases and inventories of these materials were verified and counted until the end of the defined steps. From these data, it became possible to obtain a study of losses, and consequently the cost of waste in relation to the total value of the work and suggest proposals to avoid these problems. Although there was waste from all the insum, the cement presented the highest percentage of loss (66.67%), then the concrete (14.35%) and finally ceramic bricks (8.75%). The percentage of the cost of these losses in relation to the total work is 1.49%. In order to reduce this damage, specialization of the workforce, the application of quality tools, and planning stand out as essential measures at construction sites.

Keywords: construction; waste; costs; management.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores mais importantes para o desenvolvimento econômico de um país. Nas últimas décadas, as construções no Brasil tiveram um crescimento significativo e dessa forma têm gerado uma grande quantidade de resíduos. Conhecidos como Resíduos da Construção Civil (RCC), causam impactos negativos ao meio ambiente quando não descartados corretamente, afetando a qualidade de vida da sociedade (COSTA; ATHAYDE JÚNIOR; OLIVEIRA, 2014).

Além da contribuição para a degradação do meio ambiente, os desperdícios também implicam no administrativo e financeiro das empresas, tendo menor lucratividade tanto para quem empreende, constrói, comercializa e até para quem compra o produto, dessa forma, o cliente que paga pelo mal planejamento de toda uma equipe que foi envolvida durante o processo de construção (PALIARI; LEMES DE SOUZA, 2006).

Segundo Agopyan *et al* (1998) a preocupação quanto ao uso excessivo, mal planejamento dos materiais e componentes de obras de construção está em debate há muito tempo. O conhecimento sobre o que realmente está ocorrendo na indústria e os caminhos propostos para melhorias de desempenho do setor quanto aos desperdícios tornam-se indispensáveis no contexto atual, em que existe uma competição entre as empresas e crescentes exigências por partes dos clientes das obras de edificações.

Conforme Grohmann (1998) as causas para esses desperdícios, em sua maior parte, são a falta de mão de obra qualificada, orientações técnicas de construção escassas. É de conhecimento de todos que este investimento a longo prazo traz economia para as empresas da construção civil. Após as devidas instruções em um canteiro de obra, em conjunto com um bom planejamento, é possível diminuir consideravelmente desperdícios que impactam negativamente na produtividade e no lucro.

A construção civil é muito criticada por seus altos índices de desperdícios que levam a elevados custos e baixos índices de produtividade, justificados pela baixa qualificação e alta rotatividade da mão de obra (LORENZON, 2008).

Oliveira (2010) apresenta que o aumento das exigências dos clientes e a alta competitividade dentro do setor da construção civil têm feito as empresas atuantes trazerem melhores produtos com custos e prazos reduzidos. É crucial que as construtoras façam um planejamento que se adeque à realidade das obras.

Estudos indicam que um dos principais problemas da construção civil é a falta de planejamento, mostrando que deficiências nesse processo estão entre os principais motivos

da produtividade baixa do setor, das perdas elevadas e da qualidade inferior dos seus produtos (FORMOSO, 1991)

De acordo com Laufer (1990) o planejamento é necessário pois ele compreende melhor os objetivos, aumentando, dessa forma, a possibilidade de alcançá-los, como por exemplo, definir corretamente o trabalho para habilitar cada participante do empreendimento a identificar e planejar suas próprias atividades. Além de desenvolver um padrão básico para o processo de orçamentação e programação, outro ponto importante é melhorar a coordenação e integração da equipe, e produzir informações para a tomada de decisões mais consistentes.

Dois pontos relevantes para um melhor planejamento, são: estabelecer padrões de monitoramento, controle e revisão para o empreendimento e implantar um sistema de aprendizado sistemático para aqueles que têm menos experiência (LAUFER, 1990).

Diante do exposto, para que as construtoras e empresas do setor de construção civil continuem no mercado devem investir em um melhor planejamento e aperfeiçoar seus processos produtivos e gerenciais, caso não se dediquem a estes pontos, elas poderão ser afetadas pela grande concorrência existente (CONCEIÇÃO, 2014). Este risco pode ser agravado pela situação econômica do país, principalmente em épocas de crise o setor pode sofrer queda de consumo e dessa forma provocar ainda mais prejuízos às empresas e construtores (VIEIRA; NOGUEIRA, 2018).

De acordo com Correia Pinho, Lordsleem Junior e Melhado (2013) a principal tecnologia utilizada nas construções do país é a de alvenaria de vedação, com a utilização de blocos cerâmicos, sendo essa a técnica responsável pelas maiores perdas e desperdícios das obras de edificação. Nas alvenarias convencionais o desperdício em obras pode chegar em torno dos 17%, um valor considerável. Sabe-se que é possível reduzi-lo com um bom planejamento e um controle de qualidade durante sua execução (PINHO; LORDSLEEM JR, 2009).

É de extrema importância a análise e acompanhamento dos desperdícios gerados nas obras, dessa forma o presente trabalho pretende contribuir para o planejamento, controle e métodos para reduzir os desperdícios gerados na construção civil, partindo de apontamentos e análises realizados em uma obra de médio padrão.

O objetivo geral desse trabalho consiste em analisar o desperdício de alguns materiais definidos, tais como: tijolos cerâmicos, cimento para assentamento de alvenaria e concreto usinado, em uma obra de alvenaria convencional, avaliar o impacto do desperdício sobre a obra, além de verificar quais são os principais motivos do desperdício

e conseqüentemente propor soluções para que este problema seja minimizado ou até mesmo eliminado.

Os objetivos específicos do trabalho são estimar o consumo dos materiais definidos, de acordo com cálculos a partir da Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO) (PINI, 2010), comparar o material orçado com o que foi utilizado a fim de verificar o desperdício gerado, apresentar um coeficiente de perda dos materiais, estimar o custo do desperdício e sugerir propostas para que estes índices sejam melhorados.

2 METODOLOGIA

Foi desenvolvido um orçamento inicial de acordo com os projetos arquitetônico (Anexo I) e estrutural (Anexo II e Anexo III), onde obteve-se a quantidade necessária dos materiais analisados para as etapas de fundação, supra estrutura, contrapisos e alvenaria de vedação. Para isso, utilizou-se de tabelas da TCPO (PINI, 2010) para o cálculo da quantidade através do seu rendimento, da análise de traço.

A obra analisada é uma residência unifamiliar, de um pavimento, totalizando 146,41 m² de construção, da cidade de Dourados/ MS. Com sistema de vedação de alvenaria convencional, estrutura de concreto armado, teto de laje com forro de gesso e acabamento considerado de médio padrão. Sua construção teve início no mês de novembro de 2021, acompanhou-se semanalmente os estoques e as compras, além da verificação do consumo dos materiais e o manejo da mão de obra. Dessa forma, por meio das informações coletadas, tornou-se possível calcular o coeficiente de perda e o percentual dos custos extras ao orçamento inicial, além de analisar e propor melhorias, para que tais problemas sejam evitados nos canteiros de obras.

2.1 Levantamento do quantitativo

Para a elaboração do quantitativo e orçamento inicial utilizou-se o *software* Revit LT, por meio do Projeto arquitetônico (Apêndice I), para o cálculo das áreas de alvenaria. Foi levantado o quantitativo de parede de toda a residência, ao medir o comprimento delas e multiplicar pela sua altura, obtendo, dessa forma, a área total de alvenaria. Em seguida multiplicou-se a área pelo coeficiente definido pela TCPO (PINI,2010), conforme a espessura da parede, resultando na quantidade total de tijolos (em unidades). Vale ressaltar que, foi considerado o vão da altura das janelas dos quartos com 1,0 m, dos banheiros com 0,70 m e a abertura de vidro da sala com 3,85 m, todas as portas têm o mesmo vão de altura igual a 2,10 m. A platibanda de toda residência é de alvenaria de meia vez, os dois pórticos verticais, de mesma altura, na fachada da construção são de alvenaria de uma vez.

Somente foram executadas as paredes pertencentes a casa, os muros já existiam no local, assim, não foram contabilizados.

Para a verificação da quantidade de cimento, utilizou-se o traço e o quantitativo definido na TCPO (PINI, 2010) para a formulação da argamassa de assentamento de tijolos (em kg), traço 1:2:8 (cimento, cal e areia fina), multiplicando a área das paredes pelo rendimento dado por sua espessura, obteve-se assim o peso do cimento em kg. O concreto usinado foi calculado a partir do *software* AutoCAD® e Projeto estrutural (Apêndice II e Apêndice III). Obteve-se o volume em m³ das estacas, dos blocos e das vigas baldrame na parte de fundações e o quantitativo de concreto do contrapiso, das lajes e das vigas de respaldo. Vale ressaltar que a espessura de concreto adotada para as lajes foi de 0,6 m e para o contrapiso, 0,6 m, os contrapisos de concreto dos banheiros não foram contabilizados, pois o esgoto ainda não estava pronto.

2.2 Acompanhamento de compras e levantamento dos dados

Para a coleta dos dados foram realizadas visitas semanais à obra, durante os meses de novembro/2021 a março/2022. Os desperdícios foram contabilizados, observando a quantidade de material comprado e aferindo o estoque.

2.3 Análise de perdas

2.3.1 Tijolos Cerâmicos

O tijolo utilizado na edificação foi o cerâmico de oito furos, com medidas de 9x19x19cm. A Equação (1) foi utilizada para o cálculo do coeficiente de perda de tijolos. Foi necessário verificar a quantidade adquirida para o levantamento de todas as paredes pertencentes à residência, aferir o estoque ao final de sua execução e o quantitativo inicialmente calculado em orçamento. Dessa forma, foi possível obter a quantidade de tijolos desperdiçados e analisar as causas e os impactos.

$$CP\% = \frac{[T1-T2-T3]}{T2} \cdot 100\% \quad (1)$$

Sendo:

T1= tijolos comprados (un);

T2 = tijolos orçados (un);

T3 = tijolos no estoque (un).

2.3.2 Cimento

A Equação (2) apresenta o coeficiente de perda de cimento em percentual (CP), por meio da análise da quantidade comprada no período, a quantidade de sacos de cimento que foram necessários para assentar cada m² de alvenaria calculada em projeto e o estoque ao final da etapa de assentamento. No final a quantidade de cimento foi transformada de quilogramas (kg) para sacos (sc) da forma que é usualmente comercializado, desse modo pôde-se verificar o consumo desse insumo.

$$CP\% = \frac{[C1 - C2 - C3]}{C2} \cdot 100\% \quad (2)$$

Sendo:

C1= cimentos comprados (sc);

C2 = cimentos orçados (sc);

C3 = cimentos no estoque (sc).

2.3.3 Concreto usinado

O índice de perda do concreto usinado foi determinado por meio da Equação (3), que calcula a quantidade de concreto adquirido, por meio do volume em m³. A porção desperdiçada foi obtida a partir da subtração do que foi orçado com o que foi adquirido. Desta forma foi possível verificar o volume de perda e analisar o motivo.

$$CP \% = \frac{[V1 - V2]}{V2} \cdot 100\% \quad (3)$$

Sendo:

V1 = Volume de concreto utilizado (m³);

V2= Volume de concreto orçado (m³).

2.4 Custo do desperdício

O custo do desperdício, foi dividido em dois tipos, um devido a quantidade desperdiçada na obra, chamado de CD1 e outro devido ao seu mau planejamento, esse último chamado de CD2.

A Equação (4) apresenta o cálculo do CD1, para tal foram utilizadas as quantidades desperdiçadas dos três materiais e multiplicado pela média dos valores unitários de suas compras: tijolos cerâmicos; cimento e concreto usinado, somando todos, obteve-se o custo do desperdício (CD1).

$$CD1 = (Ct + Cc + Cco) \quad (4)$$

Sendo:

Ct = custo do desperdício do tijolo (R\$);

Cc = custo do desperdício do cimento (R\$);

Cco = custo do desperdício do concreto usinado (R\$).

O custo devido ao mau planejamento da equipe de compras ($CD2$) devido aos atrasos de pedidos dos materiais foi calculado pela Equação (5) abaixo.

$$CD2 = (Vt + Vc + Vco) \quad (5)$$

Sendo:

Vt = Custo do mau planejamento do tijolo (R\$);

Vc = Custo do mau planejamento do cimento (R\$);

Vco = Custo do mau planejamento do concreto usinado (R\$).

Logo, somou-se os dois custos e obteve-se o valor total do desperdício, e por fim foi analisado esse valor com o total de material da obra orçado inicialmente e calculado o percentual total de perda (CTD) pela Equação (6).

$$CTD\% = \frac{(CD1 + CD2)}{VT} \cdot 100\% \quad (6)$$

Sendo:

$CD1$ = Custo do desperdício (R\$);

$CD2$ = Custo do mau planejamento (R\$);

VT = Valor total de material da obra (R\$).

2.5 Propostas para redução do desperdício

Após análise e identificação dos fatores que causaram desperdícios dos insumos, foram elaboradas propostas possíveis de serem implementadas com o intuito de evitar e de diminuir os desperdícios em obras, reduzindo, dessa forma o acúmulo de resíduos e os gastos desnecessários, beneficiando todos os âmbitos da construção.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Tijolos cerâmicos

Para a maior parte das paredes, o sistema de vedação utilizado foi o de alvenaria meia vez, conforme apresentado na Figura 1, onde a espessura dela coincide com a dimensão intermediária do tijolo (9 cm).

Figura 1 - Alvenaria de meia vez.



Fonte: Autora (2021).

Já nas paredes de divisa, as paredes com vãos maiores e as que recebem maiores cargas, o sistema de assentamento adotado foi o de uma vez, conforme apresentado na Figura 2, de modo que o comprimento do tijolo passa a ser a largura da parede, no caso 19cm.

Figura 2 - Alvenaria de uma vez.



Fonte: Autora (2021).

O Quadro 1 abaixo apresenta a quantidade de tijolos cerâmicos prevista inicialmente para a realização das alvenarias da residência.

Quadro 1 – Previsão da quantidade de tijolos cerâmicos para execução da alvenaria de vedação, com diferentes espessuras.

Alvenaria de meia vez (9 cm espessura)			Alvenaria de uma vez (19 cm espessura)		
Área (m ²)	Consumo de tijolos TCPO (un)	Total tijolos (un)	Área (m ²)	Consumo tijolos TCPO (un)	Total (un)
232,57	25,7	5.977,05	136,09	51	6.940,59
Total de tijolos 12.918 unidades					

Fonte: Autora (2022).

Foi utilizado a composição da TCPO (PINI, 2010) com o código 04211.8.2, sendo essa, alvenaria de vedação (m²) com blocos cerâmicos furados e juntas de 12 mm, assentados com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8.

O Quadro 2 apresenta as aquisições de tijolos cerâmicos de 8 furos, desde o início da obra, para execução das paredes de alvenaria.

Quadro 2 – Quantidade dos tijolos cerâmicos de 8 furos adquiridos.

Tijolos cerâmicos de 8 furos (9x19x19 cm)		
Compras	Data	Quant. (un)
1 ^a	07/12/2021	6.000
2 ^a	12/01/2022	1.200
3 ^a	26/01/2022	6.000
4 ^a	17/02/2022	1.000
Total adquirido		14.200

Fonte: Autora (2022).

Ao finalizar toda a etapa de alvenaria da residência foi contabilizado o estoque e averiguou-se que sobraram 152 unidades de tijolos cerâmicos.

Conhecendo a previsão inicial, a quantidade adquirida, o quantitativo restante no estoque da obra e aplicando a Equação (1) foi possível calcular o percentual de perdas dos tijolos cerâmicos.

$$CP\% = \frac{[14200 - 12918 - 152]}{12918} \cdot 100\%$$

$$CP\% = 8,75\%$$

A perda de tijolos de 8 furos para alvenaria de vedação, na obra, foi de 8,75%. Esse desperdício se deve majoritariamente pelo deslocamento deles dentro da própria construção e sua má estocagem, conforme a imagem da Figura 3.

Figura 3 - Exemplos de má estocagem dos tijolos.



Fonte: Autora (2021).

Os erros de execução também foram presentes nessa obra, por exemplo, uma parte de uma parede mal-aprumada, que foi necessário quebrá-la e executá-la novamente, conforme se observa na Figura 4. Outro motivo que gera quebra de tijolos é que o tamanho do canteiro de obra não era suficiente para armazenar grandes quantidades de material, prejudicando o transporte desses insumos.

Figura 4 - Parede quebrada



Fonte: Autora (2021).

Os estudiosos Holanda e da Silva (2012) analisaram que esses erros são recorrentes em construções, em que a mão de obra não é especializada, em que há mudanças de projeto e estes não são repassados, além de que não há o aproveitamento do material quebrado, para paredes, as quais precisam somente de pedaços e não do tijolo inteiro, promovendo grandes perdas para os canteiros de obras. Ademais, eles calcularam, por meio de uma média ponderada entre duas obras de alvenaria convencional de grande porte, uma porcentagem de perda de tijolos de 8 furos de 20,45 %, um índice maior que o da obra analisada neste trabalho. Supõe-se que pode ser devido às obras maiores, contarem com maior número de mão de obra, podendo tornar os erros mais comuns.

3.2 Cimento

O Quadro 3 apresenta a previsão inicial da quantidade de cimento que seria utilizada para execução da alvenaria.

Quadro 3 – Previsão da quantidade de cimento para execução da argamassa de assentamento, com diferentes espessuras.

Alvenaria de meia vez (9 cm espessura)			Alvenaria de uma vez (19 cm espessura)		
Área (m ²)	Consumo de cimento TCPO (kg)	Total cimento (kg)	Área (m ²)	Consumo cimento TCPO (kg)	Total cimento (kg)
232,57	2,457	571,42	136,09	7,644	1040,27
Total de cimento 1.611,69 kg / 33 sacos de 50 kg					

Fonte: Autora (2022).

Foi utilizado a composição da TCPO (PINI, 2010) com o código 04211.8.2, sendo essa, alvenaria de vedação (m²) com blocos cerâmicos furados e juntas de 12 mm, assentados com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8. No Quadro 4 são apresentadas as compras de cimento para a realização da argamassa de assentamento.

Quadro 4 - Quantidade de cimento adquirido.

Cimento (em sacos de 50kg)		
Compras	Datas	Quant. (sc)
1ª	10/12/2021	20
2ª	17/12/2021	20
3ª	29/12/2021	10
4ª	11/02/2022	5
Total		55

Fonte: Autora (2022).

Diferentemente dos tijolos, verificou-se que não sobrou cimento no estoque após a realização do serviço. Conhecendo a previsão inicial, a quantidade comprada e o quantitativo restante no estoque da obra e aplicando a Equação (2) foi possível calcular o percentual de perdas do cimento.

$$CP\% = \frac{[55 - 33 - 0]}{33} \cdot 100\%$$

$$CP\% = 66,67\%$$

Logo, observa-se que dentro do quantitativo e orçamento inicial, foi obtido uma perda de 66,67% de sacos de cimento. Essa perda considerável se deve ao traço utilizado no canteiro de obras, ter sido diferente do orçado, neste caso, consumindo maior quantidade de cimento, além das juntas apresentarem um tamanho maior que a definida na TCPO (PINI, 2010), como identificado na Figura 5.

Figura 5 - Desconformidade das juntas.



Fonte: Autora (2022).

Observou-se que não há uma uniformidade no tamanho das juntas, a primeira e a terceira, circuladas na Figura 5, apresentam uma grande diferença de largura.

Outro desperdício que também foi apresentado é o da argamassa que envolvia os pedaços de paredes que foram quebrados, pois ela estava fora do prumo.

3.3 Concreto usinado

O Quadro 5 abaixo apresenta a etapa a ser concretada, a quantidade necessária do material, além do f_{ck} ¹ (*Feature Compression Know*) estabelecido.

Quadro 5 - Quantidade necessária de concreto usinado.

Local	f_{ck} (MPa)	Volume (m ³)
Estacas	25	5,52
Blocos de fundação e viga baldrame	20	9,18
Contrapiso	15	5,78
Laje e vigas de respaldo*	25	12,90
Laje e vigas de respaldo**	25	8,16
TOTAL		41,54
*pé direito 3m **pé direito 4m		

Total: Autora (2022).

O Quadro 6 apresenta os volumes adquiridos de concreto usinado. Todas as etapas de concretagem foram acompanhadas, assim, averiguou-se as possíveis causas de desperdícios.

Quadro 6 - Quantidade de concreto usinado adquirido.

Concreto usinado				
Compras	Data	MPa	Local	Volume (m ³)
1 ^a	16/11/2021	25	Estacas	6
2 ^a	30/11/2021	20	Blocos de fundação e viga baldrame	13
3 ^a	10/12/2021	15	Contrapiso	6
4 ^a	15/02/2022	25	Laje e vigas de respaldo*	14
5 ^a	23/03/2022	25	Laje e vigas de respaldo**	8,5
TOTAL				47,5
*pé direito 3m **pé direito 4m				

Fonte: Autora (2022).

Através da Equação 3 foi calculado a porcentagem de perda deste material.

¹ Resistência Característica do Concreto à Compressão.

$$CP \% = \frac{[47,50 - 41,54]}{41,54} \cdot 100\%$$

$$CP \% = 14,35\%$$

Portanto, houve uma compra de 14,35% a mais do orçamento estipulado. A maior parte dessa perda foi na etapa de concretagem dos blocos e vigas baldrame, necessitando pedir mais concreto do que estava calculado. Essa diferença, foi devido à má execução da montagem das caixarias da viga baldrame, uma vez que ao serem concretadas, houve grandes vazamentos, em várias superfícies da viga, como mostrado nas imagens da Figura 6. Dessa maneira, precisando solicitar mais concreto para finalizar o serviço.

Figura 6 – Imagens do desperdício na concretagem das vigas baldrame.



Fonte: Autora (2021).

Agopyan *et al* (1998) comenta, em sua análise, comentários sobre a perda do concreto usinado e mostra a necessidade de apresentar atenção maior às formas, tanto nos moldes, como nos cimbramentos, como maneira de reduzir consideravelmente as perdas, o que se aplicaria a este trabalho. Outro ponto levantado pelos autores, é a importância da qualidade da geometria dos elementos estruturais, a fim de que não ocorra desvio de volume, deve-se seguir fielmente o projeto estrutural não excedendo nenhuma dimensão.

3.4 Custos do desperdício

3.4.1 Custo do desperdício – CD1

Este custo é referente aos desperdícios dos insumos encontrados dentro do canteiro de obras devido à, principalmente, quebras, más execuções e falha na comunicação entre os trabalhadores e equipe técnica. No período de planejamento, foi realizado orçamento (Apêndice IV) dos materiais em análise em cinco fornecedores distintos da cidade de Dourados/MS. O menor valor unitário, em outubro de 2021, dentre os fornecedores de tijolos, era de R\$ 0,70. Sabendo-se que foram desperdiçadas 1.130 unidades de tijolos cerâmicos e levando em consideração o valor médio (R\$ 0,70), totaliza um custo de desperdício de R\$ 791,00.

O valor médio do saco de cimento foi de R\$ 39,75, como mostra o Quadro 7. Sabendo que foram comprados 22 sacos a mais, o total de desperdício foi de R\$ 874,50.

Quadro 7- Quantidade e valores de sacos de cimento adquiridos.

Cimento (em sacos de 50kg)				
Compras	Datas	Quant. (sc)	Valor Unit.	Valor Total
1ª	10/12/2021	20	R\$ 39,00	R\$ 780,00
2ª	17/12/2021	20	R\$ 39,00	R\$ 780,00
3ª	29/12/2021	10	R\$ 39,50	R\$ 395,00
4ª	11/02/2022	5	R\$ 41,50	R\$ 207,50

Fonte: Autora (2022).

Em relação ao custo de desperdício do concreto usinado, o Quadro 8 apresenta os valores de acordo com os fck orçados no mês de outubro de 2021 e os valores pagos nas datas, respectivas, das compras.

Quadro 8 - Volume e valores do concreto usinado orçado e adquirido.

fck (MPa)	Valor orçado (R\$/m³)	Data da compra	Local de aplicação	Volume (m³)	Volume pago (R\$/m³)
15	390,00	10/12/2021	Contrapiso	6	395,00
20	420,00	30/11/2021	Blocos e viga baldrame	13	410,00
25	430,00	16/11/2021	Estacas	6	430,00
		15/02/2022	Lajes e vigas de respaldo*	14	460,00
		23/03/2022	Lajes e vigas de respado**	8,5	460,00

*pé direito 3m **pé direito 4m

Fonte: Autora (2022).

Dessa forma foi calculado o valor do desperdício em m³ de cada concreto e multiplicado pela média do valor das compras de acordo com cada fck. Como mostrado no Quadro 9.

Quadro 9 - Custo do desperdício de concreto usinado de acordo com o fck.

fck (MPa)	Desperdício de concreto (m ³)	Média de valores (R\$)	Total do custo (R\$)
15	0,22	395,00	86,90
20	3,82	410,00	1.566,20
25	1,92	450,00	864,00
TOTAL	5,96		2.517,10

Fonte: Autora (2022).

O total de desperdício (CD1) no concreto usinado foi de R\$ 2.517,10.

Utilizando a Equação (4) foi possível obter o Custo do Desperdício (CD1).

$$CD1 = (791,00 + 874,50 + 2517,10)$$

$$CD1 = 4182,60$$

3.4.2 Custo do Desperdício - CD2

O Quadro 10 apresenta as compras e os valores unitários de cada lote de tijolos cerâmicos adquiridos para execução das alvenarias.

Quadro 10 – Quantidade e valores dos tijolos cerâmicos de 8 furos adquiridos.

Tijolos cerâmicos de 8 furos (9x19x19 cm)				
Compras	Data	Quant. (un)	Valor Unit.	Valor Total
1 ^a	07/12/2021	6.000	R\$ 0,70	R\$ 4.200,00
2 ^a	12/01/2022	1.200	R\$ 0,88	R\$ 1.056,00
3 ^a	26/01/2022	6.000	R\$ 0,70	R\$ 4.200,00
4 ^a	17/02/2022	1.000	R\$ 0,88	R\$ 880,00

Fonte: Autora (2022).

Pode-se observar que nem todas as compras foram realizadas com o valor unitário de R\$ 0,70, isso se deve ao fato de que, cargas pequenas deste material eram fornecidas por um valor maior. Devido à obra ser financiada, os engenheiros da construtora solicitavam os insumos por partes. Outro ponto a analisar é que para cargas maiores, o fornecedor tem um prazo de uma a duas semanas para a entrega do material, devido à falta de planejamento, o material não foi solicitado com antecedência, a segunda compra teve que

ser realizada em um fornecedor que cobrava um valor maior para cargas menores, totalizando um custo de R\$ 396,00.

Averiguou-se que nenhuma compra de cimento foi realizada no valor unitário previsto no orçamento de outubro de 2021 – valor de R\$ 35,00, a causa disso foi a grande variação do preço desse insumo no período dessa pesquisa, devido à pandemia de COVID-19 que prejudicou vários setores da economia, inclusive a construção civil.

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2022) para a região de Mato Grosso do Sul, o saco de cimento de 50 kg teve em média uma alta, entre os meses de outubro de 2021 e janeiro de 2022, de R\$ 0,95 o saco. Como se trata de uma média de toda a região, na cidade de Dourados os valores foram bem acentuados pelos vendedores do insumo.

Ao analisar o Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB) (SINDUSCON, 2021) do mês de novembro de 2021, foi observado que o material de construção apresentava porcentagem de 51,75% do custo total, superior ao da mão de obra que estava em 44,42%, sendo que, ao fazer esta mesma análise em qualquer mês do ano de 2018, a porcentagem entre os dois eram bem próximas, ou ainda, como em alguns meses, tendo o custo da mão de obra superior ao do material.

O fornecedor cotado em outubro de 2021 parou de vender seu cimento com prazos de pagamento maiores, justamente por causa das grandes variações presentes no mercado, como a construtora não adquire nada à vista, por causa do pagamento parcelado do financiamento, não foi possível comprar com o fornecedor de menor valor. Para o concreto usinado foi analisado que, houve um acréscimo no valor do metro, isso se deve ao aumento do valor do cimento que, também, foi repassado para as concreteiras.

Portanto, não se pode considerar, para estes dois itens, um custo extra devido à falta de planejamento, pois as variações do mercado não são previsíveis, nesses anos atípicos. Utilizando a Equação (5) foi possível calcular o custo do desperdício, devido à falta de planejamento da equipe de compras.

$$CD2 = (396,00 + 0 + 0)$$

$$CD2 = 396,00$$

3.4.3 Custo total do desperdício

Para uma obra orçada em R \$307.811,26 de material (VT), utilizando a Equação (6), é possível calcular o custo total de desperdício, em relação aos 3 itens e etapas determinadas.

$$CTD\% = \frac{4182,60+396}{307811,26} \cdot 100\%$$

$$CTD\% = 1,49\%$$

Obteve-se um desperdício de 1,49% em relação ao total do custo de material da obra. Vale ressaltar que as perdas calculadas através da quantidade de material, por exemplo, a de sacos de cimento (66,67%) são bastantes significativas sob o ponto de vista do insumo que foi perdido e dos resíduos gerados pelos erros de execução, causando restrição para deposição dos resíduos no canteiro de obras que já é limitado, além do descarte de resíduos que prejudicam o meio ambiente.

Além do mais, o cimento analisado neste trabalho foi somente destinado para a execução da alvenaria, supõe-se que se fosse utilizada esta mesma análise para as etapas de chapisco, reboco e concreto dos pilares, o custo seria maior, considerando os aumentos no preço do cimento, dessa forma a perda em valores para etapas além da alvenaria de vedação devem ser maiores, fazendo com que o orçamento inicial seja defasado.

Deve-se lembrar que todo resíduo gera um custo para poder ser armazenado e descartado, como por exemplo, com a utilização das caçambas, outro custo indireto que também deve ser citado é o do retrabalho, a mão de obra é paga novamente para o conserto desses erros que geram desperdícios.

É de extrema importância, para as construtoras e empresas do setor da construção civil, análises como a apresentada neste trabalho, pois é necessário o investimento no planejamento e controle de qualidade, para que, desta forma não tenham prejuízos e sofram impactos socioeconômicos em seus serviços, assim poderão oferecer um trabalho de qualidade e lucrativo. Vale ressaltar que a constante alta dos materiais de construção atrapalha nos orçamentos, dessa forma quanto menos gastos e desperdícios tiverem, melhor será durante esta crise econômica.

3.5 Proposta para redução do desperdício

É evidente que, após a análise destes materiais e etapas da obra, pode-se afirmar que a principal causa de desperdício é a mão de obra desqualificada. Para isso uma das soluções é o treinamento dos funcionários para melhorar o desempenho dos serviços. A qualificação do trabalhador é essencial para empresa e para o próprio indivíduo, uma vez que, quando ele perceber que seu serviço é de extrema importância, conseqüentemente, o desempenho será melhor e a rotatividade de trabalhadores será menor dentro de uma obra.

Com a finalidade de propiciar qualificação da mão de obra, seria necessário que a empresa, em questão, contratasse os trabalhadores e não utilizasse mais do método da empreitada, assim, eles poderiam investir em seus próprios funcionários, ministrando cursos e fornecendo treinamento de qualidade a fim de que desempenhem bons resultados.

Para os tijolos de 8 furos, observou-se que é imprescindível uma análise mais apurada do canteiro de obras, antes de iniciar a obra, fazendo caso necessário, a execução de um projeto de disposição dos materiais dentro do canteiro, para que, mesmo com as adversidades apresentadas do local, esse material possa ser estocado e transportado de forma segura. Ademais, é importante salientar o desenvolvimento do treinamento individual, por meio da conscientização ambiental, com a finalidade de, por exemplo, reaproveitar peças quebradas

No caso do cimento, o erro da mão de obra foi a utilização de um traço diferente do informado pelos engenheiros responsáveis. Por isso, faz-se de extrema importância a comunicação eficaz entre os responsáveis técnicos e os trabalhadores, além da fiscalização diária, por parte dos engenheiros, na execução dos serviços, pois desse modo poderia evitar a desconformidade das juntas, além de utilizar a medida necessária que o traço indicava. Dessa maneira, os erros são minimizados.

Além disso, é de suma importância a aplicação de ferramentas de gestão de qualidade nos orçamentos e nos planejamentos da obra, por exemplo a curva ABC, que segundo Aragão *et al.* (2016) é uma ferramenta útil em planejar a distribuição dos produtos de acordo com a sua classificação diante do seu valor em relação ao valor global da obra.

4 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi analisar o desperdício do tijolo cerâmico, cimento para assentamento de alvenaria e concreto usinado dentro de uma obra de alvenaria convencional na cidade de Dourados/MS. Obteve-se perdas em todos os insumos analisados, sendo que o desperdício de cimento foi o maior dentre eles, 66,67% devido, em sua maior parte, à utilização de um traço diferente do teórico adotado em orçamento, em que houve o aumento do consumo desse material. Em segundo, o concreto usinado apresentou uma perda de 14,35%, manifestada em algumas etapas de concretagem devido à péssima execução das caixarias. Já o tijolo cerâmico com perda de 8,75% tem como principal razão o canteiro ser restrito para transporte e para estocagem.

Em relação ao custo, verificou-se que estes desperdícios, abrangem 1,49% do recurso total da obra, o que pode parecer irrisório, entretanto faz diferença dentro de obras

de médio/pequeno porte. Além do financeiro, tem-se também o empecilho ambiental, visto que os resíduos quando não descartados corretamente trazem inúmeros malefícios ao meio ambiente.

A partir dos dados obtidos, conclui-se que a qualificação da mão de obra é de suma importância, isto é, trabalhadores com maiores informações técnicas, treinados para desenvolver todas as atividades de uma edificação, trarão melhores resultados. Além de, um bom planejamento e uma adequada aplicação de ferramentas da qualidade pelos engenheiros responsáveis, podem propiciar maior clareza aos objetivos e metas que precisam ser alcançadas. Faz-se necessário também estudos preliminares do projeto por parte de todos os envolvidos, o que proporcionará um canteiro de obras mais alinhado, uma melhor comunicação e integração entre os mesmos.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, Vahan *et al.* Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra. *Coletânea Habitare*, v. 2, p. 226-249, 1998.

ARAGÃO, Alef Michael Santos *et al.* Aplicação da curva ABC em uma empresa do setor atacadista no estado de Sergipe. *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção-Enegep*, 2016.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Banco de dados. 2022. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/materiais-de-construcao/cimento>. Acesso em: 23 maio 2022.

CONCEIÇÃO, Luciano Delgado. Proposta de um planejamento estratégico utilizando a ferramenta Balanced Scorecard em uma empresa de construção civil. 2014.

CORREIA PINHO, Suenne Andressa; LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado; MELHADO, Silvio Burratino. O projeto para produção da alvenaria de vedação como ferramenta para a melhoria da gestão de perda e consumo de materiais. 2013.

COSTA, Ricardo Vasconcelos Gomes da; ATHAYDE JÚNIOR, Gilson Barbosa; OLIVEIRA, Mariana Moreira de. Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa. *Ambiente Construído*, v. 14, p. 127-137, 2014.

FORMOSO, Carlos Torres. A knowledge based framework for planning house building projects. University of Salford (United Kingdom), 1991.

GROHMANN, Márcia. Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria. *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Niterói: ABEPRO, 1998.

HOLANDA, Romildo Morant; DA SILVA, Bernardo Barbosa. Cerâmica Vermelha–Desperdício na Construção Versus Recurso Natural Não Renovável: Estudo de Caso nos Municípios de Paudalho/PE e Recife/PE (Red Ceramic-Construction Waste Versus Non-Renewable Natural Resource: A Case Study in Paudalho-PE and...). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 4, n. 4, p. 872-890, 2012.

LAUFER, Alexander. Essentials of project planning: owner's perspective. *Journal of Management in Engineering*, v. 6, n. 2, p. 162-176, 1990.

LORENZON, Itamar Aparecido. A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso. 2008.

OLIVEIRA, Carla Barroso de. Avaliação de Indicadores de Planejamento e Controle da Produção na Construção: boas práticas, eficácia e prazo. 2010.

PALIARI, José Carlos; LEMES DE SOUZA, Ubiraci. Sistema Gesconmat: A redução das perdas de blocos. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, p. 2546-55, 2006.

PINHO, Suenne Andressa Correia; LORDSLEEM JR, Alberto Casado. O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*. 2009.

PINI. TCPO, Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos, -13. ed. São Paulo: Pini, 2010. Disponível em: <https://www.docero.com.br/doc/1xvx81>. Acesso em: 04 out. 2021.

SINDUSCON - SINDICATO INTERMUNICIPAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. CUB. 2021. Disponível em: <https://www.sindusconms.com.br/cubs/cub/>. Acesso em: 08 jun.2022.

VIEIRA, Bianca Alencar; NOGUEIRA, Lauro. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. *Sistemas & Gestão*, v. 13, n. 3, p. 366-377, 2018.